

**Geschäftsbericht 2014**

## **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,

das Jahr 2014 war aus Sicht der deutschen Wirtschaft ein gutes Jahr. Die positive Konjunktorentwicklung wird durch eine jahresdurchschnittliche Zunahme des Bruttoinlandsprodukts von 1,8 Prozent eindrucksvoll untermauert. Auch aus Sicht der Forschungsvereinigung stellte sich das Jahr 2014 mit 10,5 Mio. Euro eingeworbenen Fördermitteln aus der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) ebenfalls mehr als spektakulär dar. Über diesen neuen Fördermittelrekord wurden insgesamt 126 Vorhaben erfolgreich bearbeitet. 44 Projekte wurden neu begonnen, 41 weitergeführt und 41 Vorhaben erfolgreich abgeschlossen. Damit konnten in der Fügetechnik die für ein weiteres Wirtschaftswachstum so wichtigen Innovationen über öffentlich geförderte Forschungsaktivitäten sehr beeindruckend abgebildet werden.

„Investitionen sind ein Schlüssel zu höherer Wettbewerbsfähigkeit für Deutschland und Europa“, sagt Sigmar Gabriel, Bundesminister für Wirtschaft und Energie. Dabei stellt der Mittelstand die Triebfeder für eine dynamische Wirtschaftsentwicklung in Deutschland dar. Das Bundeswirtschaftsministerium setzt, wie es sagt, an vielen verschiedenen Hebeln an, um Wettbewerbsfähigkeit, Innovationskraft und Beschäftigung in der mittelständischen Wirtschaft weiter zu stärken.

Die Bundesregierung hat angekündigt, die aktuelle Hightech-Strategie zu einer umfassenden, ressortübergreifenden Innovationsstrategie unter Einbeziehung der industriellen Kernkompetenzen Deutschlands weiter zu entwickeln und auszubauen. Die Forschungsvereinigung wird sich daher ebenfalls diesen Themen widmen und sich besonders die großen Herausforderungen wie Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Industrie 4.0 für die Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik annehmen. Im Fokus sind dabei alle für Deutschland relevanten Schlüsseltechnologien wie der Maschinen- und Anlagenbau, die Produktionstechnik, die Werkstofftechnologie, Energie- und Umwelttechnologie, aber auch die Mobilität und die Gesundheitswirtschaft.

Trotzdem war 2014 ein schwieriges Jahr für die Industrielle Gemeinschaftsforschung. Eine Kürzung des IGF-Haushalts 2015 wurde geplant. In enger Zusammenarbeit mit der AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. und deren Mitgliedern wurde die geplante Kürzung über eine konsequente Argumentation der betroffenen Unternehmen des Mittelstands verhindert.

Neben den sehr erfolgreichen fachlich inhaltlichen Aktivitäten blickt die Forschungsvereinigung auch auf verschiedene weitere Herausforderungen in 2014 zurück. Dabei stand neben einer konsequenten Mitgliedschaftsdiskussion auch das Selbstverständnis der Fachausschüsse mit deren jeweiligen fachlichen Schwerpunkten im Mittelpunkt der Diskussionen. Die erarbeiteten Ergebnisse haben dazu beigetragen, die fügetechnische Ausrichtung der Forschungsvereinigung weiter zu schärfen und das besondere

fachliche Angebot für Mitglieder und damit die Attraktivität der Forschungsvereinigung für Industrie und Wissenschaft noch einmal zu steigern.

Um alle Beteiligten bei der Einhaltung von kartellrechtlichen Vorgaben zu unterstützen, wurden kartellrechtliche Leitlinien in der Forschungsvereinigung eingeführt und gelten in allen dortigen Gremien. Die Forschungsvereinigung legt großen Wert darauf, dass alle ihre Aktivitäten in Übereinstimmung mit den staatlichen Vorgaben des Kartellrechts erfolgen.

Die Verzahnung des Ausschusses für Technik im DVS (AfT) mit der Forschungsvereinigung wird konsequent weiter verfolgt. Über dieses Netzwerk im DVS wird noch effektiver ein Ergebnistransfer auch in DVS-Regelwerke und Normen ermöglicht. Zusätzlich werden auch Industrievertreter in den Arbeitsgruppen des AfT für ein Engagement in der Forschungsvereinigung sensibilisiert.

Weiterhin verfolgt wird die nationale und europäische Etablierung der Fügetechnik als „Leittechnologie“. Durch die Sub-Plattform „JOINING“ wird die Bedeutung der Fügetechnik für die Produktionstechnik herausgestellt. Die Sub-Plattform „JOINING“ konkretisiert dazu fügetechnische Anforderungen für europäische Forschungsförderprogramme, z. B. HORIZON 2020. Nach einer anfänglichen Zurückhaltung scheint sich das Engagement aller Beteiligten gelohnt zu haben. Die Europäische Kommission hat die Sub-Plattform „JOINING“ akzeptiert und damit die Fügetechnik als wichtige Technologie der Produktionstechnik erkannt.

Der Erfolg des letzten Geschäfts- und Forschungsjahres gibt uns berechtigten Anlass, zuversichtlich in die Zukunft zu blicken. Gemeinsam mit unseren Partnern aus Forschung und Industrie möchten wir die Herausforderungen der nächsten Jahre weiter annehmen und mit Hilfe der ausgearbeiteten Strategiekonzepte das Kernziel, die nachhaltige Unterstützung vor allem der kleinen und mittleren Unternehmen bei ihren Forschungsbedarfen in der Fügetechnik, konsequent verfolgen.

Für die Unterstützung der auch im Jahr 2014 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.

Mit Ihnen – unseren Förderern, Unterstützern, ehrenamtlichen Helfern und Partnern – wollen wir uns auch weiterhin gemeinsam mit aller Kraft der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung widmen.

**Dr.-Ing. Godehard Schmitz**

Vorsitzender

Stuttgart/Düsseldorf im August 2015

# Inhaltsverzeichnis

1	Aufgaben und Strukturen .....	5
2	Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2014.....	13
3	Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder 2014 .....	18
4	Forschungskooperationen .....	24
5	Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung .....	31
6	Mitglieder der Forschungsvereinigung – die Forschungsinstitute .....	89
	Das Team der Forschungsvereinigung .....	91
	Impressum .....	95

# Aufgaben und Strukturen

## Fügetechnische Gemeinschaftsforschung im DVS - bedarfsgerecht, nachhaltig und erfolgreich!

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS ist eine moderne, professionell und serviceorientiert ausgerichtete Institution für die Fügetechnik. Sie bietet der Fachwelt über ihre Fachausschüsse werkstoff-, verfahrens- und branchenspezifische Forschungsschwerpunkte rund um das Fügen, Trennen und Beschichten. Die Themenbereiche der Fachausschüsse decken die gesamte Prozesskette der Fügetechnik ab.

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.

## Fügetechnische Gemeinschaftsforschung - Kooperation zwischen Industrie und Wissenschaft

Zentrales Tätigkeitsfeld der Forschungsvereinigung des DVS ist die industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) auf den Gebieten des Fügens, Trennens und Beschichtens. 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 mittleren Unternehmen über die IGF ein unmittelbarer Zugang zu anwendungsbezogener Forschung gegeben (**Bild 1**).

Als kleine und mittlere Unternehmen (KMU) werden in der IGF alle Unternehmen zugerechnet mit einem Jahresumsatz von unter 50 Millionen Euro und weniger als 500 Beschäftigten.

Die Projekte der IGF werden von den Forschungsstellen im Auftrag der Forschungsvereinigung des DVS durchgeführt. Die Forschungsvereinigung des DVS kooperiert mit geeigneten und fachlich ausgewiesenen Forschungseinrichtungen öffentlicher oder privater Rechtsträger zur Verfolgung der wissenschaftlichen Fragestellungen auf dem Gebiet der Füge-, Trenn-, und Beschichtungstechnik. Sie wird dabei unterstützt durch eine Vielzahl von Unternehmern und Spezialisten entlang der Wertschöpfungskette.

Aus der Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Experten aus den Unternehmen und den Wissenschaftlern der Forschungsinstitute entstehen wertvolle Wissensnetzwerke. Neue Projektideen werden so intensiv diskutiert und gemeinsam auf den Weg gebracht (**Bild 2**).



Bild 1: Partner und Umsetzung der IGF

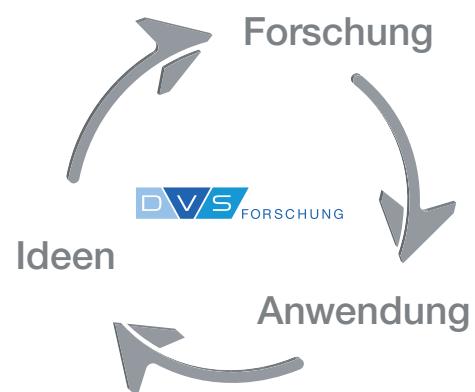


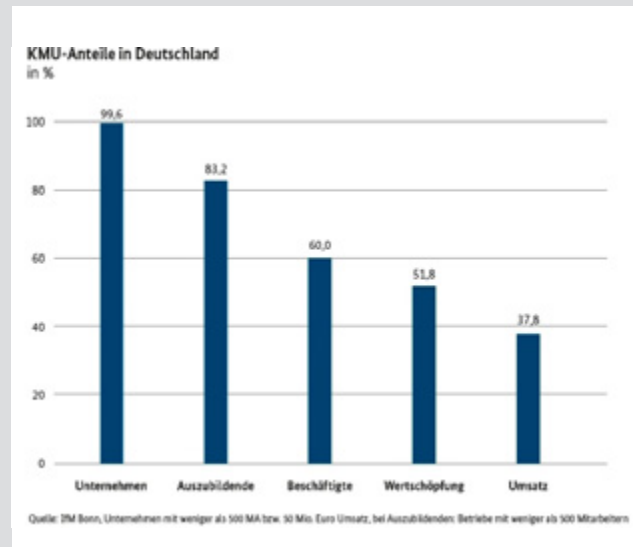
Bild 2: Fügetechnische Gemeinschaftsforschung

## Die Leistungskraft des Mittelstands als Triebfeder des Erfolgs – auch in der Fügetechnik

Kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) leisten einen großen Beitrag für wirtschaftliches Wachstum, Innovation und Beschäftigung. Sie beschäftigen in Deutschland über 15 Millionen Arbeitnehmer, bilden vier von fünf Auszubildenden aus, machen deutlich mehr Umsatz als die 30 DAX-Unternehmen zusammen. KMU zählen damit zu den innovativsten Unternehmen in Europa.

Die deutsche Wirtschaft ist in den vergangenen Jahren sehr dynamisch gewachsen. Zu diesem Erfolg haben KMU maßgeblich beigetragen. Dabei zeichnet sich der Mittelstand besonders durch seine Vielfalt aus: Junge Gründer, traditionsbewusste Familienunternehmer, verlässliche Dienstleister, visionäre Privatentwickler und Erfinder, präzise Wertarbeiter – die Wachstumsschmiede Deutschlands wird von einer Vielzahl intelligenter Köpfe und Ideen getrieben. Um diese Dynamik und damit die Rahmenbedingungen für die mittelständische Wirtschaft weiter zu stärken, setzt das BMWi unterschiedliche Hebel an. Einer dieser wichtigen Hebel ist die Industrielle Gemeinschaftsforschung. Von ihr profitieren die große Zahl der kleinen und mittleren Maschinenbauun-

ternehmen, die Werkstoffhersteller, aber insbesondere auch die Anwender in der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik.



## Die Forschungsvereinigung als Dienstleister für moderne Unternehmen – praxisnah und zukunftsweisend

Die unschätzbaren Vorteile für die Unternehmen in diesem Prozess sind der direkte Dialog mit der Wissenschaft. Dabei werden Forschungsprojekte nicht nur initiiert und mit gestaltet, sondern auch direkt begleitet. Die Unternehmen profitieren so aus erster Hand und exklusiv von aktuellen Forschungsergebnissen. Die sofortige Umsetzung in den Unternehmen kann damit unmittelbar erfolgen.

Neben der Industriellen Gemeinschaftsforschung bietet die Forschungsvereinigung ihren Mitgliedern vielfältige weitere Serviceleistungen an, z.B.:

- Ausführliche Informationen und Publikationen zu aktuellen Forschungsergebnissen
- Wissenschaftliche Kolloquien
- individuelle Beratung
- branchenbezogene Recherchen rund um Forschung und Entwicklung
- Zugang zum umfangreichen DVS-Netzwerk

## Aufgaben und Funktion der Fachausschüsse

Mit ihren Fachausschüssen stellt die Forschungsvereinigung die zentralen Forschungsplattformen für die fügetechnische

Gemeinschaftsforschung in Deutschland zur Verfügung. Alle Abläufe der IGF, angefangen von der Ideenfindung bis zum Ergebnistransfer werden unter zentraler Einbindung von Industrie und Forschung professionell durch die Fachausschüsse organisiert und begleitet (Bild 3). Sie bilden die entscheidenden Schaltstellen, 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 werden.

Die Fachausschüsse bieten offene Diskussionsforen für neue, laufende und abgeschlossene Forschungsprojekte. Diese umfassen neben zukunftsrelevanten Themen wie den generativen Fertigungsverfahren auch „klassische“ Fügetechnologien wie das Lichtbogen- und Widerstandsschweißen und 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.

Kleine und mittelständische Unternehmen formulieren unmittelbar ihren Forschungsbedarf, der die Ausgangsbasis zur Durchführung von Forschungsvorhaben bildet. Sie werden hierbei von größeren Unternehmen unterstützt, die ebenfalls ein gemeinsames Interesse an den Forschungsergebnissen haben. In den Fachausschüssen wird dann unmittelbar über den Bedarf zur Umsetzung neuer Forschungsideen entschieden.

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

Bild 3: Umsetzung von Forschungsbedarf

## Unternehmen und Forschungsinstitute als Ideenschmieden im Dialog

Die Durchführung der Forschungsprojekte geschieht mit direkter Beteiligung der Unternehmen. Eine gemeinsame Arbeitsplattform bilden die projektbegleitenden Ausschüsse (PAs). Hier findet die unmittelbare Interaktion zwischen Unternehmen und Instituten in den Vorhaben 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 Vorhabens nutzen.

## Frühzeitige Einbindung von Unternehmen als Weichenstellung für einen erfolgreichen Ergebnistransfer

Die projektbegleitenden Ausschüsse sind ein wesentliches Instrument zur Sicherstellung des Praxisbezugs und der KMU-Relevanz in der IGF. Eine möglichst frühzeitige Beteiligung von Industrievertretern an allen Prozessschritten ebnet den Weg für den schnellen Wissenstransfer in die Unternehmen, im Idealfall für einen konformen Verlauf von Forschungsarbeit und Ergebnisnutzung. 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 Forschungsvorhabens verbunden ist, im PA abzubilden. Während der PA-Sitzungen werden nicht „nur“ die Ergebnisse diskutiert, sondern alle mit der Verfahrens- oder Produktentwicklung zusammenhängenden relevanten Fragen des Projekts adressiert.

## Forschungsergebnisse allgemein und individuell nutzen

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

## Mitglieder in der Forschungsvereinigung

Insgesamt haben im Berichtszeitraum 567 Mitglieder in der Forschungsvereinigung mitgewirkt (**Bild 4**), darunter 368 Industrieunternehmen, 130 Körperschaften sowie 69 Forschungsinstitute. Zu den Forschungsinstituten gehören 8 Forschungsinstitute des DVS, 40 Hochschulinstitute, 10 Fraunhofer Institute sowie 11 sonstige Forschungsinstitute.

Die Mitgliedschaft in der Forschungsvereinigung steht allen Unternehmen und Forschungsstellen aus der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik offen. Grundsätzlich können sich interessierte Unternehmen und jede Forschungsstelle an der IGF in der Forschungsvereinigung des DVS beteiligen.

Mitglieder der Forschungsvereinigung	
368	Industrieunternehmen
130	Körperschaften
8	DVS-Forschungsinstitute (5 GSI-Mitglieder / 2 SLVs / 1 ifw)
40	Hochschulinstitute
10	Fraunhofer Institute
11	Sonstige Forschungsinstitute
<b>567</b>	<b>Mitglieder</b>

Bild 4: Mitglieder der Forschungsvereinigung



## Forschung begeistert – Motivation für eine Mitgliedschaft Meinungen aus der Industrie

**Andreas Frahm, Geschäftsführer Vertrieb, Marketing und Service, SLM Solutions GmbH, Lübeck:**

„Als einer der führenden Anlagenhersteller einer noch jungen, aber rasant wachsenden Technologie ist es das oberste Gebot, sich an den Bedürfnissen des Marktes zu orientieren und die daraus resultierenden notwendigen Entwicklungen in Angriff zu nehmen. Nun sind die Ressourcen an entwicklungsorientiertem Personal und Gerätschaften in einem Maschinenbauunternehmen nicht grenzenlos. Auf der anderen Seite bietet Deutschland ein sehr großes Potential an hoch qualitativ ausgestatteten Forschungsstellen mit hervorragenden Spezialisten. Folglich liegt nichts näher, als dass Industrie und Forschung zusammenfinden. Dafür sind die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung des DVS eine perfekte Plattform. Aus diesem Grund haben wir uns als DVS-Mitglied für die aktive Teilnahme am Fachausschuss 13 „Generative Fertigungsverfahren – Rapid-Technologien“ entschieden. Hier erfährt man von den technischen Bedürfnissen und Wünschen der Kunden und hat die Möglichkeit, diese mit den Forschungsvorhaben der Hochschulen und Institute in Einklang zu bringen. Die angenehme Atmosphäre bietet immer Gelegenheit für ein Fachgespräch mit dem seriösen Wettbewerb und nicht wenige junge Forscher schlagen hier die ersten Brücken für eine Karriere in der Industrie. Viel Freude bereitet die Mitarbeit im Gremium zur Bewertung der Forschungsideen, der Projektskizzen. Gemeinsam mit absolut fachkompetenten Kollegen aus unterschiedlichen Industriezweigen wird hier sehr gewissenhaft die Verantwortung getragen, dass Forschungsgelder auch sinnvoll eingesetzt werden.“

**Dr.-Ing. SFI Sven Hartmann, Geschäftsführer obz innovation GmbH, Bad Krozingen:**

„Als sehr innovativer Beschichtungsdienstleister, der sich nicht auf die Beschichtungsaufgaben beschränkt, sondern vielmehr im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten, die die obz innovation gmbh sowohl in Kooperation mit dem Kunden, im Bereich der öffentlichen Forschung sowie als selbst initiierte Projekte durchführt, sind wir auf neueste Ergebnisse aus dem Forschungs- und Entwicklungsbereich angewiesen. Hier ist die industrielle Gemeinschaftsforschung unser erster Ansprechpartner. Die Bedeutung der Forschungsprojekte für die Praxis wird durch die Bewertung der Projektskizzen durch die Mitgliedsfirmen sowie die projektbegleitenden Ausschüsse sichergestellt. Eine erfolgreiche Durchführung der Projekte vorausgesetzt, ist von einer zügigen Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis auszugehen. Sehr gewinnbringend ist im Zusammenhang mit der aktiven Mitwirkung in den Fachausschüssen auch die Möglichkeit des Aufbaus und Vertiefens von Netzwerken zu Forschungsinstitutionen, Kunden, Lieferanten und

Wettbewerbern. Explizit hinweisen möchte ich in diesem Zusammenhang auch auf die exzellente Zusammenarbeit mit der Forschungsvereinigung des DVS.“

**Dr.-Ing. Markus Weigl, Senior Process Engineer Friction Stir Welding, Welding Supervisor, Grenzbach Maschinenbau GmbH, Asbach Bäumenheim:**

„Als zentrale Werte gelten bei der Unternehmensgruppe Grenzbach einerseits die Einwicklung und der Einsatz innovativer Technologien, andererseits die Zielsetzung höchstmöglicher Qualität der erzeugten Produkte. Beides ist nur durch die Verzahnung aus interner, zumeist projektorientierter Entwicklung sowie einer vorwettbewerblichen, industriellen Gemeinschaftsforschung möglich. Über den DVS und die Forschungsvereinigung haben wir Zugang zu den für uns wichtigen Themenstellungen der modernen Schweißtechnik und können durch die Beteiligung an projektbegleitenden Ausschüssen gezielt Einfluss auf den Forschungsverlauf nehmen. Darüber hinaus bietet das Netzwerk des DVS sowohl auf Bezirks- als auch auf Landesebene zahlreiche Möglichkeiten zum schweißtechnischen Austausch, den wir sehr zu schätzen wissen. Die in regelmäßigen Abständen ausgerichteten wissenschaftlichen Tagungen, Kongresse und Messen runden das Portfolio ab und machen den DVS zur essentiellsten deutschen Einrichtung der Füge-technik.“

**Dr.-Ing. Axel Meyer, Geschäftsführer der RIFTEC GmbH – Rührreißschweißen, Geesthacht:**

„Für uns als RIFTEC GmbH hat die Mitgliedschaft beim DVS schon seit jeher einen hohen Stellenwert. Bereits als junges Unternehmen in der Existenzgründerphase haben wir von den Vorteilen, die dieses umfangreiche Netzwerk innerhalb des DVS bietet, profitiert. Hierzu gehören auch der persönliche Dialog mit Forschern und Firmen sowie der Erfahrungsaustausch zu aktuellen Themen!

Inzwischen – als etablierter Industriebetrieb mit knapp 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern – erleben wir, welche Gestaltungsmöglichkeiten wir durch die Mitgliedschaft haben. So sind beide RIFTEC-Geschäftsführer in unterschiedlichen Gremien und projektbegleitenden Ausschüssen aktiv. Ich selbst kann als Vorsitzender eines Fachausschusses beziehungsweise stellvertretender Obmann in verschiedenen Arbeitsgruppen Einfluss auf Themenwahl und Forschungsprojekte nehmen und den Blickwinkel der Industrie hier einfließen lassen, während Herr von Strombeck im späteren Verlauf die Durchführung der Projekte begutachtet. Unter dem Stichwort „Forschungsfindung“ sind wir so immer auf dem neuesten Stand, was Trends und Entwicklungen in der Branche angeht.“



## Weitere Forschungsförderinstrumente der fūgetechnischen Gemeinschaftsforschung

Neben dem IGF-Normalverfahren werden weitere Fōrdervarianten als Instrumente fūr die fūgetechnische Gemeinschaftsforschung von der Forschungsvereinigung genutzt.

## CORNET („COLlective Research NETWORKing“)

Hierbei unterstūtzte die Forschungsvereinigung Forschungsstellen bei der Teilnahme im Fōrderprogramm CORNET II, einer Vernetzung von nationalen und regionalen Programmen der internationalen Gemeinschaftsforschung. Nāhere Informationen unter: [www.aif.de](http://www.aif.de)

## Kooperationen mit anderen Forschungsvereinigungen

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

## Neue Strategien und Wege in der Forschungsvereinigung

Die Forschungsvereinigung hat im Jahr 2014 die in 2013 begonnenen Strategemaβnahmen weiter erfolgreich umgesetzt. Ein wesentliches Ziel war es, die Mitgliederstruktur zu festigen und auszubauen. Im Jahr 2014 konnten auf diesem Wege über dreißig neue Firmenmitglieder sowie sechs forschende Mitglieder in der Forschungsvereinigung begrüβt werden.

Das Informationsangebot fūr Mitglieder wurde erweitert. Neben fachlichen Informationen zu laufenden und abgeschlossenen Forschungsprojekten wurde das Angebot auch auf Informationen über Ablāufe und administrative Sachverhalte erweitert. Die Homepage der Forschungsvereinigung wurde daraufhin angepasst (**Bild 5**).

Alle Fachausschūsse haben ihr fachlich/inhaltliches Selbstverständnis überarbeitet und konkretisiert. Gerade in Bezug auf fachausschussübergreifende Fragestellungen wurde so fūr die Mitglieder ein besseres Verständnis fūr die Themenzuordnung geschaffen. Neben den inhaltlichen Beschreibungen der Fachausschūsse wurde fachausschusspezifisch das Informationsangebot fūr Mitglieder, angefangen von einer ausführlichen Selbstbeschreibung über die Ergebnisse von Forschungsseminaren bis hin zu Fachliteratur, weiter ausgebaut.

Aber auch organisatorische Aspekte rund um das Projektmanagement wurden betrachtet. Die Vorgehensweise zur Einreichung von Projektskizzen wurde weiter optimiert. Maβnahmen zur Beschleunigung der Antragsausarbeitung sowie der fortlaufenden konsequenten Bewertung von Forschungsergebnissen bis hin zu einer besseren Vernetzung der Forschungsvereinigung mit den weiteren Gremien des DVS, hier insbesondere um bessere Mōglichkeiten fūr einen noch erfolgreicherer Ergebnistransfer, z.B. über das DVS-Regelwerk zu realisieren, wurden umgesetzt.

Die im Jahr 2013 beschlossenen Struktur- und Strategemaβnahmen werden bis Ende 2015 umgesetzt sein. Hierbei gilt es, die vorgesehenen Maβnahmen zur Gewinnung neuer Mitglieder konsequent weiter zu verfolgen.

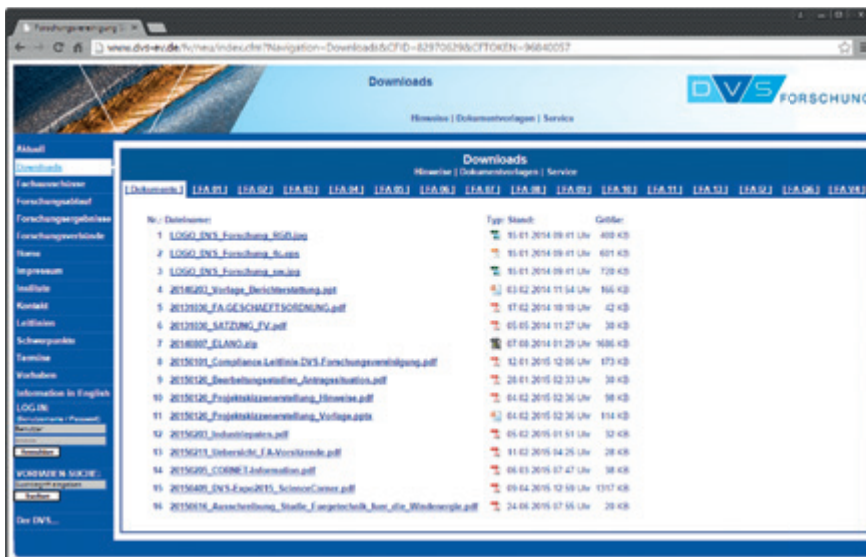


Bild 5: Downloadangebot der Forschungsvereinigung

## Der Vorstand

Der Vorstand (**Bild 5**) steht an der Spitze der Forschungsvereinigung und leitet diese.

Als weiterer stellvertretender Vorsitzender und Vertreter der Wissenschaft wurde Herr Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner, Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF), Lehrstuhl Fügetechnik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg in den Vorstand gewählt.

## Zusammensetzung des Vorstandes

	<p><b>Dr.-Ing. Godehard Schmitz (Vorsitzender)</b> Robert Bosch GmbH, Stuttgart Vorsitzender des Fachausschusses 10 „Mikroverbindungstechnik“</p>
	<p><b>Dr.-Ing. Wolfgang Scheller (Stellvertretender Vorsitzender)</b> Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg Vorsitzender des Fachausschusses 3 „Lichtbogenschweißen“</p>
	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner (Stellvertretender Vorsitzender)</b> Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF), Lehrstuhl Fügetechnik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg</p>
	<p><b>Dr.-Ing. Roland Boecking (Mitglied des Vorstandes)</b> Hauptgeschäftsführer des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V., Düsseldorf</p>

Bild 5: Die Mitglieder des Vorstandes

## Der Forschungsrat

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

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

## Wahlen zum Forschungsrat

Folgende Personen wurden als gewählte Mitglieder des Forschungsrates für eine weitere Amtszeit vom 01.01.2015 bis zum 31.12.2018 bestätigt:

**Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Füssel,**  
Institut für Fertigungstechnik, Technische Universität Dresden

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

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

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

## Mitglieder des Forschungsrates 2014 (Stand: Juni 2015)

### Vorsitzender der Forschungsvereinigung

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

Robert Bosch GmbH, Stuttgart  
Vorsitzender des FA 10 „Mikroverbindungstechnik“  
(Amtszeit bis 31.12.2015)

### Stellvertretende Vorsitzende der Forschungsvereinigung

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

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

#### 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

Tettnang

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

Aachen

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

Dortmund

### Gewählte Mitglieder des Forschungsrates

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

Eisenbahn Bundesamt, Bonn  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

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

IOT, RWTH Aachen  
(Amtszeit bis 31.12.2015)

#### Dr.-Ing. M. Boretius

Listemann AG, Eschen  
(Amtszeit bis 31.12.2017)

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

ifs, Technische Universität Braunschweig  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. habil. U. Füssel

IF, Technische Universität Dresden  
(Amtszeit bis 31.12.2018)

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

Fachhochschule Brandenburg  
(Amtszeit bis 31.12.2015)

#### Dr.-Ing. J. Härtl

KUKA Systems GmbH, Augsburg  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Dr.-Ing. T. Harrer

Trumpf Laser- und Systemtechnik GmbH & Co. KG,  
Ditzingen  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### 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 31.12.2016)

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

Villingen-Schwenningen  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

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

IWW, Technische Universität Chemnitz  
(Amtszeit bis 31.12.2017)

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

Meerane  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

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

IFMT, Technische Universität Chemnitz  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. G. Meschut

LWF, Universität Paderborn  
(Amtszeit bis 31.12.2017)

#### Dr.-Ing. K. Middeldorf

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH, Duisburg  
(Amtszeit bis 31.12.2017)

#### E. Miklos

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

#### Dipl.-Ing. S. Müller

AUDI AG, Neckarsulm  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

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

ISF, RWTH Aachen  
(Amtszeit bis 31.12.2018)

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

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

#### Dr.-Ing. S. Sändig

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

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

Schunk Sonosystems GmbH, Wettenberg  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. V. Wesling

ISAF, Technische Universität Clausthal  
(Amtszeit bis 31.12.2018)

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

Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

### Vorsitzende der Fachausschüsse – Ex Officio Mitglieder

#### Dr.-Ing. M. Schmitz-Niederau

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

#### Dr.-Ing. G. Bloeschies

Nova Werke AG, Effretikon (CH)  
Vorsitzender des FA 2  
„Thermisches Beschichten und Autogentechnik“

#### Dr.-Ing. K. Pöll

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. M. Kaßner

Falkensee  
Vorsitzender des FA 9  
„Konstruktion und Berechnung“

#### 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 Fertigungsverfahren –  
Rapidtechnologien“

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

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

#### Dr.-Ing. M. Brand

Ingenieurbüro für angewandte  
Wissenschaften ifawiss, Ilseede  
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)

#### 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

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

Fachhochschule Düsseldorf  
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 forschende Mitglieder aufgenommen

### **Fraunhofer Institut für keramische Technologien und Systeme (IKTS Dresden)**

Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Michaelis  
(Mitarbeit im Fachausschuss 2)

### **Technische Universität Hamburg-Harburg Institut für Laser und Anlagensystemtechnik (iLAS)**

Prof. Dr.-Ing. Claus Emmelmann  
(Mitarbeit im Fachausschuss 13)

### **Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg**

#### **Lehrstuhl für Stahl- und Holzbau**

Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut Pasternak  
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 8 und 9)

### **KIT Stahl- und Leichtbau, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Karlsruhe**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer  
(Mitarbeit im Fachausschuss 9)

### **Hochschule Anhalt, Anhalt University of Applied Sciences Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen (emw)**

Spanlose Fertigungstechnik – Schweißtechnik  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Rudolf  
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 4 und 5)

### **Fraunhofer Anwendungszentrum für Großstrukturen in der Produktionstechnik, AGP, Rostock**

Prof. Dr.-Ing. Martin-Christoph Wanner  
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 3 und V 4)

# Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2014

## Forschungsvorhaben und Fördermittel

2014 flossen insgesamt 504,3 Millionen Euro Fördermittel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) über die AiF in rund 11.000 FuE-Projekte zugunsten des Mittelstands. Davon entfielen 140,2 Millionen Euro auf die Kernaufgabe der AiF, die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) im Innovationsnetzwerk der AiF und ihrer 100 Forschungsvereinigungen (2013: 138,4 Millionen Euro). 364,1 Millionen Euro wurden über die Fördersäule „FuE-Kooperationsprojekte“ des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) eingesetzt, das die AiF Projekt GmbH als beliehener Projektträger des BMWi betreut (2013: 351,6 Millionen Euro).

Die vorwettbewerbliche IGF bildet dabei eine entscheidende Basis für anschließende ZIM-Projekte. Durch IGF-Projekte werden wertvolle vorwettbewerbliche Forschungsergebnisse bereitgestellt, die anschließend über ZIM-Projekte direkt in Produkte überführt werden können. Aus Sicht der Forschungsvereinigung ist es daher unverständlich, dass die für IGF Projekte bereitgestellten Mittel im Vergleich zu den Fördermitteln für ZIM-Projekte lediglich sehr zurückhaltend anwachsen beziehungsweise im BMWi auch bereits über Mittelkürzungen für die IGF diskutiert wurde. Über diese sehr verhaltene Fördermittelenwicklung der IGF stellt sich für den Mittelstand in Zukunft die besondere Herausforderung, wie über IGF-Projekte in der Breite noch ausreichende Forschungsbedarfe umgesetzt werden können, die dringend benötigt werden, um weiter erfolgreich wettbewerbsfähige Produktentwicklungen voranzutreiben.

Aus dem IGF-Haushalt wurden von der Forschungsvereinigung 2014 insgesamt 10,5 Mio. EUR für die fügetechnische Gemeinschaftsforschung eingeworben. Ein bisher nie zuvor erreichtes Ergebnis! Damit gelang es der Forschungsvereinigung, für die

fügetechnische Gemeinschaftsforschung umfassend den in der Forschungsvereinigung diskutierten Forschungsbedarf in einer Vielzahl von Projekten erfolgreich abzubilden. Im Vergleich zum Vorjahr mit 7,6 Mio. EUR fand somit eine deutliche Steigerung der Fördermittel statt.

Diese Steigerung der Fördermittel geht einher mit einem ebenso deutlichen Anstieg der betreuten Projekte: 2014 hat die Forschungsvereinigung insgesamt 126 Forschungsvorhaben administrativ begleitet und erfolgreich bearbeitet. 44 Projekte wurden neu begonnen, 41 weitergeführt und 41 Vorhaben abgeschlossen. Einen Überblick über die Entwicklung der Zahlen und die Höhe der Fördermittel der letzten zehn Jahre geben die Bilder 7, 8 und 9.

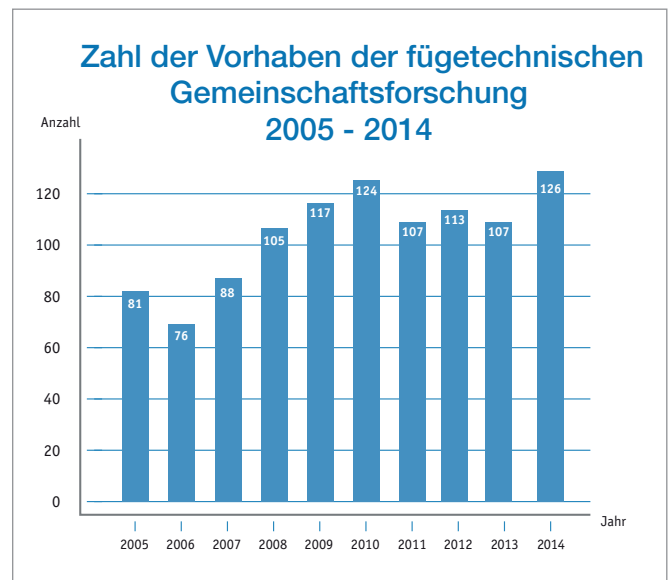


Bild 8

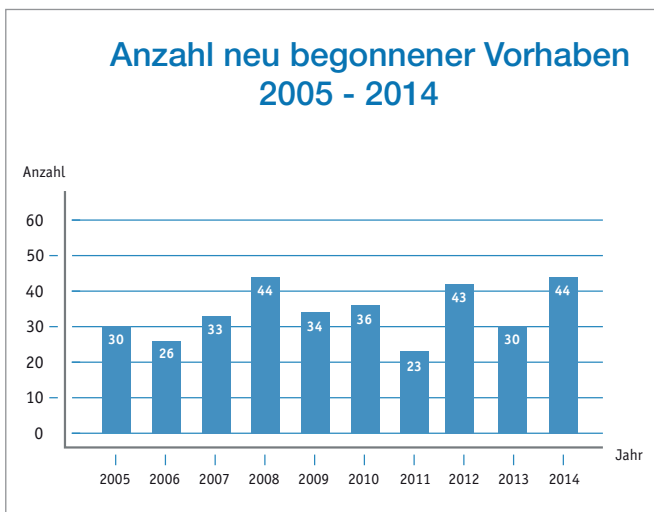


Bild 7

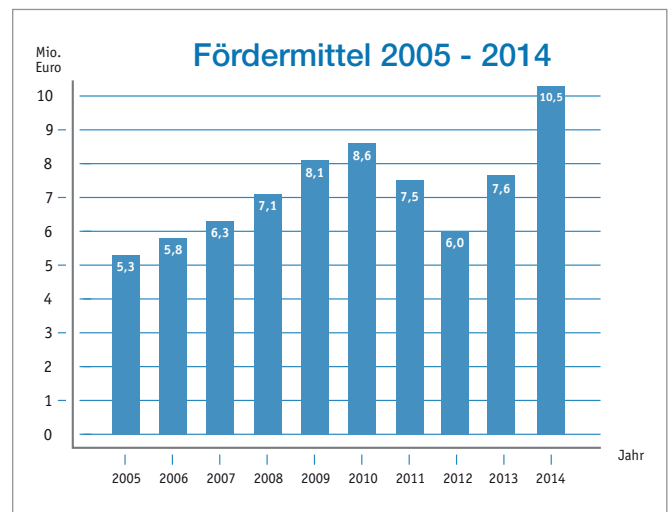


Bild 9

## Beteiligung der Institute an Vorhaben und Anträgen 2014 (forschende Mitglieder in der Forschungsvereinigung)

Nr.	Institutsleiter	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
01.	Beck					
02.	Bergmann	4	2	1	5	12
03.	Bleck					
04.	Bobzin	3	1	2	3	9
05.	Bock				1	1
06.	Böhm		3	2	5	10
07.	Dilger	3	2	4	3	12
08.	Drummer	1			2	3
09.	Esderts		1			1
10.	Franke		1		1	2
11.	Füssel	3	1	3	2	9
12.	Gehde	1	1	1	4	7
13.	Geßner		1			1
14.	Graf			1	1	2
15.	Heim					
16.	Hopmann				1	1
17.	Jüttner	1	1	1	3	6
18.	Klassen	2			1	3
19.	Lindemann		1			1
20.	Maier	2	2	1	4	9
21.	Mayr	2		1	2	5
22.	Meschut	4	4	2	1	11
23.	Michailov		2		1	3
24.	Moritzer / Schöppner				1	1
25.	Müller	1				1
26.	Ploshikhin	1			1	2
27.	Reisgen	5	4	3	5	17
28.	Schein	2			2	4
29.	Stark		1	2	1	4
30.	Tillmann	1			7	8
31.	Wagner / Lampke	4	1	3	5	13
32.	Weihe					
33.	Wesling					
34.	Wilde		1	2		3
35.	Wilden	1				1
36.	Zäh	1	3	1		5
37.	Cramer		2	1	1	4
38.	Hoffmann					
39.	Keitel	2	1		1	4
40.	Mährlein					
41.	Mittelstädt					
42.	Paulinus		1			1
43.	Rotaru					
44.	Sändig	1	1	2	2	6
45.	Benecke		1	1		2
46.	Beyer	1	1	2	1	5
47.	Gumbsch	1	4			5
48.	Hanke	1			1	2
49.	Lang				3	3
50.	Mayer	3		3	3	9
51.	Melz	1		1	1	3
52.	Propawe	1			5	6

Hochschul institute

DVS-Institute

Fraunhofer Institute

## sonstige Institute

Nr.	Institutsleiter	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
53.	Bastian			1		1
54.	Fleischer					
55.	Kaysser					
56.	Kracht / Obermeyer	2		2	6	10
57.	Oechsner			1		1
58.	Polzin		1			1
59.	Reif			1	1	2
60.	Rethmeier	1	1		1	3
61.	Schmidt			1	1	2
62.	Vollertsen			2	3	5

## Beteiligung der Institute an Vorhaben und Anträgen 2014 (weitere Forschungsstellen)

## Hochschul institute

Nr.	Institutsleiter	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
01.	Bund				1	1
02.	Dott			1		1
03.	Ehlers				1	1
04.	Emmelmann			1	2	3
05.	Engelhardt	1			1	2
06.	Fehlbier				1	1
07.	Feldmann		1			1
08.	Geiß		1			1
09.	Hildebrand		2			2
10.	Könke		1			1
11.	Kruscha	1			1	2
12.	Kurz		1			1
13.	Luhmann			1	1	2
14.	Matzenmiller		1	1		2
15.	Pasternak		1			1
16.	Pohl				1	1
17.	Riegel				1	1
18.	Rudolf	1				1
19.	Schmitt		1			1
20.	Sievers				1	1
21.	Vormwald			1		1
22.	Walther				1	1
23.	Wanner				2	2
24.	Witt	1		1	1	3

## Fraunhofer Institute

25.	Elsner		1			1
26.	Klocke			1		1
27.	Landgrebe		1	1		2
28.	Michaelis	1	1			2
29.	Uhlmann		1			1
30.	Wanner				1	1
31.	Wehrspohn			1		1

## sonstige Institute

32.	Bloß	1				1
33.	Cambier				1	1
34.	Kannengießler				1	1
35.	Richter			1		1
36.	Ummerhofer	1	2		1	4
37.	Weltmann			1	2	3



## 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 10**) wie in den Kongressbänden der DVS Media GmbH sowie die Weitergabe der Schlussberichte dar.

### Veröffentlichungen 2014

- 16** Veröffentlichungen in „Schweißen & Schneiden“
- 2** Veröffentlichungen in „Joining Plastics - Fügen von Kunststoffen“
- 2** Veröffentlichungen in „Thermal Spray Bulletin“
- 7** Veröffentlichungen in „Welding & Cutting“

Bild 10: Veröffentlichungen 2014

Auch 2014 erfolgte im DVS-Netzwerk eine Reihe von Aktivitäten sowohl im DVS als auch in der Forschungsvereinigung. **Bild 11** zeigt einen Überblick über die technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen, die im vorigen Jahr stattfanden. Die Inhalte kamen insbesondere auch den Unternehmen zugute, die nicht unmittelbar an IGF-Forschungsbeteiligungen beteiligt waren, sich gleichwohl aber umfassend informieren wollten.

## Erfolgreicher Ergebnistransfer in Normung und Standardisierung

Die Vernetzung der Aktivitäten der Forschungsvereinigung mit denen des Ausschusses für Technik (AfT) im DVS wurde 2014 weiter intensiviert. Dies fand unter anderem seinen Ausdruck in gemeinsamen Kolloquien zwischen fachlich korrespondierenden Gremien der Forschungsvereinigung und des AfT, Beispiele: Das Gemeinschaftskolloquium FA 4 / AG V 3 „Widerstandsschweißen“ in Duisburg im September oder das Gemeinschaftskolloquium FA 10 / AG A 2 / AG V 6.2 „Mikroverbindungstechnik“ in Dresden im November. Dieses Modell wird zukünftig auch auf weitere Fachausschüsse mit geeigneten Inhalten Anwendung finden.

Darüber hinaus wurde der Ergebnistransfer von Forschungsergebnissen in Standardisierung und Normung fortgeführt. Projektskizzen sollen bereits bei der Vorstellung in den Fachausschüssen zu erkennen geben, dass ihre Forschungsergebnisse für einen Transfer in technische Regelwerke geeignet sind und in den entsprechenden Arbeitsgruppen des AfT in DVS-Regelwerke umgesetzt werden können. Hierfür besteht eine sehr enge Kooperation mit dem Ausschuss für Technik des DVS. Die nachfolgenden Beispiele (**Bild 12**) zeigen, wie aus einer Forschungsidee gleichzeitig auch der Grundstein für die Erstellung eines DVS-Regelwerks (DVS-Merkblatt oder -Richtlinie) für die Industrie gelegt wird, um den Stand der Technik für den Anwender zu beschreiben.

### Technisch-wissenschaftliche Veranstaltungen mit Beteiligung der Forschungsvereinigung im Jahr 2014

#### Februar

14. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“, 2014, Frankfurt am Main

7. DVS/GMM-Tagung „EBL 2014 – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten“, Fellbach

DVS-Forschungssseminar 2014 „Der Elektronenstrahl als Werkzeug für die Fügetechnik“, Halle

#### März

Workshop „Lichtbogenphysik“, Aachen

#### Mai

4. DVS-Projekt-kolloquium „IBESS - Integrale Bruchmechanische Ermittlung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen“, Aachen

ITSC 2014 - International Thermal Spray Conference and Exposition, Barcelona/Spain

#### September

DVS CONGRESS 2014 mit Großer Schweißtechnischer Tagung und DVS-Studentenkongress, Berlin

#### Oktober

VDI/DVS-Wissensforum, VDI/DVS-Fachkonferenz „Additive Manufacturing“, Duisburg

#### November

Gemeinschaftskolloquium FA 4 / AG V 3 Widerstandsschweißen, Duisburg

Gemeinschaftskolloquium FA 10 / AG A 2 / AG V 6.2 „Mikroverbindungstechnik“, Dresden

#### Dezember

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

5. DVS-Projekt-kolloquium „IBESS - Integrale Bruchmechanische Ermittlung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen, Berlin

4. Fügetechnisches Gemeinschaftskolloquium 2014 „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik“, Dresden

Bild 11: Ergebnistransfer durch Fachveranstaltungen mit Beteiligung der Forschungsvereinigung






Fachausschuss	Projekt	Forschungsstelle	Projekt-Status	Korrespondierende Arbeitsgruppe	Transfer / Umsetzung / Zielsetzung im DVS-Regelwerk
	Qualifizierung und Weiterentwicklung von Schleppgasdüsen für eine verbesserte Schutzgasabdeckung beim Schweißen	Prof. Dr.-Ing. U.Füssel Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik, TU Dresden	Laufendes Vorhaben	AG V 2.4 AG V 2.3	Merkblatt DVS 0937 „Formieren / Wurzelschutz“ und Merkblatt DVS 0969 „Anlaufarben“ sowie weitere DVS-Merkblätter im MSG-Bereich
	Untersuchung und Bewertung der Mischbruchneigung von Widerstandspunktschweißverbindungen in hochfesten Stählen	Prof. Dr.-Ing. P. Gumbsch Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Freiburg	Antrag	AG V 3.2	Merkblatt DVS 2935 -2 „Widerstandspunktschweißen von Feinblechen aus niedrig legierten Stählen - Kaltgewalzte Mehrphasenstähle (AHSS)“,  Merkblatt DVS 2902-3 „Widerstandspunktschweißen von Stählen bis 3 mm Einzeldicke – Konstruktion und Berechnung –“
	Untersuchung zum reibungsbasierten Schließen des Endloches beim Rührreißschweißen (FSW)	Prof. Dr.-Ing. H. Cramer GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Niederlassung SLV München	Laufendes Vorhaben	AG V 11.2	Merkblatt DVS NN „Das Rührreißschweißen und seine Anforderungen an die Betriebsanlagen“
	Entwicklung von Prozessen zum flussmittelfreien Schutzgas-Hartlöten zwischen 650°C und 850°C durch Einsatz silantdotierter Prozessgase	Prof. Dr. H. J. Maier Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover	Laufendes Vorhaben	AG V 6.1	Merkblatt DVS NN „Allgemeine Verfahrensanweisung zum Löten unter silanhaltigen Schutzgasen“
	Einfluss der Wulstbearbeitung auf heizelementgeschweißte Kunststoffhalbzeuge	Dr.- Ing. P. Heidemeyer SKZ - KFE gGmbH Würzburg	Antrag	DVS AG W 4.4 DVS AG W 4.1a	Erweiterung von bestehenden DVS-Richtlinien, z.B. DVS Richtlinie 2207-1 „Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD“

Bild 12: Transfer und Umsetzung von Forschung in DVS-Regelwerke

Der Ausschuss für Technik ist die Institution im DVS, die mit ihren über zweihundert Arbeitsgruppen und über zweitausend Mitgliedern das DVS-Regelwerk, bestehend aus über fünfhundert DVS-Merkblättern und -Richtlinien, verantwortet. Zahlreiche Arbeitsgruppen des Ausschusses für Technik sind Gemeinschaftsausschüsse mit Gremien des Normenausschusses Schweißen und verwandte Verfahren des DIN e. V. Damit ist auch eine Überführung von Forschungsergebnissen in die fügetechnische Normung etabliert.

## Beschlüsse des Forschungsrats 2014 - Administrative Änderungen in den Abläufen der Forschungsvereinigung

2013 wurde vom Forschungsrat eine Reihe von Beschlüssen verabschiedet, die in 2014 teilweise noch einmal überprüft, weiter konkretisiert und bestätigt wurden. Neben dem konsequenten Umsetzen der Satzungsvorgaben, nach der alle in der Forschungsvereinigung aktiven Unternehmen DVS-Firmenmitglieder sind, haben sich auch wichtige administrative Änderungen für Abläufe und Prozesse in der Forschungsvereinigung ergeben, angefangen vom Sitzungsmanagement über die Einreichung von Projektskizzen bis zur Bearbeitung der Anträge und Forschungsvorhaben. Die Mitglieder wurden ausführlich über diese Neuerungen informiert.

## Ausrichtung der fÜgetechnischen Gemeinschaftsforschung

Auch im Jahr 2014 wurde in der Forschungsvereinigung und im Ausschuss für Technik des DVS unter den Industrievertretern die Befragung via Online-Verfahren fortgeföhrt, mit dem Ziel, kontinuierlich aktuelle und zukünftige Forschungsschwerpunkte und -bedarfe festzustellen und zu bewerten. Insgesamt haben 378 Fachleute 1096 Bewertungen und Einschätzungen zu wichtigen zukünftigen Trends und Entwicklungsbedarfen in der FÜgetechnik abgegeben. Die Ergebnisse kennzeichnen auch 2014 deutlich, welche Themen im vorrangigen Interesse der Industrie und den fÜgetechnischen Branchenunternehmen stehen. Die Befragung wird im Jahr 2015 fortgesetzt.

## Forschungsschwerpunkte

Ebenso wurden im Berichtszeitraum 2014 die aktiven Forschungsvorhaben analysiert und ausgewertet (Bilder 13, 14, 15, 16 und 17). Die laufende und zukünftige Ausrichtung der Forschungsaktivitäten bleibt stetig Gegenstand der Diskussion in der Forschungsvereinigung.

## Schweißverfahren

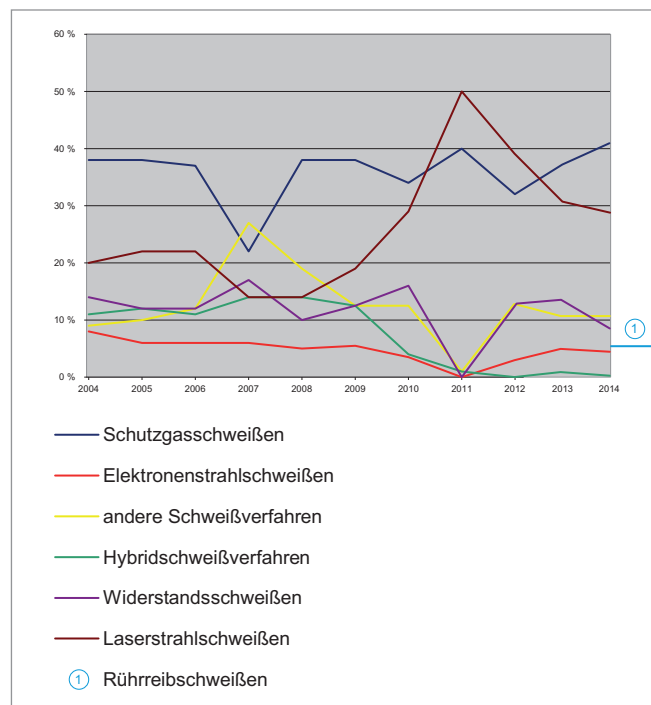


Bild 14

## Fügeverfahren

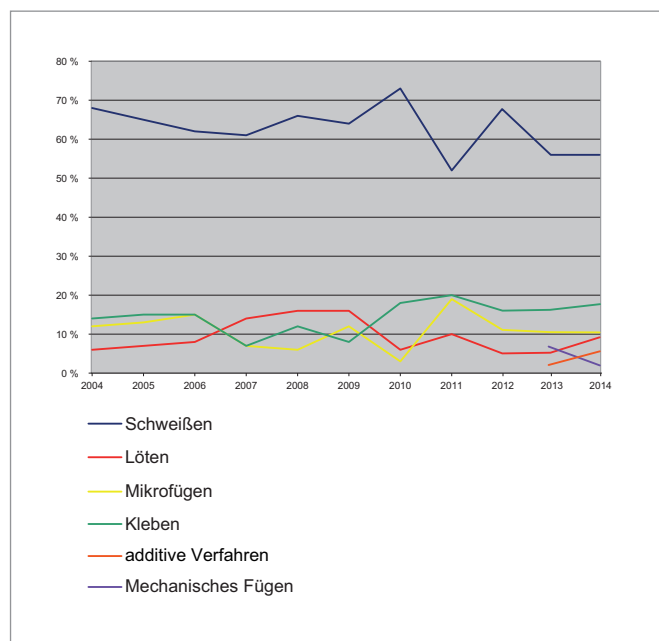


Bild 13

## Fügen, Trennen & Beschichten

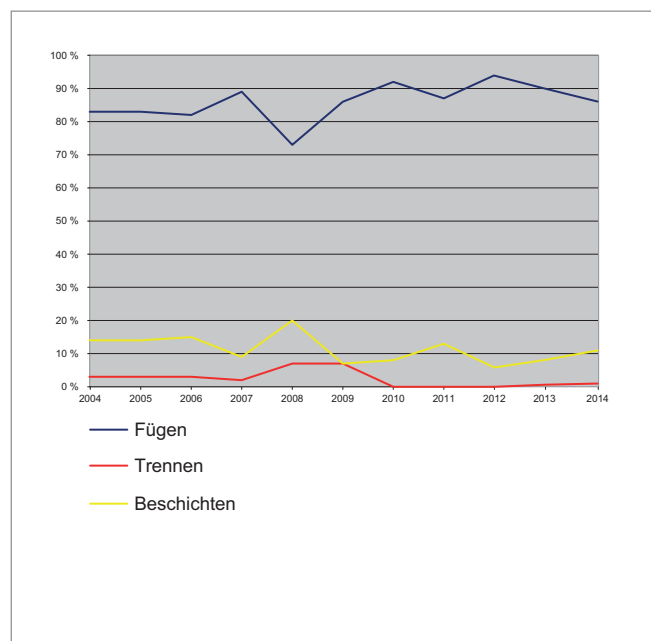


Bild 15

## Werkstoffe

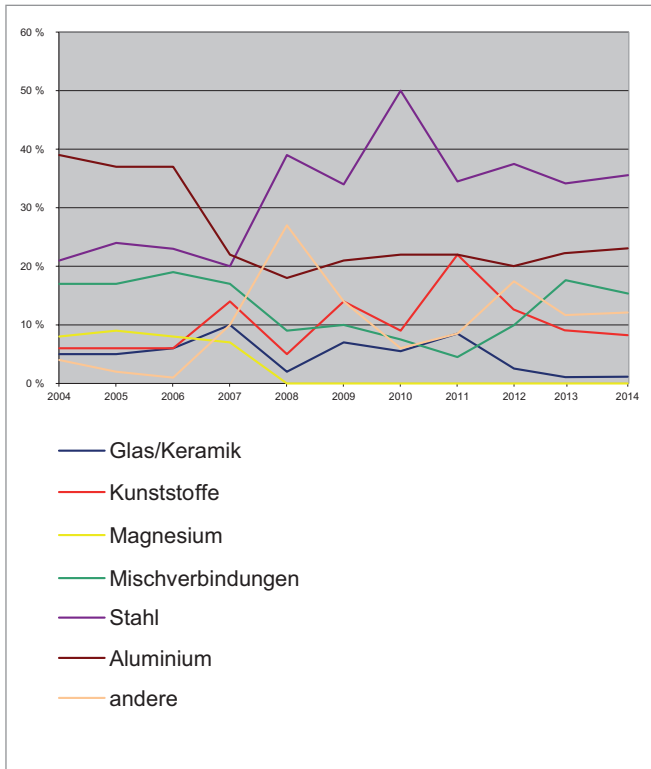


Bild 16

## Forschungsfelder

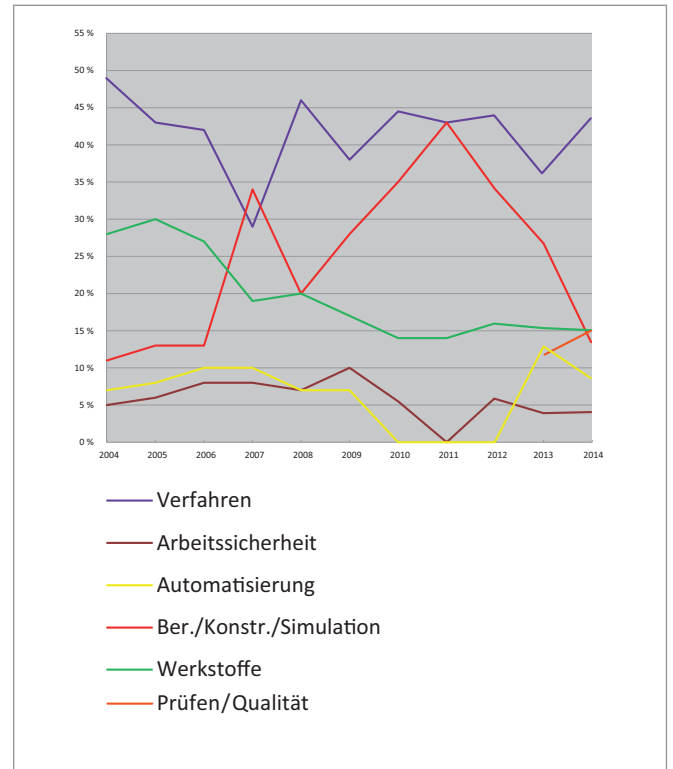


Bild 17

## Perspektiven

Den Schwerpunkt der Aktivitäten in der Forschungsvereinigung bildet die Koordinierung und Förderung von Projekten der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF). Die Förderung von

Projekten mit erweiterten und spezifischen Zielrichtungen steht ebenfalls im Blickfeld. Die Perspektiven und die Ausrichtung sind in **Bild 18** zusammengefasst.

Maßnahmen	Partner	Ziel / Status
IGF-Forschungsvorhaben im Normalverfahren Themenverbundprojekte CORNET	BMW, AiF andere Forschungsvereinigungen der AiF BMW, AiF	Kontinuierliche Beteiligung
Jährliche DVS-Forschungsseminare Fachkolloquien / Fachveranstaltungen / Workshops	Mitglieder der Forschungsvereinigung	Darstellung von Forschungsbedarf Transfer von Forschungsergebnissen

Bild 18

## Forschungspolitische Aktivitäten

Die Forschungsvereinigung hat die AiF bei ihrer politischen Arbeit zur Förderung der Forschung auch im Jahr 2014 wieder engagiert unterstützt. Alle forschungspolitischen Aktivitäten der Forschungsvereinigung bilden eine aktive Schnittstelle der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung zu den Mitgliedern des DVS aus Industrie, Handwerk, Körperschaften und der Wissenschaft (Bild 19).

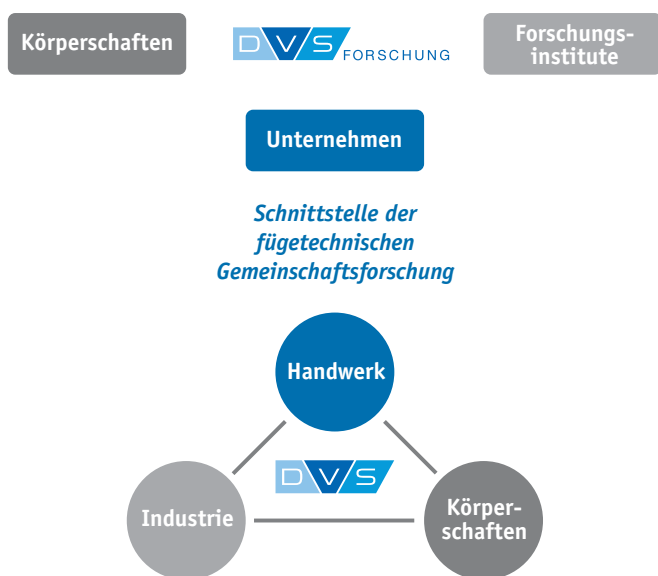


Bild 19

## DVS-Forschungsseminar 2014 „Der Elektronenstrahl als Werkzeug für die Fügetechnik“

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS hat es sich zur Aufgabe gemacht, fortlaufend neue Anforderungen an die Fügetechnik zu identifizieren und über die Initiierung und Durchführung von Forschungsaktivitäten dem Anwender Lösungen für offene Fragestellungen anzubieten. Ein wesentliches Werkzeug, um aktuelle und zukünftige Anforderungen für die Fügetechnik zu identifizieren, sind die DVS-Forschungsseminare. Mit Hinblick auf zukünftige Entwicklungsschwerpunkte fand am 20. Februar 2014 in der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Halle GmbH das DVS-Forschungsseminar „Der Elektronenstrahl als Werkzeug für die Fügetechnik: Hochleistungsfügeverfahren mit Präzision und Effizienz für innovative Anwendungen“ statt, mit dem Ziel, die Fachdiskussion aller Beteiligten über Wettbewerbsgrenzen und individuelle Interessenlagen hinweg weiter zu intensivieren.

Um die Fachdiskussionen der insgesamt 72 Teilnehmer anzuregen, wurden Beiträge industrieller Anwender zum Tech-

nologiebedarf sowie werkstoff- und verfahrensbezogene Darstellungen z.B. aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Offshore-Windenergie vorgestellt. Eine weitere Basis für die Diskussion bot eine vom DVS beauftragte Studie zur Ermittlung des aktuellen Standes der Technik im Umfeld der Elektronenstrahltechnik sowie die Darstellung deren aktueller Anwendungen, Grenzen und Chancen. Die Ergebnisse dieser Studie wurden in den DVS-Berichten, Band 299 „DVS-Forschungsseminar 2014 – Der Elektronenstrahl als Werkzeug für die Fügetechnik“ bereits veröffentlicht.

## Fazit der Diskussionen

Der Elektronenstrahl (EB) ist ein in der Industrie seit Jahrzehnten eingesetztes und anerkanntes Werkzeug und besitzt seine Kernkompetenz in der hohen Schweißgeschwindigkeit, hohen Einschweißtiefe über 25 mm und in der Mehrstrahltechnik. Er ist in manchen Bereichen, z.B. bei hochbeanspruchten Bauteilen in der Luft- und Raumfahrt, das Maß der Dinge. Einige Anwendungen können heutzutage nur mit dem Elektronenstrahl gefügt werden. Vielfach leidet die öffentliche Wahrnehmung zum EB aber darunter, dass er in der Industrie ein oft gut gehütetes Geheimnis in der Fertigung darstellt und auch in der Lehre nicht umfänglich präsent ist, und damit das Wissen um den EB dem Kreis der Experten vorbehalten bleibt.

Die Elektronenstrahltechnologie hat sich allerdings in den letzten Jahrzehnten nur evolutionär entwickelt, wie z.B. in Bezug auf die schnelle Strahlableitung. Technische Revolutionen würden dem EB zu neuem Aufschwung verhelfen und auch die Wahrnehmung in der Öffentlichkeit erhöhen. Möglicher Technologiepusher könnte auch der Einsatz eines Mobilvakuums in Kombination mit dem EB sein.

Die Fertigungsqualität mit dem Elektronenstrahl ist sehr hoch, aber auch abhängig von der elektronen-emittierenden Katode. Es existieren noch keine hinreichenden Verfahren zur Überwachung der Katodeneigenschaften (Einbaulage, Verschleißzustand) und damit auch der Fertigungsqualität, welche für abnahmepflichtige Bauteile von hoher Bedeutung ist. Zurzeit sind Katoden noch nicht standardisiert in Regelwerken erfasst. Daher wurde seitens der Anwender Forschungsbedarf im Hinblick auf die Prozesskontrolle und das Prozessmonitoring (Qualitätssicherungsmethoden) gesehen.

Die hohen Investitionskosten sind laut der DVS-Studie ein Grund weswegen KMU sich nicht für eine EB-Anlage entscheiden. Zudem steht die hohe Lebensdauer einer EB-Anlage im Gegensatz zu dem Produktlebenszyklus von wenigen Jahren in manchen Branchen. Eventuell könnten durch Innovationen in Bezug auf die Strahlerzeugung z.B. durch eine Plasmakatode, die Anschaffungskosten gesenkt werden. Dies müsste aber auch unter Gesichtspunkten der Fertigungsqualität und Realisierbarkeit seitens der Hersteller betrachtet werden.



Bild 20: Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Stefan Böhm (links), Universität Kassel, in der fachlichen Diskussion mit Dipl.-Ing. Frank Palm, Airbus Group Innovations, München.

Weitere Verbesserungspotenziale wurden in der Automobilbranche hinsichtlich der Vermeidung von Heißrissen, der Schweißspaltsuche, Reproduzierbarkeit und auch in der Minimierung von Verzug gesehen, da z.B. bei Turboladern Rotationsgeschwindigkeiten von bis zu 330.000 U/min existieren.

In der Luft- und Raumfahrt wird ebenfalls deutlicher Forschungsbedarf im Bereich der generativen Fertigung mit dem Elektronenstrahl gesehen (Bild 20). Gerade bei Titanbauteilen ist der Elektronenstrahl im Vorteil gegenüber anderen Verfahren. Titanbauteile werden zunehmend als Verbindungselemente mit CFK-Bauteilen verwendet. Zudem haben die bisher verwendeten Gussbauteile sehr lange Lieferzeiten, weswegen sich das Fügen von Halbzeugen anbietet.

In der Offshore-Windenergie wird ebenfalls Forschungsbedarf hinsichtlich der Entstehung von Heißrissen gesehen, da perspektivisch Werkstücke bis 150 mm Dicke eingesetzt und gefügt werden sollen.

Die Diskussion der Ergebnisse wurde auch auf internationaler Ebene im International Institute of Welding (IIW) im Juli 2014 fortgesetzt.

**Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Christoph Eßer-Ayertey, DVS**

#### 4. Fügetechnisches Gemeinschaftskolloquium „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik“

Am 9. und 10. Dezember 2014 fand das vierte Fügetechnische Gemeinschaftskolloquium „Gemeinsame Forschung in der Me-

chanischen Fügetechnik“ der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V. (EFB), Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) und der Forschungsvereinigung des DVS in Dresden statt (Bild 21).

Gastgeber des Austausches von Forschungsergebnissen, Trends und neuen Anwendungen war das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik. Rund 120 Teilnehmer informierten sich über Ergebnisse aktueller Projekte zu den Themenblöcken „Mischbau“, „Festigkeit und Verfahrensgrenzen“ und „Hybride Verbindungstechnik“. Auf der begleitenden und stark frequentierten Fachausstellung präsentierten Industrieunternehmen ihre Produkte und Dienstleistungen.



Die zukünftige Forschungsstrategie der Bundesregierung wurde sehr kompetent durch Dr. Ole Janssen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) vorgestellt.

Neben Forschungsergebnissen stehen immer auch neue industrielle Richtungen im Fokus des Teilnehmerinteresses. Dr. Martin Bangel (AUDI AG) stellte Trends in der Fügetechnik durch neue Karosseriekonzepte für Aluminium- und Stahlwerkstoffe vor. Besonderheiten und fügetechnische Anforderungen durch neue Werkstoffkonzepte zum Beispiel beim Mischbau mit pressgehärtetem Stahl sowie beim Materialmix mit Faserverbundwerkstoffen wurden erläutert.



Bild 21: v.l.n.r.: Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland (FOSTA), Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck (DVS), Dr. Ole Janssen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie), Dr.-Ing. Norbert Wellmann (EFB).



Das jährliche, gemeinschaftliche Kolloquium hat sich in dieser Form als eine abschließende Veranstaltung des fūgetechnischen Jahres etabliert. Die Veranstaltung wird weiterhin wechselnd an den Standorten der in diesem Feld aktiven Forschungsstellen durchgefūhrt.

Als Salz in der Suppe werden auch zukūnftig Ūbersichtsvortrāge (technisch und politisch) neben Ergebnissen aus IGF-Projekten angeboten werden.

**Das 5. Fūgetechnische Gemeinschaftskolloquium „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fūgetechnik“ findet am 8. und 9. Dezember 2015 in Paderborn statt.**

**Ansprechpartner: Ass. jur. Marcus Kubanek, DVS**

#### 14. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“

Im Haus der DECHEMA in Frankfurt am Main fand am 18. und 19. Februar 2014 zum vierzehnten Mal das Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ 2014 statt. 256 Personen, davon ūber 77 Industrievertreter, 75 Besucher aus dem Hochschulbereich, 20 Studenten und 84 freie Teilnehmer (Verbānde, Presse, Privatleute) nahmen daran teil.

Seit 2001 informiert das Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ im Frūhjahr gebūndelt ūber den aktuellen Stand und richtungsweisende Trends in der anwendungsorientierten klebtechnischen Forschung. Damit hat sich auf dem Gebiet der Klebtechnik eine hervorragende Plattform etabliert, auf der sich kontinuierlich Unternehmen ūber laufende Forschungsvorhaben informieren. Aber auch das Planen und Mitgestalten von zukūnftigen Forschungsvorhaben erfolgt am Rande der Veranstaltung zwischen Unternehmen und Wissenschaft sehr effektiv, was an den nachfolgend im Gemeinschaftsausschuss



Bild 22: Partner und Unterstützer des Kolloquiums

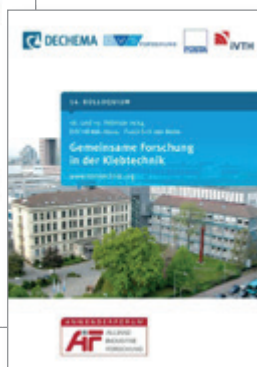


Bild 23: Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck, Geschäftsführer der Forschungsvereinigung des DVS, beim Eröffnungsvortrag

„Klebtechnik“ (GAK) eingereichten Projektskizzen immer wieder sehr eindrucksvoll ablesen lässt.

Veranstalter des Kolloquiums, das als AiF-Anwenderforum durchgefūhrt wird, waren die DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie / ProcessNet-Fachgruppe Klebtechnik, die Forschungsvereinigung des DVS, die Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) und der Internationale Verein für Technische Holzfragen (IVTH). Die Veranstaltung wird dabei von weiteren Forschungsvereinigungen unterstützt (Bild 22). Alle Veranstalter sind Mitglieder der AiF und bilden seit 2005 den GAK. Im GAK beraten dessen Industriemitglieder ūber Projektskizzen und geben Empfehlungen zur Antragsausarbeitung. Der GAK ist im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung das allgemein anerkannte Gremium, um klebtechnische Forschungsthemen unter dem Dach der AiF zu beraten.

Die diesjāhrige Veranstaltung wurde erōffnet durch die Forschungsvereinigung des DVS, deren Geschäftsführer Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck den anwesenden Gāsten in seiner Begrūßungsrede aktuelle Zahlen aus der Produktion und Anwendung der Fūgetechnik in Deutschland mit Blickpunkt auf das Kleben präsentierte (Bild 23).



Zu den Grūßadressen trugen Dr. Rainer Jākel, Leiter der Unterabteilung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, in der die von der AiF betreuten Programme angesiedelt sind, und Dr. Burkhard Schmidt, Geschäftsführer IGF in der AiF, bei. Anschließend erfolgte die Ehrung von Herrn Dr. Hans-Gūnther Cordes aus Jork für seine seit ūber dreißig Jahren wāhrende ehrenamtliche Unterstützung und aktive Mitarbeit in



der Klebtechnik mit der DECHEMA-Medaille, die von Professor Dr. Kurt Wagemann, Hauptgeschäftsführer der DECHEMA, überreicht wurde. Professor Wagemann gratulierte und dankte herzlich im Namen der DECHEMA und des Gemeinschaftsausschusses „Klebtechnik“.

Thematisch stand im Mittelpunkt der Veranstaltung die Berichterstattung zum AiF/DFG-Cluster-Projekt „BestKleb – Beständigkeit von Klebungen verstehen und berechnen“, in dem es um die Berechenbarkeit von Klebverbindungen, die Reproduzierbarkeit fertigungstechnischer Abläufe mit höchster Qualität sowie die Prognose der Lebensdauer von Klebverbindungen geht.

Das allgemeine Vortragsangebot wurde auch für 2014 kontinuierlich verbessert, um interessante klebtechnische Themen aus möglichst vielen Branchen zu erfassen. Wegen des großen Zuspruchs wurden auch die Parallelsessions fortgeführt. Insgesamt zeigte sich den Teilnehmern wieder die gesamte Bandbreite der Klebtechnik, vom Kleben im Holz-, Beton-, Stahl- und Glasbau, im Fahrzeugbau und der Verfahrensanwendung in der Fertigung.

Seit Jahren hat sich die Veranstaltungsreihe auch die Förderung des ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchses zur Aufgabe gemacht. Für eine ausgewählte Anzahl Studierender, die von den Forschungsstellen an den Hochschulen vorgeschlagen wurden, wurden die Kosten für die Teilnahme am Kolloquium wie Anreise, Übernachtung und Teilnehmergebühren von den Trägern des Gemeinschaftsausschusses übernommen. Dies geschieht mit Hilfe von Sponsorengeldern einer Reihe namhafter Industrieunternehmen, die das Kolloquium regelmäßig unterstützen. 2014 wurde dieses Angebot, dass auch in den nächsten Jahren fortgesetzt wird, von 19 Studierenden wahrgenommen (Bild 24).

**Das nächste Kolloquium findet am 1. und 2. März 2016 im Maternus-Haus in Köln statt.**

**Ansprechpartner: Ass. jur. Marcus Kubanek, DVS**



Bild 24: Die Vertreter der vier Forschungsvereinigungen, des GAK und der AiF mit den geförderten Studierenden

## Gemeinschaftskolloquium AG V 3 / FA 4 „Widerstandsschweißen“

Der Fachausschuss 4 „Widerstandsschweißen“ führt in Kooperation mit der DVS-Arbeitsgruppe AG V 3 „Widerstandsschweißen“ jährlich ein Gemeinschaftskolloquium durch. Am 4. November 2014 wurde die Fachwelt in die SLV Duisburg eingeladen. Im Mittelpunkt des Kolloquiums stand die Diskussion über aktuelle Forschungsergebnisse und die Evaluierung abgeschlossener Projekte.

Beispielhaft (neben anderen laufenden Forschungsvorhaben) wurde über den aktuellen Bearbeitungsstand des Projekts „Rollennahtschweißen strukturierter Feinbleche“ (DVS-Nr. 04.057/ IGF 17.621 BG) berichtet. In dem Vorhaben ist die Hauptzielsetzung die Qualifizierung des Rollennahtschweißens an strukturierten Blechen zur Herstellung von mediendichten und verzugsarmen Bauteilen. Zum Thema „Entwicklung von Anwendungsrichtlinien zum Litzenkompaktieren und -schweißen“ (DVS-Nr. 04.054/IGF 17.395 B) wurden systematisch die Voraussetzung und Zusammenhänge aufgezeigt, um reproduzierbare Schweißergebnisse zu erzielen. Die grundsätzliche Untersuchungen zum Kompaktieren und die damit einhergehenden Prozesskenntnisse helfen den Steuerungsentwicklern und Herstellern, die nutzeroptimierten Prozessverfahren in die modernen Widerstandsschweißsteuerungen einzubinden.

Aber auch Transfermaßnahmen, wie die Überführung von Forschungsergebnissen in das DVS-Regelwerk, wurden vorgestellt. Der Vorsitzende der AG V 3, Dipl.-Ing. Bothfeld (Harms und Wende GmbH & Co KG), stellte die Aktivitäten aus den verschiedenen Arbeitsgruppen vor.

Weiteres Thema war die Berichterstattung aus der Fachgesellschaft EMF / SEMFIRA (Elektromagnetische Felder / Safety in Electro Magnetic Fields – International-Research Association). Hier wurde über die Aktivitäten auf EU-Ebene und die Erstellung des Leitfadens zur neuen EMF-Richtlinie informiert.

**Das nächste AG V 3/FA 4-Kolloquium findet am 24. November 2015 in der SLV Halle statt.**

**Ansprechpartner: Dipl.- Ing. Axel Janssen, DVS**

## Cluster-Projekte als erfolgreiche Kooperation branchenorientierter Anwendungsforschung

Die Förderung von Forschungsclustern wurde in den letzten Jahren auf unterschiedlichen Ebenen besonders gefördert. Die Europäische Union, der Bund und die Länder haben eine Reihe von Förderinstrumenten entwickelt, mit denen Cluster unterstützt werden, in denen technisch-wissenschaftliche Lösungen zukunftsweisender Themen für die Unternehmen erarbeitet werden. Sie bestehen aus einer Reihe inhaltlich zusammenhängender und koordinierter Forschungsaktivitäten und Projekte, die ein gemeinsames, übergeordnetes Ziel verfolgen und zeichnen sich dabei durch eine intensive Vernetzung der beteiligten Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus.

Die Verbindung von Partnern aus unterschiedlichen Institutionen und Fachgebieten bildet ein Potenzial, das Forschungsaktivitäten über Branchengrenzen der Einzeldisziplinen hinaus auf einem interdisziplinären Niveau erlaubt.

Von politischer Seite wird seit Jahren die Vernetzung von Hochschulen untereinander sowie mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen, aber auch mit Partnern aus der Wirtschaft durch entsprechende Programme unterstützt. Im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) fördert das BMWi branchenübergreifende Projekte von Mitgliedsvereinigungen der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF).

Mit der Fördervariante „Cluster“ im Programm der Industriellen Gemeinschaftsforschung werden mehrere thematisch eng zusammenhängende Forschungsvorhaben unterstützt, die zusammen ein Gesamtprojekt mit einem Hauptziel bilden und für die Umsetzung in Produkte, Verfahren und Dienstleistungen Ergebnisse entwickeln. Ziel dieser Cluster-Vorhaben ist es, den gesamten Innovationsprozess „von der Idee bis zum Produkt“ zu verkürzen. Der interdisziplinäre Ansatz bietet neue Lösungsansätze insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen.

## Fortführung von Clusterprojekten 2014

2014 setzte die Forschungsvereinigung ihre Aktivitäten zur Durchführung von Forschungsclustern weiter fort.

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

**Laufzeit: 1. Oktober 2011 – 31. März 2015**

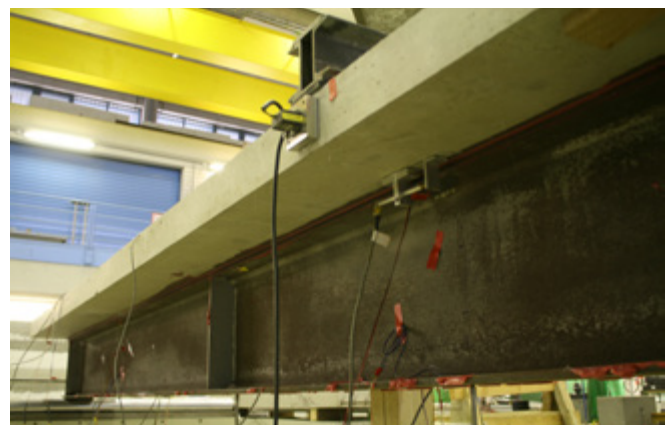
**Internet: [www.processnet.org](http://www.processnet.org)**

Das Teilprojekt 8 „Klebstoff als dauerhaftes Verbundmittel bei Stahlverbundträgern“ (IGF-Nr. 17.275 N / DVS-Nr. 8.077) wird von der Forschungsvereinigung DVS im IGF/DFG-Cluster „BestKleb“ gemeinsam mit Vorhaben der FOSTA und der DE-CHEMA sowie DFG-Projekten in Kooperation des Clusters begleitet und betreut.

Hauptaugenmerk im Forschungsjahr 2014 lag in der Bestimmung des Dämpfungsverhaltens geklebter Stahlverbundträger im nicht gealterten Zustand. Dabei wurden die Einflüsse der jeweiligen Klebstoffsysteme auf das Schwingverhalten untersucht und charakterisiert (siehe **Bild 25**). Des Weiteren erfolgte die Auslagerung von geklebten Verbundträgern, die über das ganze Jahr hinweg der natürlichen Witterung im Raum Kaiserslautern ausgesetzt wurden. Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit wurden während der gesamten Auslagerung mit Hilfe von Datenloggern erfasst.

Parallel wurden Kleinproben mit den Werkstoffkombinationen Stahl-Stahl, Stahl-Beton sowie Beton-Beton einer Freibewitterung sowie zwei zeitraffenden Alterungsregimen ausgesetzt. Die zeitraffende Alterung orientierte sich an den Vorgaben der Forschungspartner im Cluster. Es wurden Kleinproben einer Wasserimmersionslagerung bei 60°C sowie einer feuchten Lagerung bei 60°C und einer rel. Luftfeuchte von 80% ausgesetzt um die physikalische und chemische Alterung der Klebstoffe anzuregen.

Für die zeitraffende Alterung wurden Klimakammern des Materialprüfamtes der Technischen Universität Kaiserslautern bereitgestellt (siehe **Bild 26**). Die bisherigen Ergebnisse der freibewitterten Kleinproben sowie die Ergebnisse des ungealterten



**Bild 25:**  
Verbundträger während der Schwingungsprüfung

Schwingverhaltens großmaßstäblicher Verbundträger wurden am 3. Dezember 2014 während des dritten Projektkolloquiums präsentiert, zu dem die AiF-Mitgliedsvereinigungen, die am Forschungscluster beteiligt sind, ins Haus der DECHEMA e.V. in Frankfurt am Main eingeladen hatten.



Bild 26: Klimakammer des MPAs Kaiserslautern

### IGF-Forschungscluster „ReMTec – Reaktive Fügeverfahren in der Mikroverbindungstechnik“

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

Das IGF-Verbundprojekt ReMTec hatte das Ziel, die Technologie reaktiver Multischichtsysteme (RMS) speziell für Anwendungen in der Mikrosystemtechnik weiterzuentwickeln und diese für kleine und mittelständische Unternehmen in der Branche wissenschaftlich abgesichert verfügbar zu machen. Im Rahmen des vom Fraunhofer IWS bearbeiteten Teilprojektes A1 lag das Hauptaugenmerk auf der Herstellung und Entwicklung von konkret an das Fügeproblem angepassten RMS durch PVD. Der Schwerpunkt der Arbeiten in 2014 bestand aus der Übertragung der Ergebnisse der Weiterverarbeitung von konventionellen Ni/Al RMS (Bild 27) auf hochenergetische Zr/Si RMS. Dabei wurde das Prozessrisiko bei der Herstellung soweit reduziert, dass bis zu 30 µm dicke Zr/Si RMS als freistehende Folien hergestellt werden konnten. Auch die Strukturierung sowie die

Belotung mit zinnbasierten Weichloten und silberbasierten Aktivloten wurden realisiert. Somit steht neben niederenergetischen Ti/Al und mittelenergetischen Ni/Al RMS ein drittes, hochenergetisches Reaktivschichtsystem für die Anwendung in der Mikrosystemtechnik zu Verfügung. Neben der Nutzung von höherschmelzenden Loten ist es nun auch möglich, die notwendigen Strukturbreiten der RMS für Weichlotverbindungen zu reduzieren und damit einen weiteren Beitrag zur Anwendung der reaktiven Fügetechnologie in der Mikrosystemtechnik zu leisten.

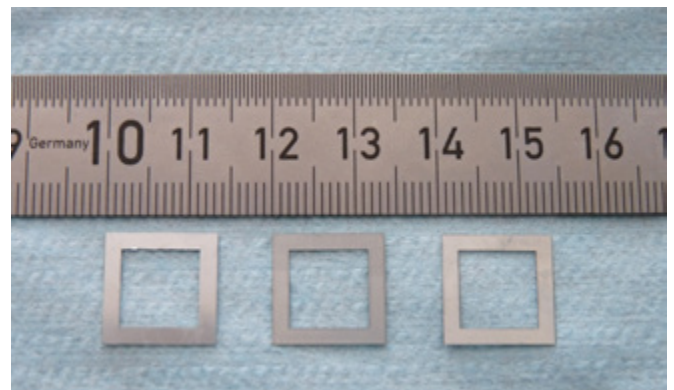


Bild 27: Ni/Al-Preforms für Gehäusefügungen, beidseitig mit 10 µm Zinn belotet und laserstrukturiert

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

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

Die Projektbezeichnung IBESS steht für „Integrale bruchmechanische Ermittlung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen“. Ziel des IGF/DFG-Forschungsclusters IBESS ist die Entwicklung eines Verfahrens zur bruchmechanischen Ermittlung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen. Die Arbeiten umfassen grundlegende Untersuchungen zur Entstehung von Rissen ausgehend von Defekten, zur Veränderung des plastizitäts-induzierten Riss-schließeffekts kurzer Risse in Schweißverbindungen, zur Ausbildung und Beeinflussung von Schweißspannungen unter zyklischer Last, zum Einfluss der lokalen Nahtgeometrie auf die Rissausbreitung, zum Mehrfachriss-Phänomen oberhalb des Dauerfestigkeitsniveaus sowie zum Koaleszenzverhalten benachbarter Risse. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in ein analytisches Modell zur Ermittlung der Schwingfestigkeit ein, das physikalisch begründete und mithin sehr viel individuellere Vorhersagen des Ermüdungsverhaltens von Schweißnähten ermöglichen soll, als das auf konventioneller Basis bislang möglich ist. Ein Teil der Aktivitäten des Clusters ist mit der Bereitstellung von Daten zur Vali-



dierung dieses Modell befasst. Die Validierung selbst wird auf verschiedenen Ebenen vorgenommen, von der Beschreibung des Wachstums von Einzelrissen über ihr Zusammenwachsen bis hin zur kompletten Wöhlerkurve. Bild 28 zeigt eine Momentaufnahme des Wachstums von Mehrfachrissen, wie sie sich auf dem derzeitigen Stand im analytischen Modell für Lastniveaus oberhalb der Dauerfestigkeit ergeben.

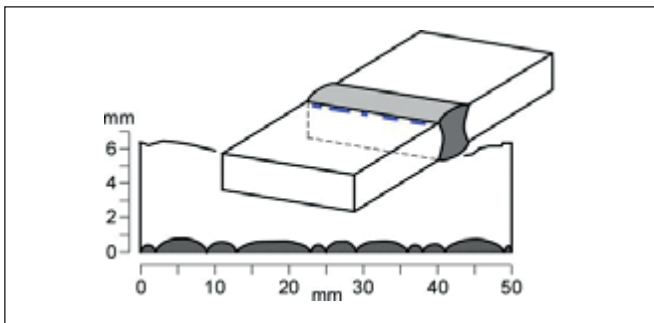


Bild 28: Momentaufnahme des Wachstums von Mehrfachrissen, wie sie sich auf dem Stand Ende 2014 im analytischen Modell für Lastniveaus oberhalb der Dauerfestigkeit ergeben (BAM Berlin)



### Manufuture Technologie Plattform – Sub-Plattform „JOINING“

Die Sub-Plattform „Joining“ wurde als Forum gegründet, in dem sich interessierte Institutionen engagieren, um Forschungsaktivitäten im Bereich Fügen und verwandte Verfahren zu unterstützen. Zusätzlich galt es auch, ein europäisches Netzwerk aufzubauen und weitere Abstimmungsmöglichkeiten zu schaffen. Die Sub-Plattform „Joining“ wird von einem Management-Comitee organisiert. Das Management-Comitee koordiniert die Aktivitäten der Plattform und interagiert sowohl mit der Europäischen Kommission, mit der Manufuture Technology Platform sowie anderen Kommissionsaktivitäten, die für die Fügetechnik interessant sind. (Bild 29).

Der Forschungsvereinigung ist es gelungen, das Management-Comitee über die Benennung weiterer Industrievertreter zu verstärken. Mit Ernst Miklos, The Linde Group, und Dr. Martin Perutzi, voestalpine Böhler Welding, wurden zwei Industriever-

treter für die Sub-Plattform „Joining“ gewonnen, die auch für Inhalte klassischer Schweißtechnologien und einen starken Anwenderbezug stehen.



Bild 29: Organisations- und Managementstruktur der Sub-Plattform



Das 3<sup>rd</sup> General Assembly Stakeholder Meeting der Sub-Plattform „Joining“ fand am 3. Dezember 2014 in Brüssel statt. Das Interesse der Europäischen Kommission an der Veranstaltung war groß. Die Europäische Kommission beeindruckte dabei besonders das gewachsene Industrieengagement. Über die verstärkte Einbindung der Industrie ist es möglich geworden, die Bedarfsdarstellung für die Fügetechnik, aber auch für eine zukünftige Ergebnissenutzung valider darzustellen.

Bisher werden in der Sub-Plattform „Joining“ über 500 Unternehmen und Institute als Mitglieder geführt (Bild 30). Diese kommen aus einer Vielzahl der wichtigsten Technologiebranchen, wie Luft- und Raumfahrt, Nanotechnologie, Schiffbau und Schienenfahrzeugbau, aber auch aus den Bereichen Medizin, Pharmatechnologie, Ausbildung (Bild 31).

Die Sub-Plattform „Joining“ hat sich bei der Europäischen Kommission als Interessensvertretung sehr erfolgreich etabliert. Das Interesse an Themen aus dem Bereich der Fügetechnik wächst in der Europäischen Kommission stetig. Im Rahmen des Stakeholder Meetings wurde die Fügetechnik als wichtigste Querschnittstechnologie wahrgenommen und soll in neuen Aufrufen auch direkter berücksichtigt werden. Die Fügetechnik hat sich damit allgemein als Fertigungstechnologie etabliert.

Die fachlich inhaltlichen Prioritäten der Europäischen Kommission liegen aktuell bei fügetechnischen Themen zur Verbindung

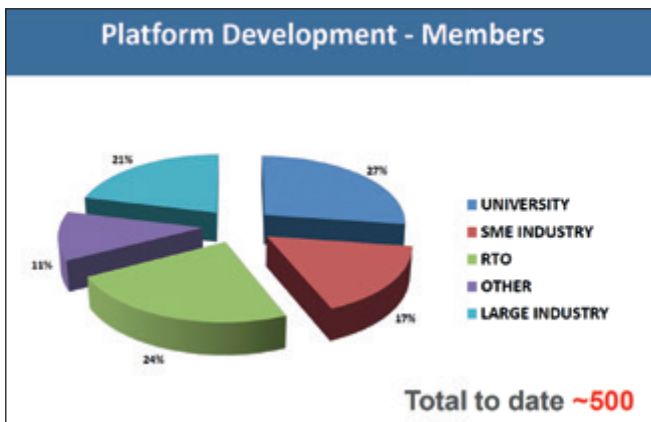


Bild 30: Gesamtanzahl der Mitglieder und ihre Aufteilung

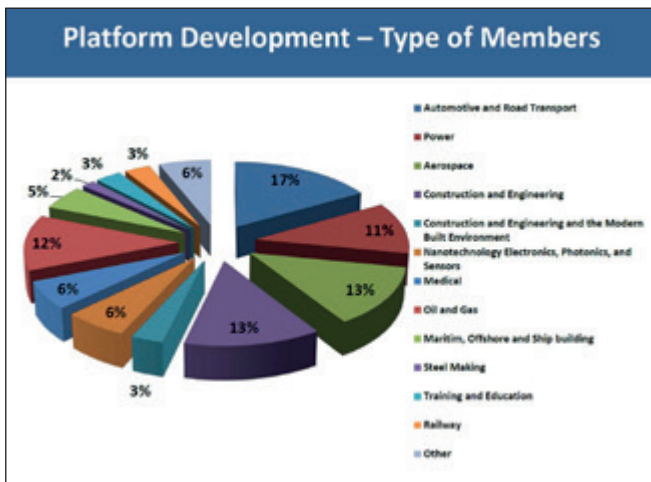


Bild 31: Zusammensetzung der Mitgliederanteile nach Herkunft und Branchen

von Hybridwerkstoffen, ultrahochfesten Werkstoffen sowie hochlegierten Werkstoffen mit neuen Hochtemperatur- und Korrosionseigenschaften. Es wird aktiv auf die HORIZON 2020-Schwerpunkte „Energieerzeugung“ und „Transportwesen/Mobilität“ verwiesen, die exzellente Möglichkeiten für die Einbindung fūgetechnischer Fragestellungen bieten. Dabei werden inhaltlich z.B. fūgetechnische Lōsungen für das „1.000°C-Kraftwerk“ und Leichtbaukonzepte für Fahrzeugstrukturen erwartet, z.B. um größere Batteriekapazitäten zu realisieren. Zu diesen Themen werden in 2015 verschiedene Calls veröffentlicht.

Die vorgestellten industriellen Forschungsbedarfe von Alstom, Rolls-Royce, Linde und voestalpine beinhalteten umfangreiche Themenstellungen rund um das Fūgewerkzeug „Lichtbogen“. Im Rahmen der industriellen Diskussion über Forschungsbedarf wurde deutlich, dass für die fūgetechnischen Schlüsseltechnologien wie Lichtbogenschweißen kein direktes Förder-

werkzeug auf europäischer Ebene verfügbar scheint. Die Vertreter der Europäischen Kommissionen haben sehr aufmerksam die Bedarfsdarstellung der Industrie verfolgt und spontan Vorschläge für die Platzierung in den bestehenden Förderprogrammen Calls angeboten. Es ist zu erwarten, dass das Ziel der Sub-Plattform „Joining“, fūgetechnische Themen direkter in zukünftigen Calls zu berücksichtigen, von der Europäischen Kommission umgesetzt wird.

Neben Inhalten zum Fūgen nannte die Europäische Kommission auch das „Entfūgen“ als ein zunehmend strategisch wichtiges Thema für die Fūgetechnologien der Zukunft. Die Betrachtung der Fūgetechnik über die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zur Demontage/Rückbau steht dabei im Fokus.

Das industrielle Engagement und die industrielle Sichtbarkeit in der Sub-Plattform „Joining“ ist eine stetige Aufgabe. Mit der 3<sup>rd</sup> General Assembly ist es gelungen, das industrielle Engagement zu erweitern. Zur Steigerung der Sichtbarkeit dieses Engagements und auch zur Einbindung und direkten Adressierung von industriellem Forschungsbedarf wurde das bestehende Steuerungsgremium der Joining Plattform um die industriellen Vertreter erweitert.

Es wurde darauf hingewiesen, dass das Förderprogramm Horizon 2020 auch mit nationalen Förderwerkzeugen kombinierbar ist. Auch Inhalte zur Aus- und Weiterbildung sind über Transferaktivitäten und über die Umsetzung von Forschungsergebnissen förderfähig.

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.

Um eine aussagekräftigere Darstellung für fūgetechnischen Forschungsbedarf zu schaffen, werden alle Empfehlungen in der Strategic Research Agenda (SRA) detailliert zusammengefasst und in die wichtigsten Themenbereiche priorisiert. Hierfür werden alle Experten der Fūgetechnik um Unterstützung gebeten. Nur so ist eine Kategorisierung der Prioritätsreihenfolge möglich. Dabei ist es ebenfalls wichtig zu verstehen, wo der Technology-Readiness-Level (TRL) für jedes Thema liegt.

Bitte unterstützen Sie hierfür die hinterlegte Umfrage. Die Umfrage ist in 3 Bereiche unterteilt:

- Bereich 1: Verwandte Technologien
- Bereich 2: Spezifische Anforderungen an die Fūgetechnik
- Bereich 3: Allgemeine Bereiche für die Entwicklung

Internet: [www.joining-platform.com](http://www.joining-platform.com)

## CORNET („COLlective Research NETworking“)

Die Forschungsvereinigung hat sich in den letzten Jahren sehr erfolgreich am Förderprogramm CORNET beteiligt. Die Aktivitäten umfassen dabei neben der inhaltlichen Projektgenese auch die direkte Unterstützung von Forschungsstellen bei der Antragstellung und Projektbearbeitung. Ziel des von der AiF koordinierten Netzwerks ist es, die europäische Zusammenarbeit zwischen nationalen und regionalen Programmen für Gemeinschaftsforschung zu vertiefen. CORNET organisiert zwei Ausschreibungsrunden pro Jahr für gemeinsam geförderte Projekte der Gemeinschaftsforschung. Gegenwärtig sind am Netzwerk CORNET Ministerien und Projektträger aus sieben Ländern und Regionen in Europa beteiligt.

Nähere Informationen sind zu finden unter:

<http://www.aif.de/innovationsfoerderung/industrielle-gemeinschaftsforschung/foerdervarianten/cornet.html>

Aktuelle Informationen zu Antragsberechtigungen, Einreichungsterminen, Antragsunterlagen, Förderbedingungen und Zuwendungsgebern stehen auch der Website der Forschungsvereinigung im Downloadbereich zur Verfügung: [www.dvs-forschung.de](http://www.dvs-forschung.de).

## Vorhaben der Forschungsvereinigung des DVS im CORNET II – Programm 2014

2014 befanden sich insgesamt vier laufende CORNET-Projekte in der Bearbeitung durch die Forschungsvereinigung.

### ZeDAM - Zero Defect Additive Manufacturing

(IGF-Nr. 00.086 E / DVS-Nr. 13.006)

Laufzeit: 1. Januar 2013 – 31. Mai 2015

### Fachausschuss 13 „Generative Fertigungsverfahren – Rapidtechnologien“

Innerhalb des Vorhabens Zero Defect Additive Manufacturing (ZeDAM) werden neue Maßnahmen und Lösungen zur Realisierung einer Null-Fehler-Strategie auf dem Gebiet der additiven Fertigungsverfahren (AF-Verfahren) entwickelt und umgesetzt. Der Kerngedanke des Vorhabens besteht in der Detektierung und Kompensation von Baufehlern bereits während des laufenden Bauprozesses sowie der Entwicklung und Implementierung eines ganzheitlichen Qualitätsregelkreismodells, das über die Prozessebene hinaus Qualitätsverbesserungen ermöglicht. Durch die gewonnene Wissensbasis und die Rückkopplung von Fehlerinformationen in den gesamten Produktentstehungsprozess wird zum einen die Ausschussrate reduziert und zum anderen die Zuverlässigkeit der Erkennung von Defekten für additive Fertigungsverfahren gesteigert.

## Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
Lessius De Nayer, Mechelen	Koordinator	Belgien-Flandern
KU Leuven PMA, Department of Mechanical Engineering	Forschungsstelle	Belgien-Flandern
iwb - Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, TU München	Forschungsstelle	Deutschland
Fraunhofer IWU Chemnitz	Forschungsstelle	Deutschland
WZL, RWTH Aachen	Forschungsstelle	Deutschland
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

### 2014 wurden folgende Projektmeilensteine erreicht:

Die Konzeptionierung eines Qualitätsregelkreismodells und die Entwicklung von Verfahren zur Datenaufbereitung, die Entwicklung von Verfahren zum Aufbau und zur Validierung neuronaler Netze und die exemplarische Prognose von Prozessergebnissen. Als weiteres Arbeitspaket werden aktuell die Beseitigung von Modellfehlern und eine Optimierung des Prozessvorgehens vorbereitet. Geplante nächste Arbeitsschritte sind eine Validierung des Verfahrens an weiteren Technologien (Cases) und der Aufbau des Kostenmodells.

### EcoHardCoat - Development of economically efficient thermally sprayed hardmetal coating solutions for high temperature applications

(IGF-Nr. 00.091 E / DVS-Nr. 02.091)

Laufzeit: 1. April 2013 – 31. März 2015

### Fachausschuss 2 „Thermisches Beschichten und Autogentechnik“

## Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
Fraunhofer für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden	Koordinator und Forschungsstelle	Deutschland
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden	Forschungsstelle	Deutschland
AC²T research GmbH, Wiener Neustadt	Forschungsstelle	Österreich
ASMET (The Austrian Society for Metallurgy and Materials), Leoben	KMU-Forschungsverband	Österreich
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Thermisch gespritzte Beschichtungslösungen für den Verschleißschutz basieren überwiegend auf Hartmetallschichten, die mit Hochgeschwindigkeitsflammspritzverfahren (HVOF/HVAF) aufgetragen werden. Gegenwärtig gibt es noch keine

Verknüpfung zwischen Beschichtungspulvereigenschaften, Spritzprozess und tribologischem Verhalten. Das Vorhaben konzentriert sich auf die Untersuchung von  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ -NiCr-Schichten. Diese sind Standardschichten für den Hochtemperaturreinsatz bei korrosiver Belastung in Kombination mit hoher Verschleißbeständigkeit. Sie zeigen aber eine Vielzahl mikrostruktureller Defekte, die die mechanischen Eigenschaften und die Verschleißbeständigkeit stark mindern.

Folgende Projektziele werden in diesem Vorhaben erarbeitet: Die Verbesserung der mechanischen und tribologischen Eigenschaften von  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ -NiCr-Schichten im Temperaturbereich 600 bis 950°C durch Legieren mit einem zweiten Hartstoff und Verringerung des Bindergehaltes bei Erhalt der Korrosions- und Oxidationseigenschaften. Die Endbearbeitbarkeit soll gleichzeitig verbessert werden; die Bestimmung optimaler Beschichtungspulvereigenschaften (z.B. Carbidkorngröße und Porenstruktur) zur Erhöhung des Auftragswirkungsgrades und der Förderraten in verschiedenen HVOF und HVAF Verfahren bei gleichzeitig verbesserten mechanischen Schichteigenschaften, ferner die Korrelation von Mikrostruktur, Phasenzusammensetzung und mechanischen Eigenschaften in korrosiven/oxidativen Hochtemperatur-Tribosystemen als Basis für weitere wissenschaftliche Entwicklungen.

#### **Bisher wurden folgende Ergebnisse erzielt:**

Die tribologische Charakterisierung der Schichten beim Projektpartner AC<sup>2</sup>T ergab, dass WC-haltiges Pulver eine sehr gute Verschleißbeständigkeit zeigt. Eine Korrelation des Verschleißverhaltens mit der Schichthärte existiert nicht. Die ausgewählten Pulver bilden ein hinreichend weites Spektrum an Pulvereigenschaften bezüglich Carbidkorngrößen und Porositäten ab. Aus allen Pulvern ließen sich mit dem K2-Prozess problemlos Schichten mit Strukturen und Eigenschaften nach dem Stand der Technik herstellen. Die Auftragswirkungsgrade (DE) unterscheiden sich für einen einheitlichen Parametersatz jedoch erheblich (zwischen 30,9 und 42 %), maximal wurden mit einem Herstellerparametersatz 49% DE erreicht. Die Unterschiede zwischen den Pulvern werden stärker durch tribologische Ergebnisse manifestiert als durch Differenzen in Härte und E-Modul. Es gibt keine einfachen Zusammenhänge zwischen den Pulvereigenschaften, der DE und den Schichteigenschaften. Die nächsten Untersuchungen werden mit Schichten aus diesen Pulvern durchgeführt, die unter Verwendung einer gasbetriebenen HVOF-Anlage (DJH 2700, Ethen) hergestellt werden. Die tribologischen Untersuchungen werden auf den Hochtemperaturbereich ausgedehnt. Legierte experimentelle Beschichtungspulver befinden sich in der Herstellung.

#### **InnoJoin - Development and Evaluation of advanced Welding Technologies for multi-material Design with dissimilar Sheet Metals**

(IGF-Nr. 00.091 E / DVS-Nr. 02.091)

Laufzeit: 1. April 2013 – 31. März 2015

#### **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-Walonien
Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF), Universität Paderborn	Forschungsstelle	Deutschland
SLV Halle GmbH	Forschungsstelle	Deutschland
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Die Nutzung und Kombination unterschiedlicher Materialien in einem Produkt, insbesondere von Leichtmetallen und Stählen, kann zu ressourceneffizienteren Produkten oder Produkten mit verbesserten Eigenschaften führen, da eine gezielte, belastungsgerechte Auswahl der Werkstoffe erfolgt. Voraussetzung für eine kostenoptimierte Produktion ist jedoch eine effiziente und leistungsfähige Fügetechnik. Ziel dieses CORNET-Projektes ist die Entwicklung und Untersuchung neuartiger thermischer Fügetechniken für Multi-Material-Strukturen. Es wird dabei die Herstellbarkeit neuer und komplexer Werkstücke und Produkte geprüft, bei denen konventionelle Fügetechniken derzeit an ihre Grenzen stoßen.

Erreicht werden soll, die Anwendung von leistungsfähigen Verbindungstechniken für Mischbauanwendungen im Rahmen von innovativen, wettbewerbsfähigen Produkten mit verbesserten Eigenschaften und Leistungen zu erweitern. Im Ergebnis werden umfangreiche Erkenntnisse über die technische Machbarkeit und Anwendbarkeit der betrachteten Fügeverfahren für eine Reihe von definierten Anforderungen, Material- und Blechdickenkombinationen zur Verfügung stehen. In diesem Rahmen werden die Verbindungseigenschaften (metallographische Struktur, Härte, mechanische Eigenschaften, Qualität) ermittelt und charakterisiert.

#### **2014 wurden folgende Arbeiten durchgeführt:**

Elementanpassungen (RES) sowie Prozessfensterbestimmung (RES/WES) für die zweite Werkstoffkombination (Aluminium + Kupfer), Festlegung der dritten Werkstoffkombination, Elementanpassungen sowie Bestimmung von Schweißbereichsdiagrammen.



grammen für die Werkstoffkombination „Nichtrostender Stahl + hochfester Stahl“ sowie die Ermittlung des Tragverhaltens der Werkstoffkombination „Aluminium + Kupfer“.

### **ZeDeMAB - Zero Defect Manufacturing in Adhesive Bonding**

(IGF-Nr. 00.120 EN / DVS-Nr. 08.092)

Laufzeit: 1. Mai 2014 – 30. April 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' DRIVE, Lommel	Forschungsstelle und KMU-Verband	Belgien-Flandern
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Das CORNET-Projekt zielt auf die exemplarische Erarbeitung eines ganzheitlichen Qualitätsmanagement-Konzepts für Klebprozesse ab, fokussiert auf die Möglichkeiten und Einschränkungen von kleineren und mittleren Unternehmen im Umfeld des Automobilbaus wie dem Sonderfahrzeugbau. Das Konzept verbindet Aktivitäten vor dem Fertigungsbeginn (Konstruktion, Klebstoffe, Fertigungseinrichtungen, Personalqualifikation) mit dem eigentlichen Fertigungsprozess (Klebprozess, Fügeteile) und der Produktqualität (Leistungsfähigkeit, Lebensdauer). Mit neuen Verfahren werden die Prozessfähigkeit der Dosier-, Misch- und Applikationseinrichtung untersucht, die Fügeteileoberflächen 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 repräsentativ gestalteter 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.

#### **2014 wurden verschiedene Maßnahmen durchgeführt:**

Die Auftaktveranstaltung des transnationalen projektbegleitenden Ausschusses (Project Steering Committee, PSC) über die Forschungsvereinigung des DVS, die Einrichtung einer Pro-

jekt-Webseite, die Durchführung eines Workshops im Dezember 2014 in Düsseldorf, an dem das PSC, aber auch weitere externe Firmen aus Deutschland und Belgien zahlreich teilnahmen. Darüber hinaus werden Folgeprojekte (z.B. innerhalb HORIZON 2020 o.ä.) für die Konkretisierung der Ergebnisse in besonders geeigneten industriellen Branchen angestrebt.

Im Projekt selbst wurde unter anderem ein Messverfahren zur Ermittlung der Applikationsgenauigkeit getestet. Da es sich um ein optisches Verfahren handelt, wurde ein eventueller Einfluss der Klebstofffarbe auf das Messergebnis untersucht. Des Weiteren wurde eine erste Auswahl von NDT-Verfahren (Non-Destructive-Testing) wie Thermographie, Scherographie, Ultraschall, Mikrowelle und Röntgen-CT zur Identifikation simulierter Klebfehler an ausgewählten Demonstratoren zum Ermitteln potentiell geeigneter Methoden für eine praxisnahe Untersuchung von Klebverbindungen getestet.

Darüber hinaus wurden die Auswirkungen der Schwankungen von Vorprodukten (Fügeteile, Klebstoffe) und des Fertigungsprozesses auf die Produktqualität untersucht. Grundsätzlich sollen Fehlerkosten in der Fertigung dadurch vermindert werden, dass durch Design- und Prozessverbesserungen eine deutlich robustere Fertigung entsteht. Die Herausforderung bestand darin, gezielt „nicht perfekte“ Prüfkörper herzustellen, um so die Effekte wie Klebdickenschwankungen, Vorbehandlungsschwankungen und dergleichen realitätsnah zu erfassen. Durch eine Sensitivitätsanalyse der Daten können optimale Schwankungsbreiten für die jeweiligen Prozessparameter abgeleitet werden. Abschließend wird aus den einzelnen nachgestellten Demonstratorfertigungen eine allgemein verbindliche, übertragbare Prozesskette generiert, welche die einzelnen Prozessschwankungen bereits in der Design- und Vorfertigungsphase gestattet.

# 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 wissenschaftlich-technischer Gedankenaustausch zwischen den Akteuren stattfindet. Diese Verantwortung obliegt als Gremienauftrag den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung (Bild 34), die das gesamte Spektrum der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung repräsentieren und vertreten. Die Aktivitäten konzentrieren sich dabei auf die Planung, Begleitung, Steuerung und Bewertung von Forschungsvorhaben. Darüber hinaus haben die Fachausschüsse entscheidenden Einfluss auf den Prozess des Transfers der Ergebnisse in die Unternehmen oder andere Maßnahmen.

schüssen der Forschungsvereinigung (Bild 34), die das gesamte Spektrum der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung repräsentieren und vertreten. Die Aktivitäten konzentrieren sich dabei auf die Planung, Begleitung, Steuerung und Bewertung von Forschungsvorhaben. Darüber hinaus haben die Fachausschüsse entscheidenden Einfluss auf den Prozess des Transfers der Ergebnisse in die Unternehmen oder andere Maßnahmen.

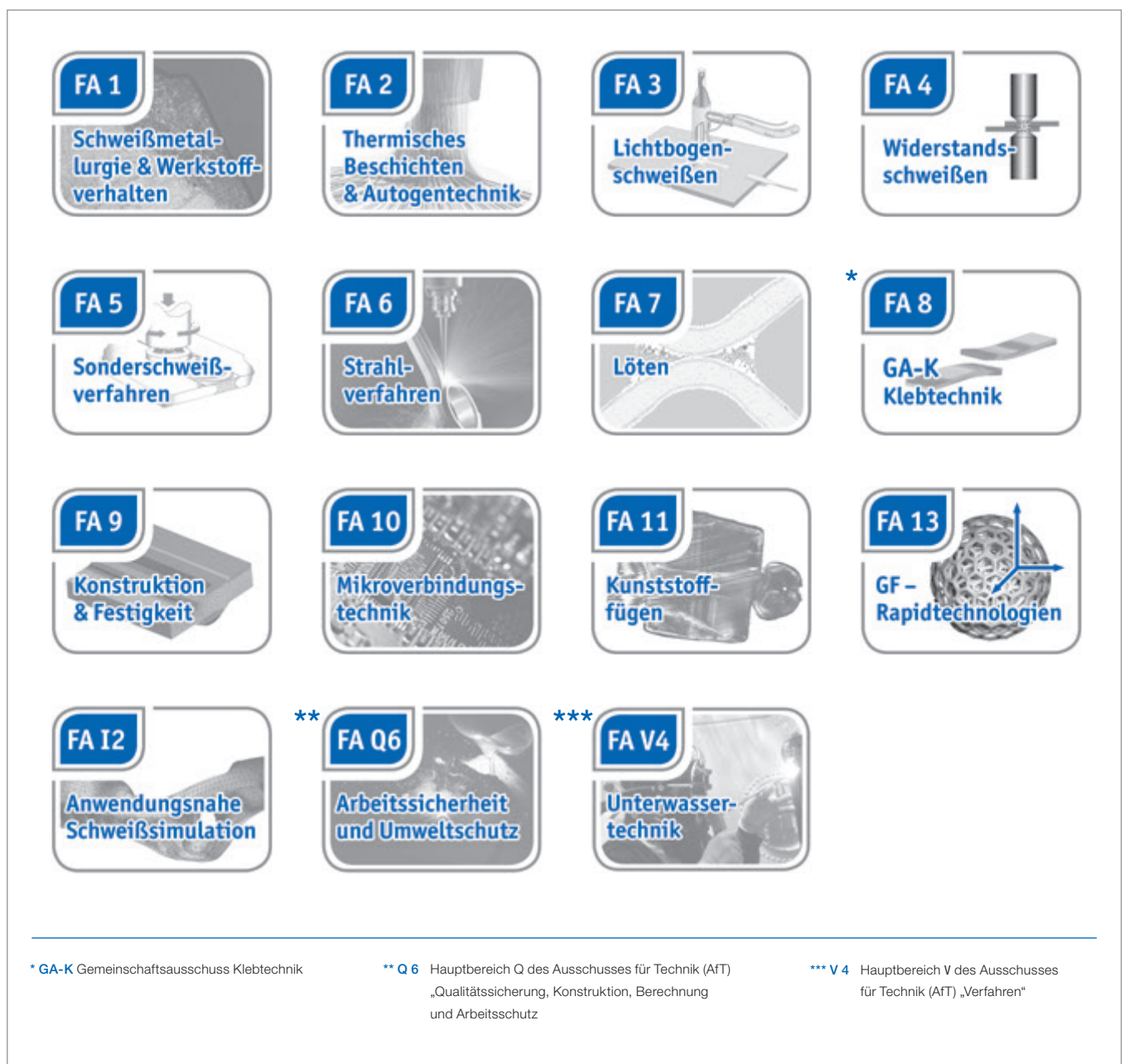


Bild 34: Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung

## Fachausschuss 1 „Schweißmetallurgie und Werkstoffverhalten“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck**

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

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

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Martin Schmitz-Niederau

voestalpine Böhler Welding GmbH, Hamm

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

Stellvertretender Vorsitzender N.N.

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

- Commission II „Lichtbogenschweißen und Zusatzwerkstoffe“

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

#### Verbesserung der Schweißbeignung von Ni-Basis-Schleuder- und Sandformguss

(IGF-Nr. 17.403B / DVS-Nr. 01.081)

Laufzeit: 1. Februar 2012 – 31. Juli 2014

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

Ni-Basis-Gusswerkstoffe weisen fertigungsbedingt im Vergleich zu den warmgewalzten Produkten ungünstige metallurgische Eigenschaften auf. Dazu gehören grobkörnige Gefügestrukturen, Seigerungen und legierungsabhängig sehr grobe Ausscheidungen (**Bild 32**). Die genannten Eigenschaften verschlechtern das Heißbrissverhalten und somit die Schweißbeignung signifikant. Die Bewertung der Schweißbeignung wurde für drei wirtschaftlich relevante Nickelbasis-Gusslegierungen (Sandform- und Schleudergusswerkstoffe) mit zwei verschiedenen Heißbrissprüfverfahren und praxisüblichen manuellen Schweißtechnologien bewertet und im Vergleich zu den warmgewalzten adäquaten Blechwerkstoffen eingeordnet. Entgegen den Literaturhinweisen ist eine einfache Übertragung der bekannten Verarbeitungsrichtlinien von Knet- auf Gusswerkstoffe

nicht zu empfehlen, um das zum Teil makroskopische Auftreten von Heißbrissen in der Wärmeeinflusszone der Schweißverbindungen der gegossenen Materialien zu vermeiden. Auf Basis der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zu Ursachen und Mechanismen der Heißbrissbildung beim Schweißen der Ni-Gusswerkstoffe wurden Empfehlungen in Form technologischer Maßnahmen zur Heißbrissvermeidung beim Einsatz spezieller Schweißtechnologien abgeleitet. Das vollmechanische WIG-Impulslichtbogenschweißen (**Bild 33**) und das Elektronenstrahlschweißen zeigen ein hohes Potential, um Heißbrisse in den Schweißnähten von Nickelbasis-Gusswerkstoffen signifikant zu reduzieren und eine qualitätsgerechte schweißtechnische Verarbeitung dieser Legierungen zu ermöglichen

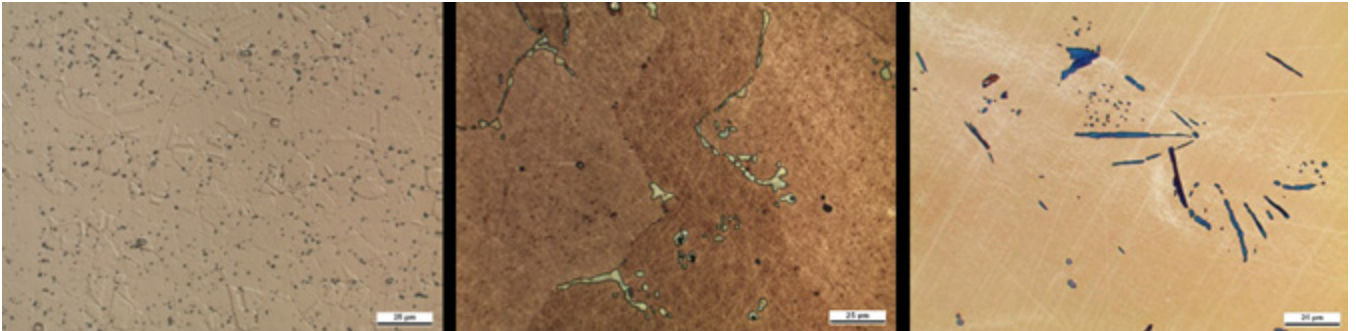


Bild 32: Gegenüberstellung der Größe und Morphologie von Karbidausscheidungen in NiCr22Mo9Nb, alloy 625, Werkstoff-Nr. 2.4856 (links: Walzlegierung, Mitte: Sandformguss, Rechts: Schleuderguss; gleiche Vergrößerung).

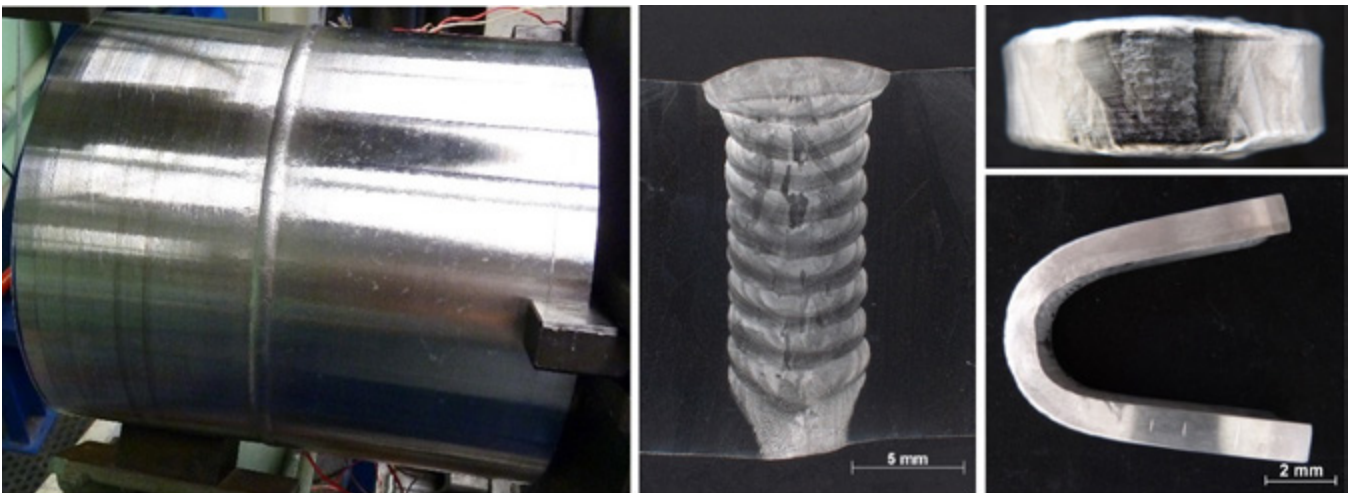


Bild 33: Vollmechanische WIG-Schweißung als Rundnaht am Schleudergussrohr aus der Nickelbasislegierung Alloy 617 (links), Makroschliff der Schweißnaht (Mitte) und bestandene Seitenbiegeprobe (rechts).

## Meinungen aus den Unternehmen

**Dipl.-Ing. Georg-Wilhelm Overbeck, Leiter Prüfzentrum, Schmidt + Clemens GmbH + Co. KG, Edelstahlwerk Kaiserau, Lindlar:**

„Dieses für das Verständnis der metallurgischen Vorgänge beim Schweißen von gegossenen Nickelbasis-Legierungen sehr hilfreiche Projekt wurde von unserer Firma von Anfang an unterstützt. So wurden u.a. einige der Versuchswerkstoffe bereitgestellt. Die für hochkorrosive Anwendungen erforderlichen Bauteile lassen sich in vielen Fällen nur mit Gussteilen realisieren. Hier werden auf Kundenforderung häufig die chemische Zusammensetzung der Schmiede- und Walzlegierungen eingesetzt. Während Fertigungs- und ggf. auch Konstruktions-schweißungen für diese Werkstoffe in der Gießerei sehr gut beherrscht werden, stellen Konstruktionsschweißungen beim Kunden durchaus eine Herausforderung dar. Die im erfolgreich

abgeschlossenen Projekt aufgezeigten Lösungswege, vor allem zum vollmechanischen WIG-Schweißen, ermöglichen es der Gießerei, dem Kunden wertvolle Hinweise zur Weiterverarbeitung gegossener Bauteile zu geben...“

**Dr.-Ing. Fabian Stahl, Leiter Werkstoff- und Schweißtechnik, Piping Systems, Bilfinger Piping Technologies GmbH, Dortmund:**

„Das vollmechanisierte WIG-Schweißen wird bei uns bereits für die Herstellung von Rohrleitungen aus nahtlosen und längsnahtgeschweißten Rohren eingesetzt. Die Projektergebnisse liefern wichtige Ansätze für den erfolgreichen Einsatz auch bei Schleudergussrohren aus Ni-Basislegierungen. Darüber wird eine prozesssichere und wirtschaftliche Fertigung ermöglicht...“



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

#### Entwicklung hoch schlag- und abrasionsbeständiger Legierungen für auftragsgeschweißte Verschleißschutzschichten

(IGF-Nr. 17.538 BR / DVS-Nr. 01.082)

Laufzeit: 1. Dezember 2012 – 30. November 2014

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

Dr. rer. nat. A. Reif, CeWOTec gGmbH, Chemnitz

Entwickelt wurde eine hoch hartstoffhaltige Legierung als Zusatzwerkstoff für das Auftragschweißen, welche die hohe Duktilität und Verfestigungsfähigkeit des Manganhartstahls (X120Mn12) aufweist und damit über eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen eine Kombination von abrasiver und schlagender Beanspruchung verfügt. Hierzu wurde auf Basis einer Manganhartstahl-Matrix der Gehalt eines metallurgisch geeigneten Hartstoffs im Hinblick auf eine möglichst hohe Abrasionsbeständigkeit unter gleichzeitiger Berücksichtigung der wirtschaftlichen Herstellbarkeit maximiert. Für letztere ist eine Obergrenze bezüglich des Schmelzbereiches (Bild 34) zu berücksichtigen. Im Ergebnis wurden in Abstimmung mit dem Projektbegleitenden Ausschuss (PA) Legierungspulver mit einem legierten Vanadiumcarbidgehalt (VC) von 15 Gew.-% unter industriellen Bedingungen hergestellt. Diese sind in einem bezüglich der Parameterwahl robusten Beschichtungsprozess

mittels Plasma-Pulver-Auftragschweißen verarbeitbar (Bild 35). Tribologische Untersuchungen belegen die hohe Abrasionsverschleißbeständigkeit der Beschichtungen, die mit härteren und weniger zähen auftragsgeschweißten Hartschichten vergleichbar ist. Bei Impact-Beanspruchung führt die hochduktilen Legierungsmatrix sogar zu einer besseren Verschleißbeständigkeit.

Herstellern und Anwendern wurde mit Projektabschluss eine technisch und wirtschaftlich realisierbare Werkstofflösung für das Auftragschweißen zur Verfügung gestellt, mit der sich Verschleißschutzbeschichtungen mit deutlich verbesserter Beständigkeit gegen kombinierten Abrasions- und Schlagverschleiß im Vergleich zu etablierten Verschleißschutzwerkstoffen herstellen lassen. Zur Überführung in die Praxis werden derzeit Bauteile zur Erprobung in Firmen des PA beschichtet.

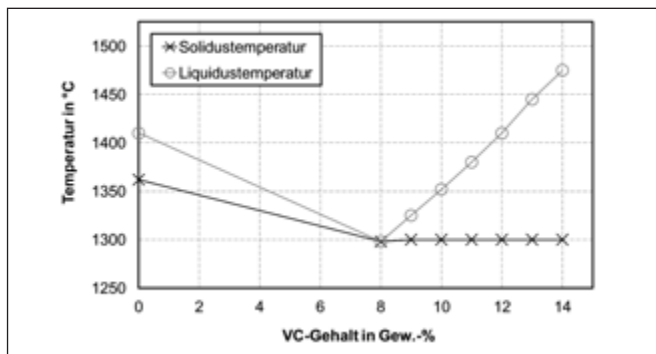


Bild 34: Schmelzbereich von X120Mn12-VC-Legierungen in Abhängigkeit vom Vanadiumcarbidgehalt (VC).

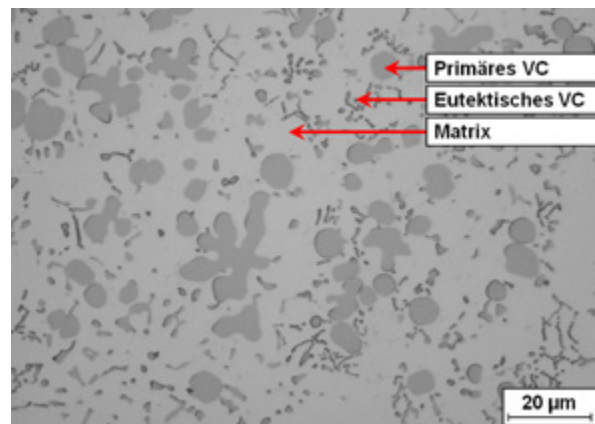
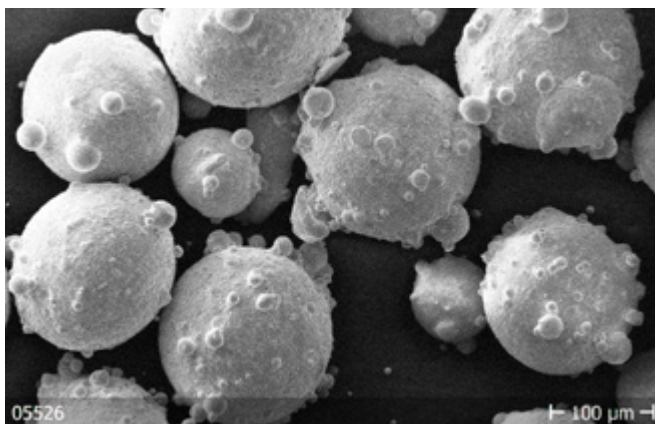


Bild 35: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des verdünten Legierungspulvers (links) und lichtmikroskopische Aufnahme des Querschliffs einer damit auftragsgeschweißten Schicht (rechts)

## Meinungen aus den Unternehmen

### **Benedikt Allebrodt, Projektingenieur, DURUM Verschleißschutz GmbH, Willich:**

„Das Forschungsvorhaben hat, neben neuen Ergebnissen bezüglich der Parametereinflüsse auf das Schweißgefüge von Legierungen mit Vanadium-Monocarbiden, nützliche und wertvolle Erkenntnisse zum Schweißverhalten dieser Werkstoffart mit kaltverfestigenden und hochgradig schlagbeständigen Matrixlegierungen erbracht. Die untersuchten Legierungssysteme haben aufgrund des guten Eigenschaftsprofils das Potential, in verschiedenen Anwendungen Fuß zu fassen. Für uns als Werkstoffhersteller sind die gewonnenen Erkenntnisse sehr wichtig, da wir unsere Kunden in Zukunft bei der Werkstoffauswahl hinsichtlich des Schutzes von auf Schlag beanspruchten Verschleißteilen deutlich besser unterstützen können.“

### **Frank Pfeifer, Kundenbetreuer, HAS Kelterborn & Kelterborn GbR, Saalfeld:**

„Für unsere Kunden hat die Erhöhung von Standzeiten hohe Priorität bei der Vergabe von Aufträgen zur Regenerierung von

Bauteilen. Mit dem vorliegenden Werkstoff sind wir in der Lage, die Kundenzufriedenheit bei einhergehender Wirtschaftlichkeit der Regenerierung weiter zu steigern.“

### **Hartmut Tröger, Geschäftsführer, MWS Schneidwerkzeuge GmbH & Co. KG, Schmalkalden:**

„Für uns eröffnet die Entwicklung eines schlagzähen und dabei sehr verschleißbeständigen Beschichtungswerkstoffes neue Perspektiven für die Leistungssteigerung unserer Maschinenmesser. Bei den bislang eingesetzten Verschleißschutzbeschichtungen besteht aufgrund ihrer hohen Härte und Sprödigkeit bei Verunreinigungen des Schnittguts durch harte Objekte die Gefahr von Schneidenausbrüchen. Besonders bei den häufig unter solchen Bedingungen arbeitenden Messern für das Kunststoffrecycling sowie für die Land- und Forstwirtschaft erwarten wir daher eine deutliche Steigerung der Standzeit. Das erhöht gleichzeitig den Kundennutzen und die Ressourceneffizienz.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

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: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:

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

## Durchlaufende 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. Reisgen, 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: 30.11.2015

Weitere Informationen siehe:

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

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.02.2012 Laufzeitende: 31.07.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.403B>

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

Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen

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

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

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.430B>

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

Dr. rer. nat. Reif, CeWOTec Chemnitz

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

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.538B>

## Fachausschuss 2 „Thermische Beschichtungsverfahren & Autogentechnik“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck**

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

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

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Gerhard Blossies

Nova Werke AG, Effretikon (CH)

### Stellvertretender Vorsitzender Werner Krömmer

Linde AG (Geschäftsbereich Linde Gas), Unterschleißheim

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

### Veranstaltungen

International Thermal Spray Conference and Exposition (ITSC)

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

- Commission I „Thermisches Schneiden und Beschichten“

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

#### Entwicklung einer geeigneten Messmethode zur Untersuchung luftgetragener Schadstoffe beim Thermischen Spritzen, Bewertung der Anlagenemissionen und Ableitung von Richtlinien für den sicheren Betrieb

(IGF-Nr. 14.432 N / DVS-Nr. 02.069)

Laufzeit: 1. März 2012 – 28. Februar 2014

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

Nach erfolgreicher Validierung der Messmethode haben die Messkampagnen gezeigt, dass das im Rahmen des Forschungsprojekts neu entwickelte Verfahren anwendbar für das Thermische Spritzen ist und dass reproduzierbare Messungen durchgeführt werden konnten (**Bild 36**). Generell wurde auch die gewünschte Anwendbarkeit für das industrielle Umfeld gezeigt und ein umfassender Überblick über die Emissionen dargestellt. Aus den Ergebnissen wurden konkrete Richtlinien abgeleitet.

Mit der nun in Zusammenarbeit mit dem PA im Rahmen dieses Projekts entwickelten und erprobten Methodik konnte das Defizit, dass kein branchenweiter Standard zur Bestimmung der Gefahrstoffemissionen beim Thermischen Spritzen existiert, aufgehoben werden. Lohnbeschichter / Anlagenhersteller (unter ihnen zahlreiche KMU), die die Unbedenklichkeit ihrer Technologie (nach dem aktuellen Stand der Technik) darlegen können, werden hierdurch in die Lage versetzt, ihre bestehenden Geschäftsfelder zu sichern bzw. zu erweitern und erreichen zugleich eine höhere Zufriedenheit ihrer Mitarbeiter.



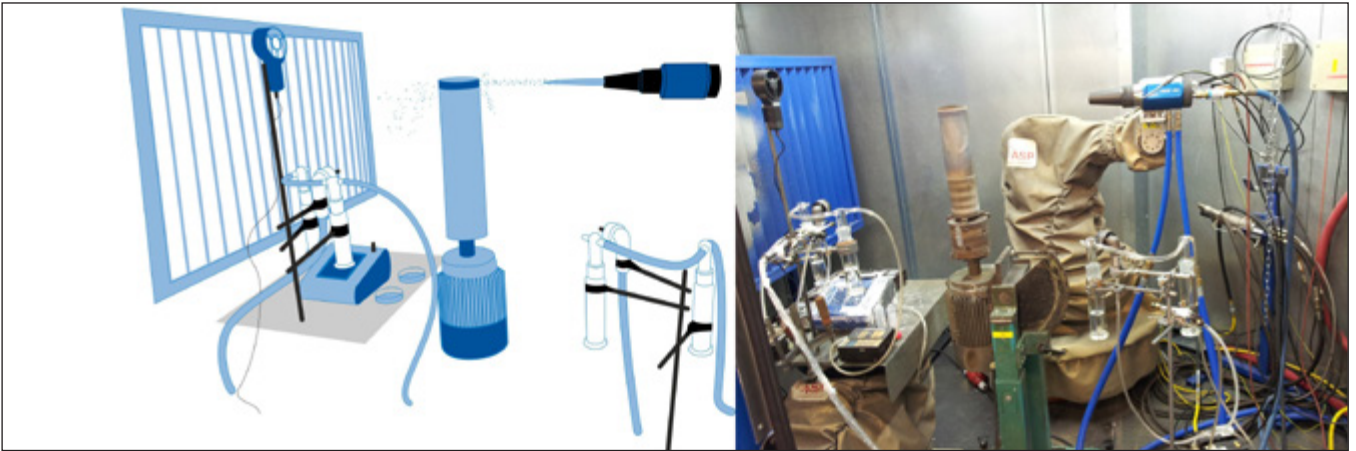


Bild 36: Links: Schematischer Messaufbau zur Ermittlung der Emissionen; rechts: Umsetzung in der Spritzkabine.

### Meinungen aus den Unternehmen

#### Dr.-Ing. Thomas Schläfer, GTV-Verschleißschutz GmbH, Leiter FuE, Luckenbach:

„Durch das Projekt wurden weitere Erkenntnisse bezüglich der Emissionen beim Thermischen Spritzen gewonnen, die für die Entwicklung von Schutzmaßnahmen von grundlegender Bedeutung sind. Dabei wurde für das Thermische Spritzen eine eigens entwickelte Messmethode angewendet, die sowohl im experimentellen als auch im industriellen Maßstab sehr gute Ergebnisse erzielt hat. Dadurch sind wir nun in der Lage, gezielt die Einflüsse unterschiedlicher Spritzzusatzwerkstoffe, Kabinendesigns und Prozessparameter auf die Emissionen zu bewerten.“

#### Alex Kalawrytinou, Geschäftsführer, Pallas Oberflächen-technik GmbH & Co. KG, Würselen:

„Der Arbeitsschutz ist insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen eine große Herausforderung. Für das Thermische Spritzen existieren zu diesem Thema nur wenige Studien, weshalb das Gefahrenpotential nur schwer abzuschätzen ist. Des Weiteren ändert sich mit den Prozessparametern und dem Spritzzusatzwerkstoff auch die Emissionssituation, wodurch die Komplexität dieses Themas weiter zunimmt. Mit der hier entwickelten Messmethode können nun verschiedene Situationen untersucht und bewertet werden, was langfristig die Möglichkeit bietet, das Gefahrenpotential zu reduzieren und angepasste Maßnahmen zu treffen.“

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

#### Entwicklung und Qualifizierung beschichtungsgerechter CFK-Oberflächen für das Thermische Spritzen

(IGF-Nr. 17.025 B – DVS-Nr. 02.071)

Laufzeit: 1. Mai 2012 – 31. Oktober 2014

Prof. Dr.-Ing. habil. B. Wielage, Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik, TU Chemnitz

Im erfolgreich abgeschlossenen Forschungsvorhaben erfolgte die konsequente Anpassung von CFK-Werkstoffen bzw. -oberflächen an die Erfordernisse des Thermischen Spritzens. Durch einfache Modifikationen der CFK-Herstellungsschritte, genauer einer Verstärkung der CFK-Oberfläche mit metallischen Phasen (Drahtgewebeauflagen, Drahtwickelstrukturen und partikelverstärkte Gel-Coats) war es möglich, einen optimalen Ausgangszustand für die zu applizierenden thermischen Spritzschichten zu schaffen (Bild 37 folgende Seite).

Als signifikanter Vorteil bei der Weiterverarbeitung stellte sich heraus, dass mit den in der Industrie etablierten Spitzsystemen und -parametern erstmals ein direktes Beschichten der modifizierten CFK ohne zusätzliche Verfahrensschritte realisierbar war. Damit wurde eine ökonomisch interessante und aus produktionstechnischer Sicht ganzheitliche Methode aufgezeigt, welche die Erschließung neuer Anwendungen für beschichtete CFK-Werkstoffe ermöglicht. Besonders hervorzuheben ist die erfolgreiche Aufbringung von Cermet- und Keramikdeckschich-

ten für Verschleißanwendungen sowie von Dickschichtsystemen, die eine nachträgliche Oberflächenstrukturierung (Fräs- und Drehbearbeitung) ermöglichen.

Anhand eines komplexen Demonstrators wurde der Einsatz der neuen Techniken zur Herstellung leichter Komponenten in

Werkzeugmaschinen aufgezeigt (hybrider Kugelgewindetrieb). Um KMU die Umsetzung der Forschungsergebnisse zu erleichtern, flossen die Erkenntnisse in das Merkblatt DVS 2315 „Thermische Spritzschichten auf Bauteilen aus nicht verstärkten und faserverstärkten Kunststoffen“ ein.

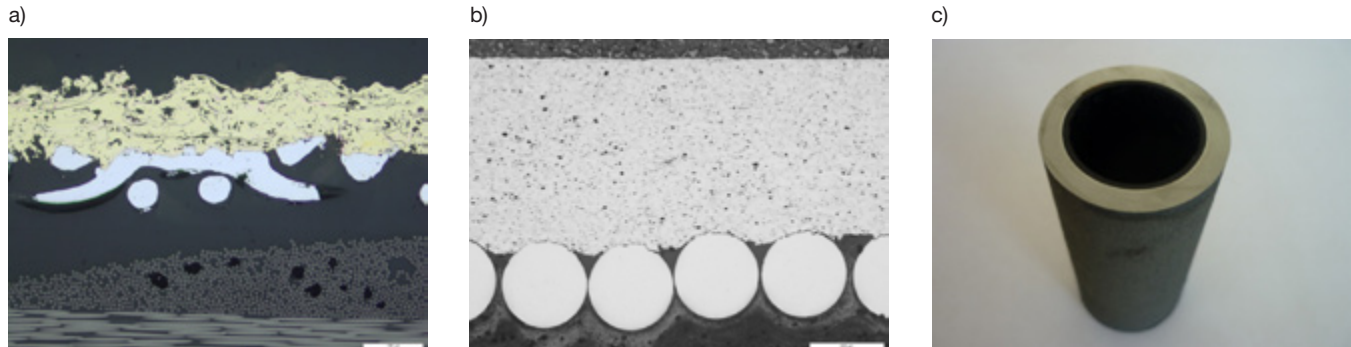


Bild 37: Exemplarische Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Beschichtungsgerechte CFK“;  
 a) Querschliffaufnahme einer Bronzespritzschicht auf metallgitterverstärkter CFK-Oberfläche  
 b) Drahtlichtbogenspritzschicht aus Fe-Basislegierung auf modifizierter CFK-Wickelstruktur  
 c) CFK-Rohr (stahldrahtumwickelt) mit 8 mm Fe-Basislegierung

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dr.-Ing. Steffen Marx, GfE Fremat GmbH, Freiberg:

„Die Projektergebnisse sind sehr positiv. Besonders hilfreich für den Anwender waren der hohe Praxisbezug des Projekts und die zahlreichen Beispiele von Beschichtungswerkstoffen. Erste Erkenntnisse konnten bereits im industriellen Maßstab getestet und umgesetzt werden. Die angefertigten Demonstratoren dokumentieren eindrucksvoll das Potenzial der neuen

Fertigungsstrategien. Insgesamt lieferte die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema eine sehr solide Basis zur weiteren Diskussion mit Herstellern und Anwendern von CFK-Werkstoffen. Es besteht ein großes Potenzial, um bestehende Anwendung beschichteter CFK-Werkstoffe zu verbessern und neue Anwendungsfelder zu erschließen.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

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

Prof. Dr. Klassen, HSU Hamburg  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT 1 Neubiberg

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 29.02.2016

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

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

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 31.10.2016

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

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

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Lampke, IWW Chemnitz

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 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Hochleistungsschichten durch thermisches Spritzen mit Suspensionen**

Prof. Dr. rer. nat. habil. Michaelis, IKTS Dresden

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

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.03.2016

Weitere Informationen siehe:

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

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

02.091  
00.091 E **Entwicklung wirtschaftlich effizienter Hartmetallbeschichtungslösungen für Hochtemperaturanwendungen CORNET**

Prof. Dr. rer. nat. habil. Michaelis, IKTS Dresden

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

Beginn: 01.04.2013 Laufzeitende: 31.03.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.091E>

02.089  
17.701 N **Entwicklung und Qualifizierung des Thermischen Spritzens von FE/TiC-Schichten für ökonomische und ökologische Systemlösungen bei Hydraulikanwendungen mit wasserhaltigen Hydraulikflüssigkeiten – FeTiC Hydro**

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.03.2013 Laufzeitende: 28.02.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.701N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Lampke, IWW Chemnitz

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 31.10.2014

Weitere Informationen siehe:

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

02.068  
17.049 B **Einsatz von Fülldrähten mit großem Durchmesser für das Thermische Spritzen**

Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz

Beginn: 01.08.2011 Laufzeitende: 31.01.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.049B>

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

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Prof. Dr.-Ing. Klocke, IPT Aachen

Dr.-Ing. Richter, FVP Aachen

Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 30.09.2014

Weitere Informationen siehe:

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

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

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

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.03.2012 Laufzeitende: 28.02.2014

Weitere Informationen siehe:

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

## Fachausschuss 3 „Lichtbogenschweißen“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Rockhard Zsehra**

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

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

rockhard.zsehra@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Wolfgang Scheller

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Standort Duisburg

### Stellvertretender Vorsitzender Ing. Robert Lahnsteiner

MIG WELD GmbH Deutschland, Landau a.d. Isar

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

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

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

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

### Unterpulver-Impulsschweißen zur Reduzierung des Wasserstoffeintrages beim Schweißen hochfester Feinkornbaustähle

(IGF-Nr. 17.351 N / DVS-Nr. 03.105)

Laufzeit: 1. Dezember 2011 – 31. Mai 2014

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

Als geeignetes Fügeverfahren für hochfeste Feinkornbaustähle hat sich das Metall-Schutzgas-Schweißen (MSG) etabliert, wobei die Erweiterung auf Verfahren mit einer höheren Abschmelzleistung, wie das Unterpulver-Schweißen, wünschenswert wäre. Allerdings erscheint dieses, aufgrund des hygroskopischen Charakters der Schweißpulver und des daraus resultierenden Wasserstoffgehaltes des Schweißgutes, nur bis zu einer gewissen Streckgrenze als geeignetes Fügeverfahren. Eine Möglichkeit, das Unterpulver-Schweißen bei gleichzeitiger Minimierung des Wasserstoffeintrages zu nutzen, bietet die Unterpulver-Impulstechnologie, die im Rahmen des Projektes hinsichtlich der Eignung für S960QL als Grundwerkstoff untersucht wurde.

Ziel der UP-Impulstechnologie ist eine gezielte Größenbeeinflussung der Kaverne, wobei aufgrund der trägen Eigenschaf-

ten der Kaverne vornehmlich Frequenzbereiche zwischen 5-20 Hz zum Einsatz kommen können. Dabei bildet sich die Kaverne in der energetisch niedrigeren Grundphase nicht bis zu ihrer endgültigen Größe aus, so dass in dem Wechsel zwischen Grund- und Pulsphase eine stetige Größenänderung stattfindet. Die daraus resultierende gemittelte Kavernengröße mindert einerseits den Wasserstoffpartialdruck und andererseits die Kavernenoberfläche, über die weniger Wasserstoff in die Kaverne eindiffundieren kann. Zum Nachweis der Änderung der Kavernengröße und zur Bestimmung der Tropfenablösungssequenz während des Schweißens wurden verschiedene Analysemethoden herangezogen. So wurde mit einer Hochgeschwindigkeitskamera durch ein Keramikrohr, auf das hinzugeschweißt wurde, die visuelle Beobachtung der Vorgänge in der Kaverne ermöglicht (**Bild 38**). Zusätzlich erfolgten Messungen des Kaverneninnendruckes, bei der die Kaverne



Bild 38: Visualisierung der Vorgänge in der Kaverne

mit einem Quarzglasrohr, das mit einem Drucksensor gekoppelt ist, angestochen wurde. Mit beiden Methoden konnte die gewünschte Größenänderung nachgewiesen werden.

Schliffbetrachtungen des Einbrandprofils lassen für das gepulste Unterpulver-Schweißen ein konstantes Einbrandprofil erkennen, wie es für das Unterpulver-Schweißen unter konstanter Stromführung bekannt ist. Im Rahmen der durchgeführten Versuche wurde der diffusible Wasserstoffgehalt mittels Trägergasheißextraktion nach DIN EN ISO 3690 bestimmt. Die

Gegenüberstellungen in Bild 39 zeigen eine Reduzierung des diffusiblen Wasserstoffgehaltes beim impulsmodulierten UP-Schweißprozess gegenüber reinen Gleichstromschweißungen unter der Verwendung von Drahtelektroden mit 2 mm und 4 mm Durchmesser sowie fluoridbasischen Schweißpulvern der Wasserstoffgehaltklasse H3 und H5 auf. Durchschnittlich ließ sich eine Minderung des diffusiblen Wasserstoffgehaltes erzielen und damit die Eignung dieser UP-Verfahrensvariante verdeutlichen.

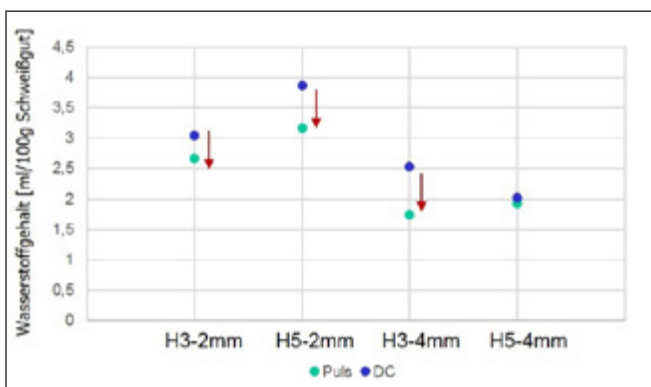


Bild 39: Vergleich der Wasserstoffgehalte

### Meinungen aus den Unternehmen

#### Dr.-Ing. Thomas Gräß, Leiter zentrale Qualitätsstelle der Bilfinger Piping Technologies GmbH, Oberhausen:

„Im durchgeführten Forschungsprojekt werden die Potenziale der Unterpulver-Impulsschweißtechnologie zur Verringerung des diffusiblen Wasserstoffgehaltes beim Schweißen hochfester Feinkornbaustähle dargestellt. Mit dieser UP-Verfahrensvariante ist es demnach auch möglich, für Stahlanwendungen entsprechender Streckgrenzen, auf ein Verfahren mit einer höheren

Abschmelzleistung zurück zu greifen. Ferner wurden im Forschungsprojekt zum Nachweis der Vorgänge in der Kaverne interessante Analysemethoden genutzt.“

#### Dr.-Ing. Eckhard Oster, Firma Weltron GmbH, Burbach:

„Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde mit der UP-Impulstechnologie ein neuer Lösungsansatz zur Verringerung des diffusiblen Wasserstoffes beim Schweißen von hochfesten



Feinkornbaustählen untersucht. Mit den eingesetzten Analysemethoden konnte bei dieser Schweißverfahrensvariante im Mittel eine geringere Kavernengröße nachgewiesen und gezeigt werden, dass der Wasserstoffeintrag gegenüber reinen Gleichstromschweißungen um bis zu 8% reduziert werden kann. Damit ergeben sich aus unserer Sicht interessante neue Anwendungsfelder beim Schweißen von derartigen Stahlwerkstoffen. Durch mittlerweile auf dem Markt verfügbare Schweißstromquellen kann eine Umsetzung mit derartiger Technologie bei Anwendern in absehbarer Zeit erfolgen.“

#### Herbert Schütte, Geschäftsführer AMT Maschinen- und Gerätetechnik GmbH, Aachen:

„Dieses sehr interessante Projekt wurde von uns von Anfang an begleitet und aktiv unterstützt. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zeigen, dass mit der UP-Impulsschweißtechnologie eine wirtschaftliche Alternative zu MSG-Schweißverfahren für das Fügen von hochfesten Feinkornbaustählen zur Verfügung gestellt werden kann, da mit diesem die Möglichkeit besteht, den Wasserstoffeintrag im Vergleich zu konventionellen UP-Schweißverfahren zu verringern.“

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

#### Bestimmung von Wirkungsgraden moderner Schutzgasschweißverfahren

(IGF-Nr. 15.562 B / DVS-Nr. 03.078)

Laufzeit: 1. Juli 2008 – 30. Juni 2010

Prof. Dr.-Ing. habil. K.-J. Matthes, Technische Universität Chemnitz, Institut für Füge- und Montagetechnik (IFMT), Professur Schweißtechnik

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde ein Messsystem zur Ermittlung der umgesetzten Energie im Bauteil entwickelt und verifiziert. Die ermittelten Ergebnisse zur Bestimmung von effektiven thermischen Wirkungsgraden und Einflussgrößen verschiedener Schutzgasschweißverfahren bieten einen direkten Vergleich verschiedener Schweißprozesse und deren Randbedingungen. Hierfür wurden prozessrelevante Schweißparameter und Randbedingungen gezielt geändert, um deren Einfluss auf den effektiven thermischen Wirkungsgrad von Schutzgasschweißprozessen zu analysieren. So wurden unter anderem Größen wie Schweißleistung, -geschwindigkeit, Polung, Brennerabstand, Werkstoff, Gasart und

Gasmenge gezielt variiert (Bild 40). Dies wurde für die Schweißverfahren WIG-, Plasma- und MSG-Schweißen umfassend durchgeführt. Für neuere Schutzgasschweißverfahren wie wärminimierte Löt- bzw. Schweißprozesse sowie Hochleistungsschweißprozesse wurde dies exemplarisch an definierten Arbeitspunkten durchgeführt.

Es zeigte sich, dass nicht, wie in aktuellen Regelwerken üblich, mit statischen Werten gearbeitet werden kann. Allein durch die Anpassung bestimmter Schweißparameter kann der effektive thermische Wirkungsgrad um mehr als 15 % verändert werden (Bild 41).

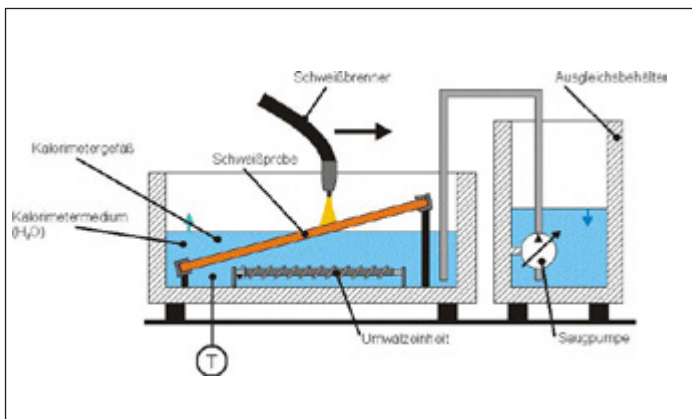


Bild 40: Messsystem zur Bestimmung des Energieflusses verschiedener Schutzgasschweißverfahren

Prozess	Schweißverfahren	Wirkungsgrad	
		DIN EN 1011-1	ermittelt
12	UP-Schweißen	0,80	0,90
135	MAG- Kurzlichtbogen/wärmeminimiert	0,80	0,85
135	MAG- Sprühlichtbogen	0,80	0,70
135	MAG-Impulslichtbogen	0,80	0,75
131	MIG- Kurzlichtbogen (Al)	0,80	0,85
131	MIG- Sprühlichtbogen (Al)	0,80	0,75
131	MIG-Impulslichtbogen (Al)	0,80	0,80
141	WIG-Schweißen	0,60	0,75
15	Plasmaschweißen	0,60	0,75

Bild 41: Empfehlungen zur Anpassung der Wirkungsgrade in gültigen Regelwerken.

## Meinungen aus den Unternehmen

**Dipl.-Ing. Manfred Schörghuber, Forschung & Entwicklung Schweißtechnik, Fronius International GmbH, Wels-Thalheim:**

„Die spezifizierten Ergebnisse zum Energiefluss beim Schweißen sind für die Berechnung von  $t_{8/5}$ -Werten beim Verarbeiten temperatursensibler Werkstoffe von entscheidender Bedeutung, denn diese haben manchmal ein sehr kleines Verarbeitungsfenster, was eine möglichst genaue Kenntnis des effektiven thermischen Wirkungsgrades bei der Prozessauswahl voraussetzt.“

**Dr.-Ing. Ulrike Beyer, Projektmanagerin Fügetechnik, Simufact Engineering GmbH, Hamburg:**

„Gleichzeitig können die ermittelten effektiven thermischen Wirkungsgrade als Eingangsgröße für die Modellierung von Schweißprozessen verwendet werden. Die genaue Kenntnis dieses Parameters ist für die realitätsnahe Berechnung dieses Verfahrens unerlässlich und bestimmt im entscheidenden Maße die Qualität der Simulationsergebnisse.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

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>

03.109  
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: 30.06.2016

Weitere Informationen siehe:

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

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: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:

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

03.113  
17.969 B **Bewertung von Einflussfaktoren auf den Wärmeeintrag beim Schweißen mit modernen energiedynamischen MSG-Verfahrensvarianten**

Prof. Dr. Mayr, IFMT Chemnitz

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.969B>



03.119  
18.008 B**Metall-Schutzgas-Tandemschweißen mit mittlerer Hartstoffeinbringung zum Herstellen gradiertes und zerspanbarer Verschleißschuttschichten**Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau  
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden

Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.10.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.008B>03.115  
18.021 B**Qualifizierung und Weiterentwicklung von Schleppgasdüsen für eine verbesserte Schutzgasabdeckung beim Schweißen**

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

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.021B>03.114  
18.089 B**Erarbeiten einer Strategie zum effizienten MSG-Fülldrahtauftragschweißen hartstoffverstärkter Verschleißschuttschichten mittels magnetisch beeinflusstem Lichtbogen**

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

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 29.02.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.089B>03.107  
18.458 B**Entwicklung eines AC-MSG-Schweißverfahrens zum Fügen hochfester Feinkornbaustähle**Prof. Dr. Klassen, HSU Hamburg  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Kruscha, BTU Cottbus  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT 1 Neubiberg

Beginn: 01.12.2014 Laufzeitende: 30.11.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.458B>**Durchlaufende Forschungsvorhaben**03.110  
17.844 B**Metallschutzgasschweißen von pressgehärteten höchstfesten Stählen mit unterschiedlichen Beschichtungskonzepten**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.07.2013 Laufzeitende: 30.06.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.844B>**Abgeschlossene Forschungsvorhaben**03.105  
17.351 N**Unterpulver-Impulsschweißen zur Reduzierung des Wasserstoffeintrages beim Schweißen hochfester Feinkornbaustähle**

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

Beginn: 01.12.2011 Laufzeitende: 31.05.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.351N>03.106  
17.431 B**Steigerung der Wirtschaftlichkeit von MSG-Schweißprozessen durch konsequente Nutzung der Potentiale von Prozessgasen**Prof. Weltmann, INP Greifswald  
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden

Beginn: 01.03.2012 Laufzeitende: 28.02.2014

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

## Fachausschuss 4 „Widerstandsschweißen“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

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

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

axel.janssen@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Karl Pöll

Matuschek Meßtechnik GmbH, Alsdorf

### Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Christian Fritzsche

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter

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

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

- Commission III „Widerstandsschweißen und verwandte Verfahren“

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

#### Zerstörungsfreie Bewertung des Linsendurchmessers beim Widerstandspunktschweißen mit magnetischen Prüfverfahren

(IGF-Nr. 17.539 B / DVS-Nr. 4.058)

Laufzeit: 1. Dezember 2012 – 30. November 2014

Prof. Dr.-Ing. habil U. Füssel, Professur für Fügetechnik und Montage, Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik, TU Dresden

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde eine neuartige Methode zur zerstörungsfreien Bewertung von Widerstandspunktschweißungen untersucht. Dazu wird die Fügestelle durch Magnetisierungsspulen aufmagnetisiert und das eingeprägte Magnetfeld (Remanenz) anschließend flächig vermessen. Die Magnetisierung kann während des Schweißens oder später erfolgen. Gute Ergebnisse konnten durch Magnetisieren der Fügestelle nach dem Schweißen erzielt werden.

Zur Validierung der Messergebnisse wird die Fläche des zerstörten Schweißpunktes  $A_{sp}$  der Konturinnenfläche der Remanenzmessung  $A_{mag}$  gegenübergestellt (**Bild 42** folgende Seite).  $A_{sp}$  ergibt sich aus den nach ISO 14329 gemessenen Linsen- bzw. Punktdurchmessern. Die Proben wurden durch Torsion zerstörend geprüft.  $A_{mag}$  wird aus den Messdaten der flächigen Remanenzmessung rechnergestützt ermittelt. **Bild 43** (folgende Seite) zeigt Messergebnisse ausgewählter Versuchsreihen.

Es ist zu erkennen, dass für Materialdickenkombinationen, die typischerweise im Automobilbau eingesetzt werden, gute Korrelationen zwischen  $A_{sp}$  und  $A_{mag}$  vorliegen. Dies gilt sowohl für Zweiblech- als auch für Dreiblechverbindungen. Bei Dreiblechverbindungen wird jeweils an der Oberfläche der entsprechenden Schnittebene gemessen. Somit können beide Anbindeflächen separat bewertet werden.

Weiterhin wurde im Rahmen des Vorhabens durch den konsequenten und iterativen Einsatz numerischer Simulationen und experimenteller Versuche ein Versuchsstand zur automatischen Bewertung des Linsendurchmessers entwickelt. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens bestätigen das hohe Potential, das der neue Ansatz der zerstörungsfreien Prüfung von Widerstandspunktschweißverbindungen durch magnetische Methoden aufweist.



Bild 42: Vergleich zwischen zerstörungsfreier Remanenzmessung und zerstörend geprüfem Schweißpunkt

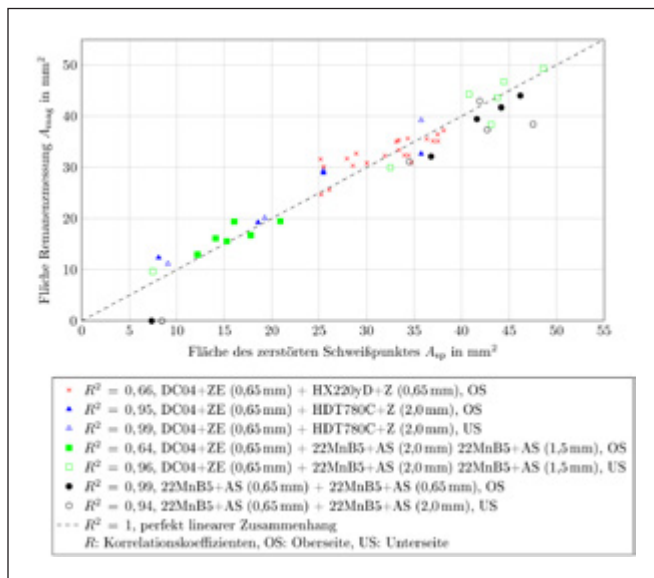


Bild 43: Vergleich zwischen zerstörungsfreier Remanenzmessung und zerstörend geprüfem Schweißpunkt

## Meinungen aus den Unternehmen

### Sabine Ritsche, Forschung & Entwicklung – CTE, voestalpine Stahl GmbH, Linz:

„Das Forschungsvorhaben liefert einen interessanten Ansatz zur zerstörungsfreien Ermittlung des Linsendurchmessers. Die bisherigen Arbeiten haben gezeigt, dass diese Methode prinzipiell anwendbar ist. Bei weiteren Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet sollte die praxistaugliche Anwendbarkeit im Blick behalten werden.“

### Volker Arndt, Development Resistance Welding DC-IA / EWT3, Bosch Rexroth AG, Ratingen:

„Die zerstörungsfreie Prüfung von Punktschweißverbindungen erfolgt industriell üblicherweise durch eine manuelle Ultraschallprüfung nach der Impuls-Echo-Methode. Das Ergebnis der Bewertung ist jedoch von den Fähigkeiten des Prüfers ab-

hängig. Zur erfolgreichen Anwendung ist ein gut geschultes Personal mit ausreichend großer praktischer Erfahrung erforderlich. Die Bewertungsergebnisse einer neuen zerstörungsfreien Prüfmethode sollte eine gute Korrelation zur zerstörenden Prüfung aufweisen und das Prüfverfahren praxisgerecht automatisiert für jeden Schweißpunkt angewendet werden können. Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte ein neuer Ansatz verfolgt werden, der Aussagen über den Schweißpunkt ähnlich der etablierten Ultraschallprüfung liefert und darüber hinaus voraussichtlich auch automatisiert erfolgen kann. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zeigen erste erfolgreiche Schritte zu den o.g. Zielen. Die Prüfaussagen müssen an weiteren, schwierig zu schweißenden Materialkombinationen auch unter Störgrößeneinfluss verifiziert und die Verfahrensgrenzen aufgezeigt werden.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

04.061  
18.159 B **Einfluss von Reparaturbedingungen auf mechanisch-technologische Eigenschaften von Widerstandspunktschweißverbindungen**

Prof. Dr.-Ing. Rudolf, HSA Anhalt  
Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.03.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.159B>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014

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

---

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.11.2012 Laufzeitende: 30.04.2015

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

04.057  
17.621 B **Rollennahtschweißen strukturierter Feinbleche**

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

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 31.05.2015

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

04.056  
17.685 N **Untersuchung und Qualifizierung der verfahrensspezifischen Merkmale beim einseitigen Widerstandspunktschweißen ohne Gegenlage**

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

Beginn: 01.04.2013 Laufzeitende: 30.09.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.685N>

04.059  
17.789 N **Einfluss von Punktdurchmesser, Fehlstellen und Imperfektionen auf das Festigkeitsverhalten von Aluminiumpunktschweißverbindungen**

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Uhlmann, TU Berlin  
Prof. Dr.-Ing. Cramer, GSImbH, SLV München  
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.07.2013 Laufzeitende: 30.11.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.789N>

## Fachausschuss 5 „Sonderschweißverfahren“



### 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

### Vorsitzender Dr.-Ing. Axel Meyer

RIFTEC GmbH, Geesthacht

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

### Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Markus Weigl

Grenzebach Maschinenbau GmbH, Asbach Bäumenheim/Hamlar

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

### Untersuchungen zur Verringerung der Winkelstellung beim Lichtbogenbolzenschweißen mit Hubzündung

(IGF-Nr. 17.489N / DVS-Nr. 5.048)

Laufzeit: 1. Mai 2012 – 30. April 2014

Prof. Dr.-Ing. H. Cramer, GSI mbH Niederlassung SLV München

Im Fokus dieses Projektes standen Bolzenschweißverbindungen an artgleichen Materialien (Bolzen und Blech) aus S235JR und X5CrNi18 10 im Durchmesserbereich M12 und M16. Dabei wurden die Winkelstellungen der im Idealfall mit 90 Grad an das Blech geschweißten Bolzen für die gebräuchlichen Bolzenschweißvarianten BH100 mit Keramikring, BH100 mit Schutzgas und BH100 mit Schutzgas und Magnetfeld (SRM-Technology®) mit Hilfe eines Laserscanner Typ M2-iLAN-2-60/30 der Fa. MEL Mikroelektronik bei einer Genauigkeit von 0,1 Grad ermittelt.

FE-Analysen zur Struktursimulation von Eigenspannungen und Verzug wurden für zwei typische Schweißgeometrien mit hohem und kehlnahtförmigem Wulst durchgeführt.

Im Gesamtergebnis wurden Winkelstellungen an den Bolzenschweißverbindungen zwischen 0,2 Grad und 5,5 Grad Abweichung bezogen auf die gewünschte 90 Grad Ausrichtung in Abhängigkeit von der Schweißausführung und den Randbedingungen gemessen.

Als Haupteinfluss auf die Winkelstellung von Bolzenschweißverbindungen wurde die Pistolen- bzw. Schweißkopfschrägstellung erkannt. Während sich eine Schweißkopfschrägstellung

durch exakte Justierung beheben lässt, kann im Falle des Keramikringbolzenschweißen nur durch eine zusätzliche Pistolenabstützung eine als annehmbar zu erachtende Winkelstellung von unter 1 Grad erreicht werden. Bei höheren Anforderungen an die Winkelstellung stehen die Schutzgasvarianten mit Winkelstellungen von ca. 0,5 Grad bei M12 Bolzen aus S235JR zur Verfügung. Der Bedienerinfluss ist dann vernachlässigbar. Als zweiter bedeutender Einfluss auf die Winkelstellung ist der Effekt der Blaswirkung mit der Auswirkung eines ungleichmäßigen bzw. sogar unvollständigen Schweißwulstes zu nennen, der auch bei den Schutzgasvarianten zum Tragen kommen kann, **Bild 44**. Beobachtete Winkelstellungen sind dann auf mehr oder weniger starke Blaswirkungseffekte mit der Folge von einseitigem Verzug des Bolzens beim Erstarren zurückzuführen. Bei CrNi-Stählen ist dagegen mit etwas höheren Winkelstellungen als beim unlegierten Werkstoff S235JR zu rechnen. Als Resümee lässt sich festhalten, dass die Winkelstellungen mit längerer Schweißzeit, d.h. mit zunehmendem Schweißdurchmesser, tendenziell höher sind.

Mithilfe der Struktursimulationssoftware Simufact.welding wurde eine geeignete Ersatzwärmequelle zur Simulation unter-



schiedlicher Anschmelzverhalten für das Hubzündungsverfahren, bestehend aus den Komponenten Bolzen und Blech, entwickelt. Die Berechnungen der Winkelstellung ergaben für vereinfachte Ansätze eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebnissen.

Die Eigenspannungsberechnungen gemäß von Mises weisen einerseits ein Maximum in der WEZ unterhalb der Schweißzone

und andererseits rund um die Schweißnaht auf. Bei flachem Wulst (geringere Anschmelzung) stellen sich niedrigere maximale Spannungswerte als bei der hohen Wulstformung ein. Anhand von Eigenspannungsmessungen mittels Neutronendiffraktometrie konnte eine gute Übereinstimmung mit den Berechnungen, vor allem bei radialer Messung an den Proben festgestellt werden.

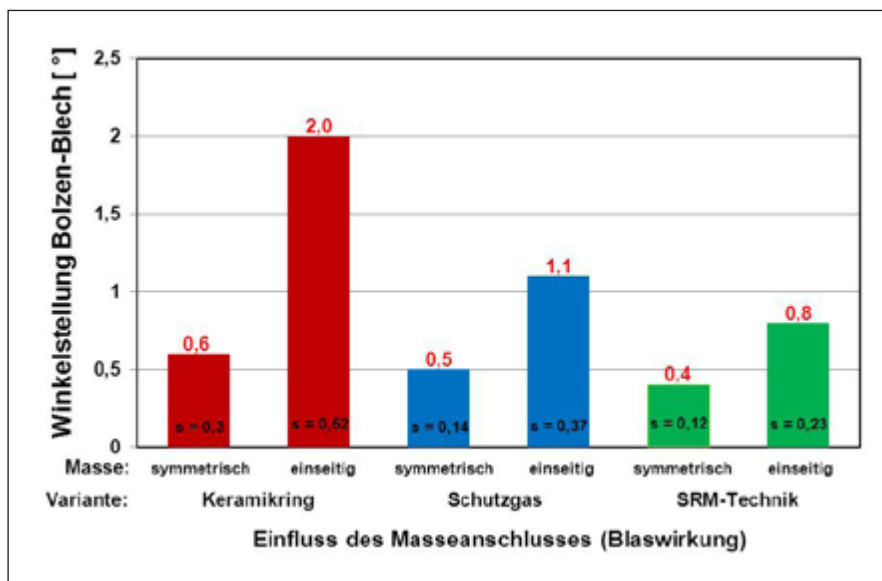


Bild 44: Winkelstellungen bei symmetrischem und einseitigem Masseanschluss in Abhängigkeit von der Verfahrensvariante, Schweißausführung am stationären Versuchsstand, Mittelwert aus 10 Schweißungen und Standardabweichung s.

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dipl.-Ing. Rainer Trillmich, Köster & Co GmbH, Ennepetal:

„Die Untersuchung liefert ergebnisgestützte Hinweise zur Vermeidung von Schiefstellungen von geschweißten Bolzen, die für die praktische Anwendung sehr brauchbar sind. Die FE-Simulation von Temperaturfeldern und Eigenspannungen eröffnet Möglichkeiten der Vorhersage von Spannungen, Verformungen und Temperaturen beim Bolzenschweißen, gerade unter schwierigen Bedingungen. Für die Beurteilung der Rückseitenbeeinflussung von beschichteten Werkstücken dürfte dies eine große Hilfe sein. Wünschenswert ist ein darauf basierendes praxistgerechtes Werkzeug, um z. B. die oft gestellte Frage nach Beschädigung von Lackierungen beim Bolzenschweißen vorhersagen zu können.“

### Klaus Schramm, AS Schöler + Bolte GmbH, Witten:

„Mit sehr großem Interesse haben wir dieses Forschungsprojekt unterstützt, da die Winkelstellung von aufgeschweißten Bolzen immer wieder von Anwendern des Lichtbogenbolzenschweißens beanstandet wird. Der Bericht enthält für uns viele

konkrete Hinweise zur Verringerung der Winkelstellung in der Praxis. Der gravierende Einfluss der Handhabung erhält zukünftig bei der Schulung der Bediener eine besondere Bedeutung.“

### Dipl.-Ing. Ronald Klier, HBS Bolzenschweißsysteme GmbH & Co. KG, Dachau:

„Anhand der wissenschaftlichen Untersuchungen zu den Einflüssen der Winkelstellung lassen sich für unsere Anwender konkrete Aussagen über den technischen Aufwand (Kosten) zur Reduzierung schiefstehender Bolzen treffen. Bei Kundenberatungen werden wir besonders auf den Einfluss des Bediener und die Wahl geeigneter Prozessbedingungen hinweisen. Neue Gestaltungsmöglichkeiten unter Zuhilfenahme der FEM-Erkenntnisse hinsichtlich kundenspezifischer Projekte und Standardapplikationen werden die Marktpräsenz der unterschiedlichen Hubzündungsverfahren je nach Kundenanforderung stärken.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

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: 31.12.2015

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**

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

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.06.2016

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

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

05.047  
17.394 N **Optimierung von Schweißparametern beim Schwungradreibschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB Garching

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.05.2015

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

05.050  
17.556 N **HIGHspeed FSW - Deutliche Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit beim Rührreibschweißen mittels konduktiver Erwärmung**

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

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 30.09.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.556N>

05.052  
17.750 N **Untersuchung zum reibungsbasierten Schließen des Endloches beim Rührreibschweißen (FSW)**

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

Beginn: 01.04.2013 Laufzeitende: 31.03.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.750N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.07.2012 Laufzeitende: 31.12.2014

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

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

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

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 30.04.2014

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

05.049  
17.617 N **Entwicklung einer fertigungsintegrierbaren zerstörungsfreien Prüftechnik für punkt- und linienförmig rührreibgeschweißte Strukturbauteile mittels thermografischer Methoden**

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

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 31.12.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.617N>

## Fachausschuss 6 „Strahlverfahren“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Christoph Eßer-Ayertey**

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

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

christoph.esser@dvs-hg.de

### Vorsitzender Prof. Dr.-Ing. Ronald Holtz

Class 4 Laser Professionals AG, Burgdorf/CH

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

BBW Lasertechnik GmbH, Prutting

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

### Veranstaltungen

Gemeinsames Kolloquium mit den Arbeitsgruppen

V 9.1 „Elektronenstrahlschweißen“ und V 9.2 „Laserstrahlschweißen“

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

- Commission IV „Schweißen mit hoher Energiedichte“

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

#### Verbesserung der Schweißnahtqualität beim Laserstrahlschweißen von Stählen mit Festkörperlasern durch reduzierten Umgebungsdruck am Beispiel des Getriebebaus (LaReD)

(IGF-Nr. 17.560N / DVS-Nr. 06.084)

Laufzeit: 1. November 2012 – 31. Oktober 2014

Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. K. Dilger, Institut für Füge- und Schweißtechnik, Technische Universität Braunschweig

In Abhängigkeit der Prozessparameter und Blechdicke können beim Schweißen mit Festkörperlasern, insbesondere bei hohen Vorschubgeschwindigkeiten, Schweißspritzer zu einer Herabsetzung der Schweißnahtqualität führen. Um zukünftig die hohen Qualitätsanforderungen für Bauteile aus dem Getriebebau zu erfüllen, bestand das Ziel dieses Vorhabens in der Entwicklung eines spritzerarmen Schweißprozesses für Festkörperlaser. Als Lösungsansatz wurde die Anwendung einer Unterdruck-Atmosphäre in der Umgebung des Schweißvorgangs untersucht.

Das Schweißen im Unterdruck führt in erster Linie zu einer Veränderung der beim Laserstrahlschweißen mit Festkörperlaser typischen Metaldampffackel (**Bild 45** folgende Seite). Deren Wechselwirkung mit dem flüssigen Schmelzbad konnte über Hochgeschwindigkeitsaufnahmen in direkten Zusammenhang mit der Spritzerbildung gebracht werden. Durch die Reduzierung des Druckes in der Umgebung des Schweißvorgangs auf 100 mbar findet eine sichtbare Verkleinerung der Metaldampffackel statt. Bei weiterer Drucksenkung auf 10 mbar erfolgt eine vollständige Unterdrückung der Fackel.

Die auftretenden Spritzerzermengen wurden über gravimetrische Messungen der Schweißproben bestimmt. Dabei decken sich die Ergebnisse mit den Erkenntnissen der prozesstechnischen Beobachtungen. Insbesondere bei Vorschubgeschwindigkeiten oberhalb 2 m/min liegt eine deutliche Spritzerreduzierung durch den Einsatz von reduziertem Druck in der Prozessumgebung beim Schweißen vor (Bild 46). Dadurch können nahtgeometrische Unregelmäßigkeiten wie zum Beispiel Nahteneinfall oder Randkerben vermieden werden. Der hohe qualitative Vorteil der verminderten Spritzerbildung und die damit verbundene verbesserte Nahtqualität kann somit gleichzeitig mit einer Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit einhergehen.

Über die beschriebene Spritzerfreiheit hinaus wurden im Schweißergebnis weitere Vorteile aufgezeigt, die das Laserstrahlschweißen unter reduziertem Umgebungsdruck für industrielle Anwendungen attraktiv machen. Hierzu zählen die Erhöhung der Einschweißtiefe bei unveränderter Laserstrahlleistung, die Veränderung der Nahtgeometrie zu parallelfkantigen Nähten sowie die Vermeidung von Unregelmäßigkeiten in der Schweißnaht. Einen entscheidenden Vorteil stellt die Erweiterung des im Unterdruck vergrößerten Prozessfensters dar, in welchem der Schweißprozess stabil abläuft und somit in einer Serienfertigung mit einer erhöhten Prozesssicherheit korreliert.



Bild 45: Darstellung der Metalldampffackel und Spritzerbildung bei 1000 mbar (links), 100 mbar (mitte) und 10 mbar (rechts).

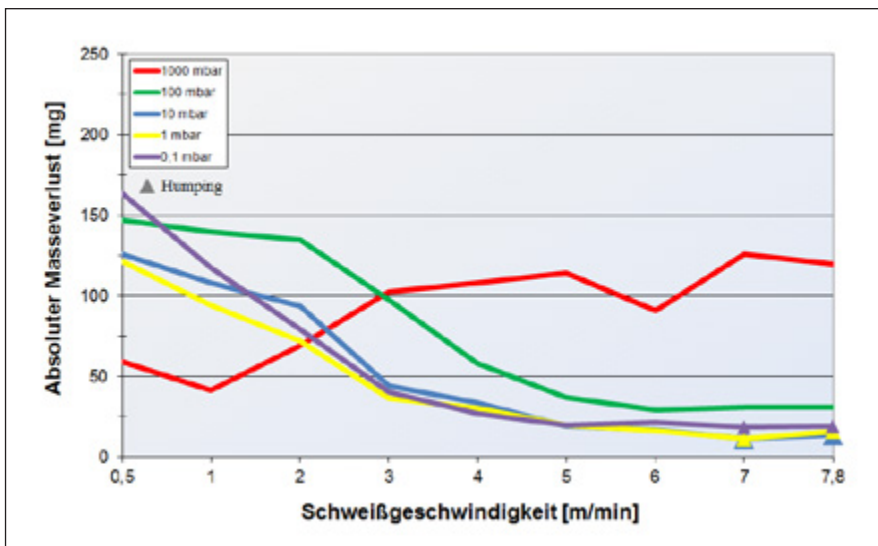


Bild 46: Ergebnisse der gravimetrischen Messungen in Abhängigkeit von der Schweißgeschwindigkeit bei Durchschweißungen für unterschiedliche Drücke.

## Meinungen aus den Unternehmen

**Dr.-Ing. Thomas Harrer, LaserApplikationsZentrum, TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH, Ditzingen:**  
 „Aktuell werden Getriebebauteile mit dem CO<sub>2</sub>-Laser oder mit dem Elektronenstrahl geschweißt, um die geforderte Qualität

vor allem hinsichtlich der Spritzerfreiheit sicherzustellen. Der Festkörperlaser, der aus technischen wie auch wirtschaftlichen Gründen bevorzugt eingesetzt wird, genügt gerade bei den angestrebten Qualitätsanforderungen nicht für alle

Anwendungen. [...] Durch den innovativen Lösungsansatz eines Unterdrucks in der Schweißumgebung des Prozesses konnte die Spritzerbildung vermieden werden und dadurch die hohen Qualitätsanforderungen erreicht werden.“

**Dr. phil. nat. Thorsten Löwer, Vorstand Technik, pro-beam AG & Co. KGaA, Planegg:**

„Die Erkenntnisse sind direkt in den Bau einer kompletten Anlage zur Herstellung von Getriebebauteilen eingeflossen. Einzigartig an dieser Anlage ist die Tatsache, dass der Schweißprozess auf das neu entwickelte Verfahren „Laserstrahlschweißen bei reduziertem Umgebungsdruck“ zurückgreift. Durch die grundlegenden Forschungsergebnisse wurde dieses innovati-

ve und industriell bislang nicht eingesetzte Schweißverfahren etabliert und bis zur serienreifen Anwendung entwickelt.“

**Dr. Friedemann Otto, Geschäftsführer, SITEC Industrietechnologie GmbH, Chemnitz:**

„Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse trugen in sehr starkem Maße zum Verständnis des Prozesses bei. Die erreichten Ergebnisse übertrafen unsere Erwartungen und stellen für uns neue Möglichkeiten zur kostengünstigen Konzipierung von Anlagen dar. Des Weiteren sind bedeutende Einsparpotentiale bezüglich Energie und Schutzgas während des Anlagenbetriebes beim Betreiber möglich, die einen Wettbewerbsvorteil versprechen.“

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

**Prozessstrategie zur Stabilisierung des gepulsten Laserstrahlschweißens und zur Verbesserung der Nahtgüte beim Schweißen von Aluminiumwerkstoffen mittels Kombination eines Diodenlasers mit einem gepulsten Festkörperlaser (IGF-Nr. 17.487 BG / DVS-Nr. 06.081)**

Laufzeit: 1. Oktober 2012 – 30. September 2014

Prof. Dr.-Ing. habil. J. P. Bergmann, Technische Universität Ilmenau – Fachgebiet Fertigungstechnik, Ilmenau

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

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde der Einfluss der Überlagerung eines gepulsten Nd:YAG Lasers mit einem Diodenlaser im niedrigen Leistungsbereich beim Laserstrahlschweißen von Aluminiumwerkstoffen untersucht. Die Wirkung der Überlagerung auf die Schweißgüte heißbrisanfälliger Legierungen (EN AW 5xxx und EN AW 6xxx) wurde unter den Aspekten der mechanisch-technologischen Eigenschaften, der Prozesseffizienz, Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit be-

wertet (Bild 47). Es wurde gezeigt, dass durch die Überlagerung im geringen Leistungsbereich Anwender sowohl eine Steigerung der Prozesssicherheit als auch eine Verbesserung der Prozesseffizienz erreichen. Darüber hinaus kann eine deutliche Reduzierung der Heißbrissbildung beim Schweißen der heißbrisanfälligen 5xxx und 6xxx Legierungen erzielt werden, ohne dass Zusatzwerkstoff verwendet werden muss.

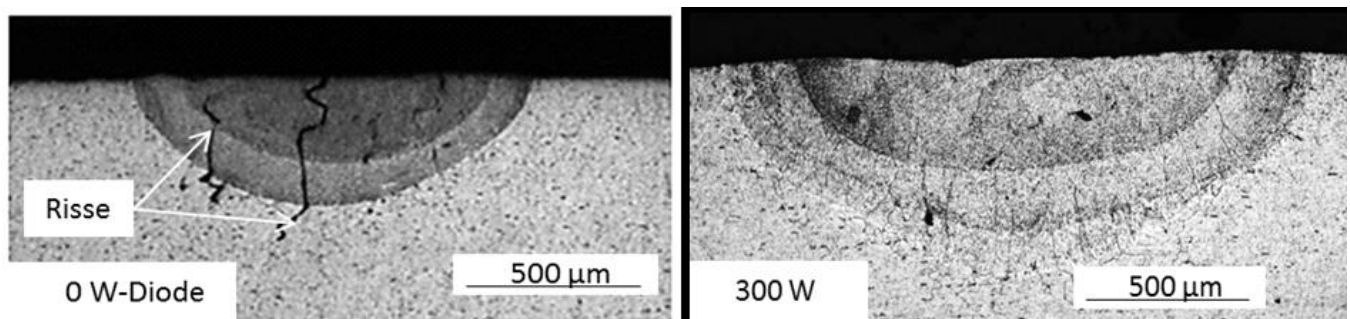


Bild 47: Heißbrissvermeidung durch Überlagerung von Diodenlaserstrahlung



## Meinungen aus den Unternehmen

### Dr.-Ing. Oliver Meier, Geschäftsführer, LASER on demand GmbH, Langenhagen:

„Die Forschungsergebnisse haben eine deutliche Erweiterung der Anwendungsgrenzen des gepulsten Laserstrahlschweißens gezeigt. Speziell bei Aluminium ist dieser Ansatz sehr interessant, da es Anwendungen gibt, bei denen nur der gepulste Laser allein nicht die gewünschte Nahtqualität erreicht. An dieser Stelle werden dann oft unwirtschaftliche Technologien eingesetzt. Während des Projektes konnten wir eine weitere neue Anwendung bei einem unserer Kunden identifizieren und diese Technologie in ähnlicher Weise bei einem anderen Werkstoff nutzen.“

### Prof. Dr.-Ing. Ronald Holtz, Geschäftsführer, Class 4 Laser Professionals, Lyss (CH):

„Die Erkenntnisse, die wir durch das Projekt im Fachausschuss erlangen konnten, waren sehr hilfreich für weitere Projekte und Ansätze. Die Möglichkeit, ausscheidungshärtende Aluminiumlegierungen der 6xxx Reihe erstmals vollständig heißrisssfrei an der I-Naht am Stumpfstoß zu schweißen, erweitert zum einen den heutigen Stand der Wissenschaft und Technik und gibt zum anderen den Lohndienstleistern sowie Laserherstellern eine neue Schweißtechnologie an die Hand, ohne Verwendung zusätzlicher Schweißzusatzwerkstoffe.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

### 06.087 18.087 N **Untersuchungen zum Einfluss von Härte- und Gefügezustand strahlgewetzter Verbindungen an Stählen auf deren Verformungs- und Tragverhalten**

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

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 31.08.2016

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

### 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: 31.03.2016

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 Lasermikroschweißens**

Dr. rer. nat. Kracht, LZH Hannover  
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>

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

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

Beginn: 01.12.2014 Laufzeitende: 31.05.2017

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

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

### 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. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.12.2013 Laufzeitende: 31.05.2016

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

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

### 06.0768 17.264 N **Induzierte Wärmefelder zur Verminderung der Heißrisneigung beim Laserstrahlschweißen von Aluminium (InduWäLs)**

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

Beginn: 01.09.2011 Laufzeitende: 31.07.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.264N>

- 06.080  
17.404 B **Laser-Mehrlagen-Engspaltschweißen zum verzugsarmen und heißrisssfreien Fügen von Aluminium-Legierungen im Dickblechbereich LASER-MESSAGE**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer, IWS Dresden  
Beginn: 01.02.2012 Laufzeitende: 31.01.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.404B>
- 06.081  
17.487 B **Prozessstrategie zur Stabilisierung des gepulsten Laserstrahlschweißens und zur Verbesserung der Nahtgüte beim Schweißen von Aluminiumwerkstoffen mittels Kombination eines Diodenlasers mit einem gepulsten Festkörperlaser**  
Dr. rer. nat. Kracht, LZH Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Overmeyer, LZH Hannover  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau  
Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 30.09.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.487B>
- 06.082  
17.558 N **Wärmearmes Schweißen von Aluminium mit hoher Spaltüberbrückbarkeit durch Strahlmodulation beim Schweißen mit hoch fokussierenden Festkörperlasern mit Zusatzwerkstoff**  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Rethmeier, BAM Berlin  
Beginn: 01.09.2011 Laufzeitende: 31.08.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.265N>
- 06.084  
17.560 N **Verbesserung der Schweißnahtqualität beim Laserstrahlschweißen mit Festkörperlasern von Stählen für den Getriebebau durch den Einsatz von reduziertem Umgebungsdruck**  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig  
Beginn: 01.11.2012 Laufzeitende: 31.10.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.560N>
- 06.083  
17.625 N **Zylindrische Polarisation für spritzerfreies Laserstrahlschweißen**  
Univ.-Prof. Dr. phil. nat. Graf, IFSW Stuttgart  
Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.625N>

## Fachausschuss 7 „Löten“



### 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

### Vorsitzender Dipl.-Ing. Ingo Reinkensmeier

Siemens AG, Energy Sector, Berlin

### Stellvertretender Vorsitzender Franz Wetzel

Robert Bosch GmbH, Schwieberdingen

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

## Veranstaltungen

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

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG V 6.1 „Hart- und Hochtemperaturlöten“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.1](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.1)
- Fachgesellschaft „Löten“ im DVS - [www.dvs-loeten.de/loeten](http://www.dvs-loeten.de/loeten)

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

- Commission XVIII „Hartlöten, Weichlöten und Diffusionsschweißen“

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

### Ermittlung von Versagenskriterien mechanisch-korrosiv belasteter, hartgelöteter Edelstahlblechverbindungen unter Berücksichtigung der Nickelotmetallurgie und der Fertigungsbedingungen

(IGF-Nr. 16.941 N / DVS-Nr. 07.068)

Laufzeit: 1. Juli 2012 – 30. Juni 2014

Prof. Dr.-Ing. H. J. Maier, Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover

Hartgelötete Bauteile aus Edelstahlblechen finden in der Industrie breite Anwendung. Exemplarisch hierfür seien Wärmetauscher für den Fahrzeugbau oder die Energie- und Klimatechnik genannt, die in unterschiedlichsten Größen und Typen jährlich millionenfach gefertigt werden, und deren Herstellung und Nutzung daher einen wichtigen Wirtschaftsfaktor für die beteiligten deutschen Unternehmen darstellt. Ein erheblicher Anteil dieser Bauteile wird mit Nickelloten gefertigt, die unter den verfügbaren Hartloten für Edelstähle die höchste Korrosions- und Oxidationsbeständigkeit für die resultierenden Lötverbindungen versprechen. Allerdings fehlt es für die Vorhersage der Beständigkeit einer Lötverbindung unter spezifischen Belas-

tungsprofilen häufig an belastbaren Daten. Vor diesem Hintergrund wurde im Fachausschuss 7 der Bedarf an der Entwicklung eines praktikablen Prüfverfahrens zur Bewertung von Lötverbindungen, die einer kombinierten mechanisch-korrosiven Belastung ausgesetzt sind, festgestellt, was Anlass zu diesem Forschungsvorhaben war.

Gemäß Aufgabenstellung wurde zunächst eine Prüfapparatur realisiert, mit der Lötverbindungen unter kombinierter mechanisch-korrosiver Last geprüft werden können, vergleiche **Bild 48**. Des Weiteren wurde ein hierfür entwickeltes Prüfkonzept am Beispiel von mit diversen Nickelbasisloten gefügten

Edelstahlverbindungen getestet, die bei unterschiedlichen Prozessbedingungen gelötet worden waren. Die für die anschließenden Auslagerungen ausgewählten Prüfbedingungen zielten auf Bauteilanwendungen für abgasführende Komponenten, die unter Betriebsbedingungen mitunter hoch korrosivem Abgaskondensat ausgesetzt sind. Als Bewertungskriterien wurden sowohl die Scherzugfestigkeiten von Überlappplötverbindungen vor und nach Auslagerung als auch licht- und rasterelektronenmikroskopische Analysen entsprechend belasteter Lötverbindungen herangezogen, siehe **Bild 49**. Als wesentliches Projektergebnis ist festzustellen, dass das gemäß entwickelter

Prüfprozedur getestete Verhalten der Festigkeiten vor und nach Auslagerung unter kombinierter mechanisch-korrosiver Belastung im Einklang mit den mikroskopisch analysierten Korrosionserscheinungen steht und die Prüfprozedur zur Bewertung von mit Nickelloten gefügten Stahllötverbindungen geeignet ist. Zur Umsetzung und Nutzung des Prüfverfahrens in der Industrie wird u.a. ein DVS-Merkblatt mit dem Titel „Verfahren und Apparatur zur Prüfung von Lötverbindungen unter kombinierter mechanisch-korrosiver Belastung“ erstellt, in dem detaillierte Hinweise zum Aufbau der Versuchsapparatur und zur Durchführung der Prüfung gegeben werden.

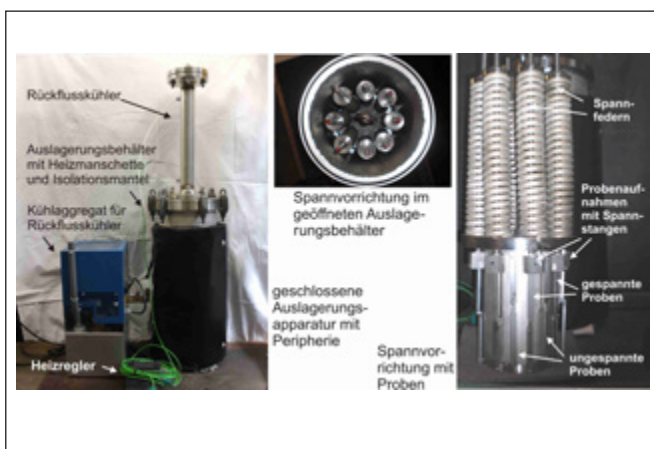


Bild 48: Prüfapparatur zur Auslagerung von Lötproben bei kombinierter mechanisch-korrosiver Belastung.

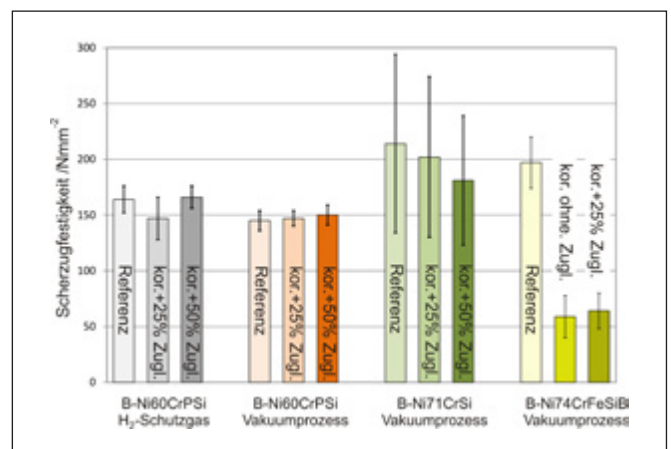


Bild 49: Scherzugfestigkeiten von unterschiedlich gelöteten Überlappplötverbindungen vor und nach Auslagerung in Modellabgaskondensat ohne/mit zusätzlicher mechanischer Last.

## Meinungen aus den Unternehmen

**Dipl.-Ing. Eugen Aul, Teamleiter Werkstoff- und Fügetechnik, BENTELER Automotive, Paderborn:**

„Das Hochtemperaturlöten ist ein sehr effizientes Verfahren im Bereich der Abgaskühlerfertigung mit weiterhin zunehmender Bedeutung. Für BENTELER Automotive, einem Spezialisten für hochkorrosionsbeständige Lötbaugruppen, betonen die Untersuchungsergebnisse der mechanisch-korrosiv beanspruchten Bauteile die Komplexität des Themengebietes. Durch die erzielten Erkenntnisse wird die Beständigkeit unserer Produkte gegen aggressive Abgaskondensate weiter gesteigert und wir bieten damit unseren Kunden optimale Lösungen im Bereich des Korrosionsschutzes an.“

**Dr.-Ing. Manfred Boretius, CEO, Listemann Technology AG, Eschen:**

„Entwickler und Konstrukteure aus allen Anwendungsbereichen benötigen für die Auslegung von gelöteten Bauteilen Kennwerte, um die späteren Einseigenschaften sicherzustellen. Neben der Festigkeit ist insbesondere die Korrosionsbeständigkeit eine oft nachgefragte Verbundeigenschaft. Als kmU sind wir angewiesen auf die Projektergebnisse, da sie uns einerseits eine Einschätzung der Verbundeigenschaften unter mechanisch-korrosiver Belastung ermöglichen und andererseits eine Prüfmethodik an die Hand geben, die im Kundengespräch als Qualifizierungskriterium benutzt werden kann.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

- 07.071  
17.776 N **Verbesserung der Gebrauchseigenschaften hochtemperaturgelöteter Verbindungen durch thermodynamisch ausgelegte Temperatur-/Zeitzyklen**
- Prof. Dr. rer. nat. Müller, LKM Berlin  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wilden, HS Niederrhein
- Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.06.2016
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.776N>
- 07.075  
17.907 N **Vermeidung binderbedingter Fehlstellen durch prozesssichere Verarbeitung von Lotpasten bei flächigen Bauteillösungen**
- Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
- Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.10.2016
- 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: 31.12.2016
- 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 III**
- Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Tillmann, LWT Dortmund  
Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
- Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.10.2016
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.387N>
- 07.077  
18.422 B **Entwicklung eines Lötverfahrens für die Fertigung von wassergekühlten Bipolarplatten aus chrombeschichteten Metallfolien für PEM-Brennstoffzellen**
- Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover  
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Lampke, IWW
- Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.10.2016
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.422B>
- 07.078  
18.507 B **Verringerung der Schwermetallionenmigration kupfergelöteter Plattenwärmeübertrager (PWÜ) für Trinkwasseranwendungen**
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner,
- Beginn: 01.12.2014 Laufzeitende: 30.11.2016
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.507B>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

- 07.069  
17.622 B **Entwicklung von Co-Basis-Loten zum Hochtemperaturlöten hochfester, thermisch stark belasteter Bauteile aus Co-Basislegierungen**
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz
- Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 31.05.2015
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.622B>
- 07.070  
17.748 B **Korrelation zwischen der Oberflächenhistorie, den Prozessbedingungen und der Löteignung von Aluminiumwerkstoffen**
- Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
- Beginn: 01.07.2013 Laufzeitende: 30.06.2015
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.748B>
- 07.074  
17.884 N **Entwicklung von Prozessen zum flussmittelfreien Schutzgas-Hartlöten zwischen 650°C und 850°C durch Einsatz silandotierter Prozessgase**
- Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
- Beginn: 01.10.2013 Laufzeitende: 30.09.2015
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.884N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

- 07.068  
16.941 N **Ermittlung von Versagenskriterien mechanisch-korrosiv belasteter, hartgelöteter Edelstahlblechverbindungen unter Berücksichtigung der Nickelotmetallurgie und der Fertigungsbedingungen**
- Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
- Beginn: 01.07.2012 Laufzeitende: 30.06.2014
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.941N>



## Fachausschuss 8 „Klebtechnik“



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



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

**Vorsitzender N. N.**

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

Stepanski Engineering, Leverkusen

### Vorsitzender Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Standort Salzgitter  
**Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“ (GA-K)**

## Veranstaltungen

Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG V 8 „Klebtechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V8](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V8)
- AG V 8.1 „Dosier- und Mischtechnologie für die Klebtechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V8.1](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V8.1)
- AG V 8.2 „Haftklebebänder“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V8/V8.2](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V8/V8.2)
- AG Q 1.3 „Berechnung und Simulation in der Klebtechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1.3](http://www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1.3)

### In der Forschungsvereinigung des DVS

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

## Tragende AiF-Mitgliedsvereinigungen 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



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

#### ProGuss - Prozesssicheres Kleben von strukturellen Aluminium-Druckguss-Komponenten

(IGF-Nr. 17.626 N / DVS-Nr. 08.083)

Laufzeit: 1. Dezember 2013 – 30. November 2014

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

Bauteile aus Aluminium-Druckguss werden zunehmend auf Grund der hochproduktiven und endkonturnahen Fertigung für mechanisch hochbelastete Strukturbauteile im Fahrzeugbau eingesetzt, und das Kleben als Füge-technologie steht im Fokus der Entwicklung. Dieser Fügeprozess ist grundsätzlich nur prozesssicher einsetzbar, wenn eine klebtechnisch geeignete Druckgussoberfläche bereitgestellt wird. Es wurde daher in umfangreichen Untersuchungen in Abhängigkeit von der Prozesskette nach einer optimalen nasschemischen Vorbehandlung gesucht, die insbesondere die chemisch sehr stabilen Trennstoffreste weitestgehend entfernt. Die Beizbehandlung mit einer fluoridhaltigen schwefelsauren Lösung führt nach einer alkalischen Reinigung und einer Ti-Oxid-Konversionsschicht nachweislich zum geringsten Anteil verbleibender Trennstoffreste und zur höchsten Alterungsbeständigkeit mit 1K-Epoxid-Klebstoffsystemen und bei beschleunigter Alterung (70 °C, 5 wt% NaCl-Lösung).

Die erfolgreiche Anwendung dieser nasschemischen Vorbehandlung konnte auch für mechanisch bearbeitete Oberflächen nach einer T7-Wärmebehandlung und an unterschiedlichen Druckgusslegierungen nachgewiesen werden. Zur Übertragung der Forschungsergebnisse in die Praxis wurden außerdem zwei in Serie abgegossene Bauteile der optimierten nasschemischen Behandlung unterzogen. Auch hier konnte nach Anwendung der nasschemischen Vorbehandlung im modifizierten Keiltest ein kohäsives Versagen erzielt werden, während der Gusszustand 100 % adhäsiv versagt. **Bild 50** zeigt als Beispiel eines der Serienbauteile mit der Probennahme aus den Flanschflächen und den Bruchbildern im Gusszustand und nach der in diesem Projekt entwickelten nasschemischen Vorbehandlung.

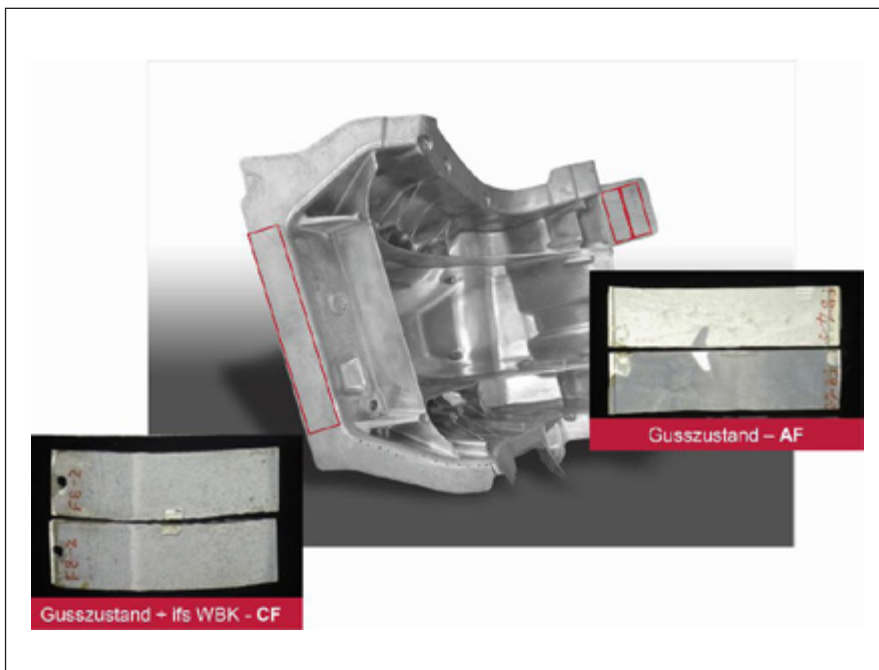


Bild 50: Serienbauteil aus En AC-AISi10MnMg und Bruchbilder nach modifiziertem Keiltest mit 1K-Epoxid, ohne Alterung

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dipl.-Ing. Ansgar Pithan, Director Materials Development, Martinrea Honsel Germany GmbH, Meschede:

„Im Druckgießverfahren hergestellte Strukturbauteile werden vorwiegend im Fahrzeugbau eingesetzt. Dabei ist vor allem die Gewichtseinsparung von großem Interesse, die sowohl durch den Werkstoff Aluminium, aber auch durch immer dünnere Wände < 2 bis ca. 4 mm erreicht wird. Je dünner das Material ist, desto prozesssicherer müssen die Werkstoffeigenschaften Festigkeit und Bruchdehnung erzielt werden. Beim Fügen dieser Druckgussteile im Karosseriebau werden aber zurzeit Verfahren verwendet, die diese Werkstoffeigenschaften negativ beeinflussen können. Dazu gehören das Schweißen (Wärmeinfluss) und das Clinchen/Nieten (Deformation). Im Forschungsvorhaben ‚ProGuss‘ wurde das Verkleben von Druckguss untersucht, bewertet, und es wurden Lösungen gefunden, die dem zukünftigen Einsatz von Druckgussstellen erheblich zugutekommen. Es wurden wichtige Erkenntnisse gewonnen, so dass die Nachteile der aktuellen Fügeverfahren weitgehend ausgeschlossen werden können. Insbesondere auch im Materialmix mit anderen Werkstoffen können die gewonnenen Erkenntnisse zusätzlich von Vorteil sein.“

### Dipl.-Ing. Gerd Röders, Geschäftsführer, G.A. Röders GMBH, Soltau:

„Die Anbieter von hochwertigen Gussprodukten müssen sich zunehmend auch mit der Weiterverarbeitung der Produkte in der Wertschöpfungskette beschäftigen. Dabei können für den Prozess notwendige oder verbessernde Maßnahmen sich negativ auf die Weiterverarbeitung auswirken. Dies gilt insbesondere für die Fügeverfahren wie Kleben oder Schweißen. Gerade beim Kleben kommt es darauf an, dass der Anwender vom Gussproduzenten unterstützt wird. Für die Gießereien bedeutet es jedoch, sich über die Auswirkungen der eigenen Prozessschritte auf die Weiterverarbeitung im Klaren zu sein. Hier konnte das Forschungsvorhaben wichtige Ansätze liefern, worauf die Gießereien in ihrem Prozess zu achten haben. Vieles aus dieser Forschung konnte bereits umgesetzt werden, anderes hat neue Fragestellungen eröffnet, die es in der Zukunft zu lösen gilt. Für G. A. Röders war dieses Forschungsprojekt sehr anwendungsnah gestaltet und hat wichtige Erkenntnisse gebracht.“

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

### Abscheidung funktioneller Haftvermittlerschichten mittels Atmosphärendruckplasma als Primerersatz für Haftklebungen - HaftPlas

(IGF-Nr. 17.300 N / DVS-Nr. 08.075)

Laufzeit: 1. September 2012 – 31. August 2014

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

Haftvermittler finden Verwendung bei ein- und doppelseitigen Haftklebebändern. Sie haben eine zentrale Funktion bei der Herstellung wie bei der Verwendung von Klebebändern: sie sorgen für die langzeitstabile Haftung des Klebstoffes auf dem Substrat. Typischerweise werden Haftvermittler als nasschemische Primerlösung aufgetragen, wodurch Probleme bezüglich Arbeitssicherheit, Prozesskosten und Verlässlichkeit verursacht werden. Das Forschungsvorhaben untersuchte, wie haftvermittelnde Schichten durch Plasmapolymersation bei Atmosphärendruck für Haftklebungen abgeschieden werden können.

Die Haftmechanismen eines acrylatbasierten Klebebandes auf der haftvermittelnden Schicht wurden analysiert. Die Untersuchungen zeigen, dass eine nachträgliche Aktivierung der Beschichtung zur Verbesserung der Adhäsion vorteilhaft ist

(Bild 51 folgende Seite). Ein alternativer Lösungsweg ist die Veränderung der Schichtabscheidung, so dass die Zahl der an Silizium gebundenen Methylgruppen minimiert wird. Die Haftung der haftvermittelnden Schicht auf dem Substrat und die innere Kohäsionsfestigkeit der Beschichtung sind für die Haftfestigkeit nicht limitierend. Basierend auf diesem Ergebnis können die industriellen Endanwender die Beschichtungsprozesse optimieren (Bild 52 folgende Seite). Dadurch wird ein umweltfreundlicher und effektiver Einsatz von Haftvermittlern beim Gebrauch und der Herstellung von Klebebändern ermöglicht.



Bild 51: Rasterelektronenmikroskopische Abbildung der im Plasma abgeschiedenen haftvermittelnden Schicht auf Aluminium nach einer FIB-Präparation. Die Beschichtung überdeckt die Defekte der Aluminiumoberfläche

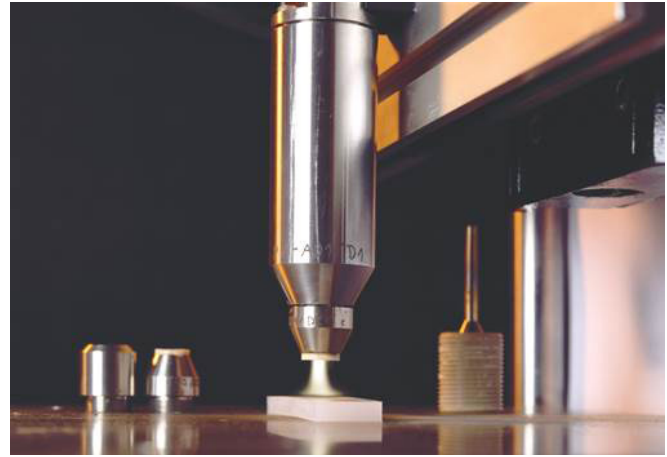


Bild 52: Plasmadüse zur Aktivierung und Beschichtung

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dr. A. Knospe, F&E-Leiter Plasmateat GmbH, Steinhausen:

Im Rahmen des Projektes konnten erfolgreich Haftvermittlerschichten für die Aufbringung von Klebeändern abgeschieden werden. Wir haben nun erstmals die Möglichkeit, konventionelle lösungsmittelbasierte Primersysteme durch eine kostengünstige und umweltfreundliche Technologie zu ersetzen. Für uns ergeben sich dadurch neue Marktchancen für den Einsatz der Plasmatechnik

### Dr. U. Irlle, Geschäftsführer Hühoco Metalloberflächenveredelung GmbH, Wuppertal:

„Wir haben dieses sehr interessante Projekt von Anfang an begleitet und gerne auch aktiv unterstützt. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zeigen neue Wege auf, die Haftung mit einem alternativen Verfahren zu verbessern. Die Erkenntnisse sind für uns wichtig und wir werden dieses Wissen in unsere weitere Entwicklung einfließen lassen.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

### 08.092 Zero Defect Manufacturing in Adhesive Bonding (ZeDeMAB)

00.120 E

Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen  
Prof. Dr. Hanke, IZFP Saarbrücken

Beginn: 01.05.2014 Laufzeitende: 30.04.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.120E>

### 08.087 Bedarfsgerechte qualitätsgesicherte Vorbehandlungen von FVK-Bauteilen vor der Durchführung industrieller klebtechnischer Prozesse

18.003 N

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

18.155 N

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

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.03.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.155N>

### 08.090 Anforderungsgerechte Analyse und Entwicklung einer Methode zur Bewertung instationärer Zustände bei der 2K Klebstoffverarbeitung

18.160 N

Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.03.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.160N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 31.05.2015

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

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

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

Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 31.03.2015

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

08.077  
17.275 N **Klebstoffe als dauerhaftes Verbundmittel bei Stahlverbundträgern**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Geiß, AWOK Kaiserslautern  
Prof. Dr.-Ing. Kurz, STB Dortmund

Beginn: 01.10.2011 Laufzeitende: 31.03.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.275N>

08.076  
17.301 N **X-Bond - Entkleben unter Nutzung exothermer Reaktionen**

Prof. Dr.-Ing. Elsner, ICT Pfinztal  
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm, Uni Kassel

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 30.04.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.301N>

08.080  
17.618 N **Hybridfügen von Mischbaustrukturen aus faserverstärkten Kunststoffen mit metallischen Halbzeugen**

Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 31.03.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.618N>

08.084  
17.777 B **Monitoring von Klebverbindungen mittels faseroptischem Messsystem**

Prof. Dr.-Ing. Hildebrand, SimEx Bauhaus-Universität Weimar  
Prof. Dr.-Ing. habil. Könke, MFPA Weimar

Beginn: 01.05.2013 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.777B>

08.086  
17.778 N **Crashsicheres 2K-Kleben von Faserverbundkunststoffen im Fahrzeugrohbau (Crash2FRP)**

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

Beginn: 01.08.2013 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.778N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.04.2012 Laufzeitende: 30.09.2014

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

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

Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Melz, LBF Darmstadt  
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 31.10.2014

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

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

Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

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

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

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

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014

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



## Fachausschuss 9 „Konstruktion & Festigkeit“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Rockhard Zsehra**

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

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

rockhard.zsehra@dvs-hg.de

**Vorsitzender Dr.-Ing. Manfred Kaßner**

Falkensee

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

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

Volkswagen AG, Wolfsburg

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

#### In der Forschungsvereinigung des DVS

- Fachausschuss I 2 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“ - [www.dvs-forschung.de/FAI2](http://www.dvs-forschung.de/FAI2)

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

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

Der FA 9 hat seine konzeptionelle Ausrichtung überarbeitet. Download der Beschreibung unter [www.dvs-forschung.de/FA09](http://www.dvs-forschung.de/FA09)

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

#### Qualifizierung mechanischer Randschichtverfestigungsverfahren zur Schwingfestigkeitsverbesserung geschweißter Aluminiumbauteile

(IGF-Nr. 16.870 N / DVS-Nr. 09.054)

Laufzeit: 1. August 2011 – 31. März 2014

Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. K. Dilger, Institut für Füge- und Schweißtechnik, Technische Universität Braunschweig

Mechanische Randschichtbehandlungen (Kugelstrahlen, Hämmern) treffen wiederholt auf das Interesse unterschiedlicher industrieller Anwender. Man erwartet, die bei geschweißten Verbindungen im Vergleich zum Grundwerkstoff erhebliche Verminderung der Schwingfestigkeit durch solch eine Nachbehandlung kompensieren zu können. Es fehlt bisher eine breite Regelwerksakzeptanz, weil z.B. Fragen der Eigenspannungsstabilität unter Betriebsbedingungen nicht hinreichend geklärt sind. Das hat gezeigt, dass sowohl durch Hochfrequenzhämmern, als auch durch Kugelstrahlen erhebliche Schwingfestigkeitsverbesserungen zu erzielen sind.

Vorteile haben im Gegensatz zu Stählen bei Aluminiumwerkstoffen die Strahlverfahren (**Bild 53**), die hier eine etwas günstigere Oberflächenqualität hinterlassen. Die Untersuchungsergebnisse belegen, dass merkliche Verbesserungen bereits durch ein industrielles Reinigungsstrahlen erreicht werden können – ein Befund von erheblicher praktischer Bedeutung. Das Reinigungsstrahlen ist ein industriell verbreitetes Verfahren zur Vorbehandlung von Schweißbauteilen z.B. für die Lackierung. Betriebsbedingte Überlasten beeinträchtigen den erzielten Schwingfestigkeitsgewinn kaum, obwohl die Druckeigenspannungen hierbei merklich reduziert werden können. Vorausset-

zung für den bestmöglichen Schwingfestigkeitsgewinn ist die uneingeschränkte Zugänglichkeit für die Nachbehandlungen. Bei Verbindungen mit nicht verschweißter Nahtwurzel fallen die Verbesserungen daher deutlich kleiner aus. Insofern stellen die

Methoden kein Werkzeug zur Schwingfestigkeitsverbesserung von Schweißverbindungen minderer Qualität dar.

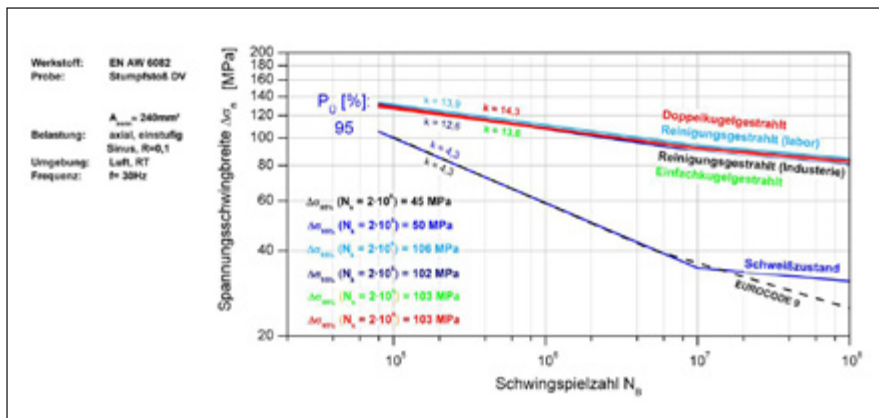


Bild 53: Wöhlerlinien ( $\Delta\sigma$ ) unterschiedlicher Strahlvarianten

## Meinungen aus den Unternehmen

### Frank Schäfers, Sales Manager & Technical Consultant, PITEC GmbH, Kerpen:

„Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens sind im Kern von großer praktischer Bedeutung, weil hierbei die Wirksamkeit mechanischer Oberflächenbehandlungsverfahren klar aufgezeigt wird. Der bei Überlasten auftretende Eigenspannungsabbau ist für den Nutzen der Methoden bei Al-Werkstoffen weit weniger schädlich als angenommen. Eine breite Marktakzeptanz ist zu erwarten, sofern es noch gelingt, die Ergebnisse in die Bemessungsregelwerke wie den EC9 einfließen zu lassen.“

### Dipl.-Ing. Andreas Lau, OSK Kiefer GmbH, Oppurg:

„Die Untersuchungen haben bewiesen, daß sich eine mechanische Oberflächenbehandlung durch Strahlen sehr günstig auf die Lebensdauer von Bauteilen auswirkt. Da das durchgeführte Reinigungsstrahlen als Standardmethode zur Vorbehandlung von Schweißbauteilen sehr positive Ergebnisse gezeigt hat, wäre es interessant, zu sehen, inwieweit diese Methode auch tatsächlich schwingfestigkeitsrelevant einsetzbar ist. Das könnte zu klaren wirtschaftlichen Vorteilen führen, wenn weiterer Aufwand für Schweißbauteile künftig entfällt. Hierzu wären weiterführende Untersuchungen auf der erarbeiteten Basis auch bei anderen Werkstoffen äußerst nützlich.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

09.064  
17.883 N **Versagensverhalten von Mischschweißverbindungen unter crashartiger, mehrachsiger Beanspruchung am Beispiel von EMPT-Blechschiweißungen**

Prof. Dr.-Ing. Melz, LBF Darmstadt  
 Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.06.2016

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.883N>

09.063  
18.344 N **Schwingfestigkeit thermisch-mechanisch gefügter Verbindungen für Mischbauanwendungen mit ultrahochfesten 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>

09.069  
18.457 N **Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit von Offshore-Windenergieanlagen durch Schweißnahtnachbehandlung unter Berücksichtigung des Korrosionseinflusses**

Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe  
Prof. Dr.-Ing. Engelhardt, Hochschule München

Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 30.04.2017

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.457N>

09.062  
17.745 N **Tragverhalten von geschweißten Bauteilen aus Stahlguss unter Berücksichtigung von Imperfektionen und Eigenspannungen**

Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe

Beginn: 01.04.2013 Laufzeitende: 30.09.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.745N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 31.12.2015

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

09.055  
17.559 B **Quantifizierung des Einflusses der Nahtqualität auf die Ermüdungsfestigkeit von Schweißverbindungen**

Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle  
Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.559B>

09.903  
17.571 N **Betriebsfestigkeit stanzgenieteter Bauteile**

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

Beginn: 01.11.2012 Laufzeitende: 30.04.2015

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

09.060  
17.620 B **Gestaltungshinweise für geschweißte Konstruktionen aus Aluminiumschäumen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michailov, BTU Cottbus  
Prof. Dr.-Ing. Paulinus, SLV Berlin

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.620B>

09.065  
17.700 B **Systematische Untersuchung zur Verstärkung von Stahlkonstruktionen mit kohlefaserverstärkten Kunststoffen (CFK)**

Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT  
Prof. Dr.-Ing. habil. Pasternak, BTU Cottbus  
Prof. Dr.-Ing. Feldmann, STB Aachen

Beginn: 01.03.2013 Laufzeitende: 30.09.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.700B>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.08.2011 Laufzeitende: 31.03.2014

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

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

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

Beginn: 01.04.2012 Laufzeitende: 31.07.2014

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

## Fachausschuss 10 „Mikroverbindungstechnik“



### 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

### Vorsitzender Dr.-Ing. Godehard Schmitz

Robert Bosch GmbH, Stuttgart

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

Miele & Cie. KG, Gütersloh

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

### Veranstaltungen

DVS/GMM-Tagung „EBL – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten“  
Gemeinsames Kolloquium mit der Arbeitsgruppe A 2 und V 6.2  
Fachtagung „Weichlöten – Forschung & Praxis für die Elektronikfertigung“

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG A 2 „Fügen in Elektronik und Feinwerktechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/A/A2](http://www.dvs-aft.de/AfT/A/A2)
- AG V 6.2 „Weichlöten“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.2](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.2)
- Fachgesellschaft „Löten“ - [www.dvs-server.de/AfT/F/FG-Loeten](http://www.dvs-server.de/AfT/F/FG-Loeten)

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

#### Laserstahlfügen metallischer Funktionswerkstoffe in der Mikrotechnik

(IGF-Nr. 16.933 N / DVS-Nr. 10.063)

Laufzeit: 1. August 2011 – 31. Januar 2014

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

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde die Bearbeitungsmöglichkeit der NiTi-FGL (Nitinol-Formgedächtnislegierung) mit Hilfe einer im Puls modulierbaren Laserstrahlanlage untersucht. Hier wurden Einflüsse von Schweißparametern und Pulsformen auf die Gefügeveränderung, Härte und metallurgisch-technologischen Eigenschaften von NiTi-FGL sowohl als artgleich sowie auch als Mischverbindungen berücksichtigt. Aus den gewonnenen Ergebnissen lässt sich feststellen, dass sich die Nahtausbildung sowohl im Hinblick auf die Form als auch auf das Gefüge vielfältig beeinflussen lässt und das Nitinol als FGL mit einer im Puls modulierbaren Laserstrahlquelle schweißbar ist. Es wurde bestätigt, dass die Kombination von gleichabfallender Leistung in der Schweißphase und starker Schmelzbadunterkühlung in-

nerhalb eines Pulses mit angepasster Schutzgaszuführung zu einem Erfolg führt (**Bild 54** folgende Seite). Bei den Untersuchungen von NiTi/Ta-Mischverbindungen zur Laserstrahlpositionierung auf NiTi wurde festgestellt, dass die Pulsform und der Abstand Laserstrahl-Fügezone einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse haben (**Bild 55** folgende Seite).

Die im Forschungsvorhaben erarbeiteten Erkenntnisse stellen eine Entwicklung des Laserstrahlschweißprozesses von NiTi FGL dar. Die Erweiterung des Anwendungsspektrums eröffnet vor allem KMU den Zugang zu völlig neuartigen Marktbereichen, wodurch sie erhebliche Wettbewerbsvorteile erlangen können.

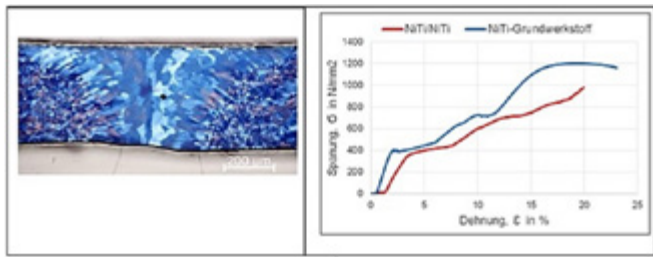


Bild 54: Schlitfbild und Spannungs-Dehnungs-Diagramm lasergeschweißte Verbindungen - NiTi/NiTi.

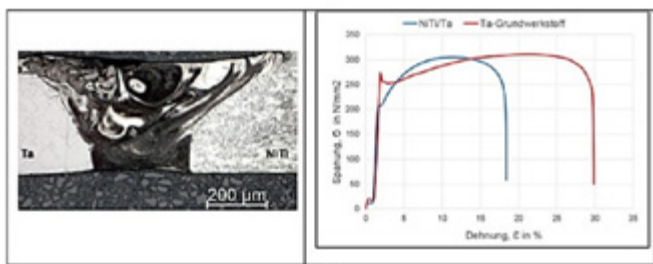


Bild 55: Schlitfbild und Spannungs-Dehnungs-Diagramm lasergeschweißte Verbindungen - NiTi/Ta.

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dr. Florian Albert, Leiter Applikation, Scansonic MI GmbH, Berlin:

„Die Scansonic MI GmbH fertigt Bearbeitungsoptiken mit der Option zur präzisen Positionierung des Laserstrahls auf den Werkstücken. Daher spielt vor allem die Beantwortung der Frage der Schweißbarkeit bzgl. der erforderlichen Positioniergenauigkeit des Laserstrahls eine entscheidende Rolle für die Auslegung neuer Systemtechniken. Die Arbeiten haben erforderliche Werte aufgezeigt, die im Rahmen der Produktentwicklung für ähnliche Anwendungen berücksichtigt werden. Aus Sicht der Applikation stehen ebenso erforderliche Schweißparameter zur Verfügung, die bei Anfragen mit ähnlichem Hintergrund verwendet werden können.“

### Björn John, Entwicklungsingenieur Laser Welding, 3D-Micromac AG, Chemnitz:

„Das Projekt zum Laserstrahlfügen von Funktionswerkstoffen in der Mikrotechnik wurde von Anfang an von uns begleitet und unterstützt. In Hinblick auf die Herstellung von medizinischen Baugruppen unter der Verwendung neuartiger Materialien stellt dieses Projekt eine wichtige Basis für die Parametrierung von Laserquellen für das Fügen eben dieser Werkstoffe dar. Die Erkenntnisse über das Verhalten der Schmelze sowie das Ausbilden der Fügezone – verbunden mit den sich daraus ableitenden mechanisch-technischen Eigenschaften – ermöglicht es uns als Hersteller für Lasermikrobearbeitungssysteme, branchenspezifische Kunden auf diesem Gebiet noch besser zu unterstützen.“

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

### Einfluss des Lotpastendrucks auf die Zuverlässigkeit der Lötstellen kritischer keramischer SMD-Komponenten auf Leiterplatten

(IGF-Nr. 17.405 N / DVS-Nr. 07.065)

Laufzeit: 1. Februar 2012 – 31. Oktober 2014

Prof. Dr.-Ing. W. Benecke, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde in enger Abstimmung mit den Firmen des beteiligten PA der Einfluss des Lotpastendrucks auf die Zuverlässigkeit der Lötstellen kritischer keramischer SMD-Komponenten auf FR4-Leiterplatten untersucht. Hierbei wurden durch Variation von Layout und Lotpastenmenge geänderte Lötstellengeometrien kleiner und größer

keramischer Komponenten unter Einsatz von mikrolegierten und niedrig-schmelzenden Loten systematisch betrachtet.

Es wurde nachgewiesen, dass die Zuverlässigkeit von keramischen Komponenten stark von ihrer Größe beeinflusst wird. Durch die Unterschiede der Ausdehnungskoeffizienten von

Keramik und FR4-Leiterplattenmaterial führt eine Temperaturwechselbeanspruchung bei großen keramischen Komponenten zum frühzeitigen Ermüdungsausfall der Lötstelle. Die Lötstellenzuverlässigkeit kann durch größere Pads und dementsprechend größere Lötstellen erhöht werden. Kleine keramische Komponenten (Baugröße 0201, 01005) sind bei gleichem Padlayout deutlich weniger stark vom Lotvolumen abhängig als größere keramische Komponenten.

Eine Erhöhung des Lotspalts, z. B. durch Lotmengen- und Pad-Layoutvariation, ist nur bedingt möglich. Abhängig von der Bauteilgeometrie und den Bauteilanschlussflächen sowie deren Benetzungsfreudigkeit stellt sich meist zunächst ein konvexer Lötmeniskus ein, bevor der Lotspalt signifikant wächst. Erst bei extremer Lotmenge entsteht ein erhöhter Lotspalt. Eine Lotspalterhöhung ist allerdings einfach realisierbar, wenn die

Komponenten nur unten liegende Anschlussflächen aufweisen, die Leiterplattenpadgeometrien entsprechend angepasst dimensioniert sind und das angebotene Lotvolumen erhöht ist. Beispielhaft ist dies für einen Keramikquarz dargestellt, siehe **Bild 56** und **Bild 57**. Diese Lotspalterhöhung führt zu einer längeren Lebensdauer der Lötstelle und kann somit die Lebensdauer des Systems ebenfalls positiv beeinflussen.

Prozessempfehlungen für das Leiterplatten- und Schablonendesign sowie für den Lotpastendruck wurden herausgearbeitet. Insbesondere für kleine Komponenten wurden Prozessgrenzen hinsichtlich des Lotpastendrucks definiert. Auf Basis dieser Ergebnisse können insbesondere KMU in ihrer Fertigung einen sicheren Lotpastendruckprozess etablieren.

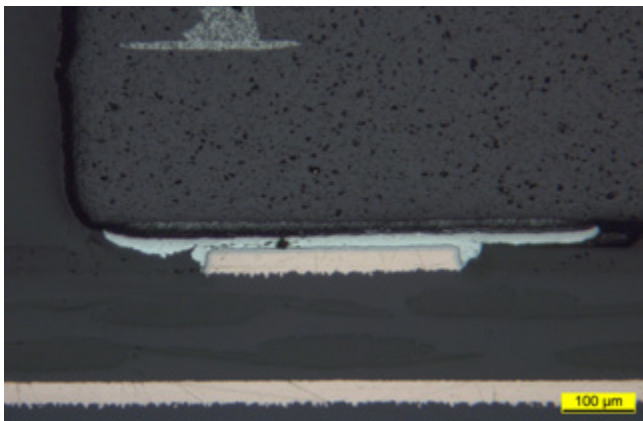


Bild 56: Normal ausgeprägter Lotspalt

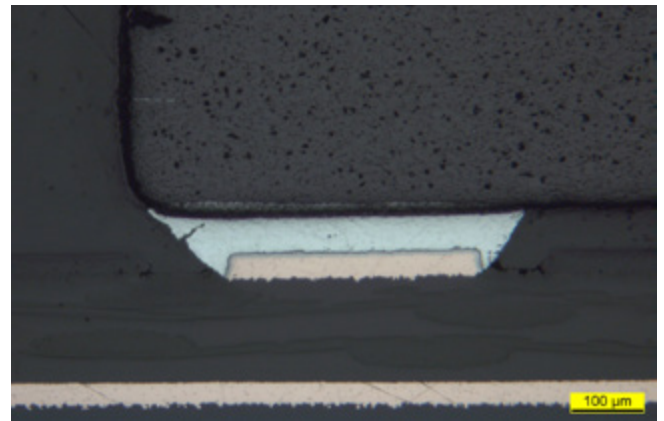


Bild 57: Lotspalterhöhung durch optimiertes Padlayout und erhöhten Lotpastendruck

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dipl.-Ing. (FH) Peter Fischer, Balver Zinn Josef Jost GmbH & Co. KG, Balve:

„Die Balver Zinn Josef Jost GmbH & Co. KG plant die Ergebnisse aus dem Projekt in ihre Firmenpräsentation zu übernehmen. Die Firmenpräsentation soll insbesondere dazu beitragen, niedrigsilberhaltige und mikrolegierte sowie niedrigschmelzende Lotlegierungen als mögliche Alternative in Abhängigkeit der Anwendung zum Standardlot SAC305 vorzustellen und in zukünftigen Lotpastenqualifizierungen unserer bestehenden und potentiellen Kunden zu positionieren. Durch die unabhängige Untersuchung durch das Fraunhofer ISIT besteht die Aussicht, neben den Metallkostenvorteilen der niedrigsilberhaltigen mikrolegierten und Prozesskostenvorteilen der niedrigschmelzenden Lotlegierung die technologischen Ergebnisse dieses Projektes in direkten Kundenpräsentationen und auf Technologietagen als mögliche Alternative zum hochpreisigen SAC305

zu präsentieren. Die bisher in Kundengesprächen von Kunden gewünschte unabhängige vergleichende Untersuchung der Standardlotlegierung SAC305 mit der niedrigsilberhaltigen und mikrolegierten als auch der niedrigschmelzenden Lotlegierung liegt mit Abschlussberichtes dieses Projektes nun vor. Zudem sind Veröffentlichungen in der Fachpresse geplant.“

### Jörg Trodler, Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG, Hanau:

„Aufgrund der Ergebnisse aus diesem AiF Projekt können wir unserem Anspruch eines Lieferanten von Zusatzwerkstoffen, insbesondere Lotpasten für hochzuverlässige Produkte aus dem Bereich der Automobil- und/oder Industrieelektronik, gerecht werden und weiterhin ausbauen. Insbesondere Fragen der Zuverlässigkeit können hierbei detailliert beantwortet und prozesstechnische Empfehlungen ausgesprochen werden.“



**Harald Grumm, Christian Koenen GmbH - HighTech Stencils, Ottobrunn-Riemerling:**

„Die Ergebnisse des Projektes liefern uns Erkenntnisse zur Wirkung von Layout-Varianten und des Lotvolumens auf die Zuverlässigkeit von Lötverbindungen. Mit diesem Wissen sind wir in der Lage Volumenberechnungen für Layout-Vorschläge an unsere Kunden mit klar definierten Zielen zu versehen. Gerade durch die immer komplexere Bauteilvielfalt ist es wichtig bei der Gestaltung einer Produktionsschablone nicht nur „nach Gefühl“ zu arbeiten, sondern das Lotvolumen und damit die Lötverbindungsform klar nachvollziehbar im Vorfeld zu berechnen. Damit werden unnötige Iterationen bei neuen Produkten vermieden und damit die Wirtschaftlichkeit der Fertigung unserer Kunden verbessert.“

**Dipl.-Ing. Hendrik Müller, Cabin & Cargo, CoE Fuselage & Cabin, Airbus, Buxtehude:**

„Als interessant für die Anwendung in der Luftfahrt erwies sich eine weitere Erkenntnis: das Scherverhalten von QFNs wird maßgeblich durch die gelötete Massefläche bestimmt; dadurch kommt es zu hohen möglichen Zykelzahlen, die zu einer falschen Aussage über die Zuverlässigkeit der Anschlüsse (die schon frühzeitig durch Rissbildung ausgefallen waren) führen können. Ganz besonders wichtig ist für unsere Anwendungen

die Erkenntnis, dass Bauteile der Gehäuseform R2010 durch Bauteile der Gehäuseform R(MA)2010 substituiert werden können und auch müssen, um eine deutlich erhöhte Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Wir haben diese Erkenntnisse/ Ergebnisse bereits in die Layoutvorgaben einfließen lassen. Bereits bei der nächsten Neuentwicklung wird mit der Umsetzung begonnen.“

**Dr. Werner Blum, VISHAY BCcomponents BEYSCHLAG GmbH, Heide:**

„Die VISHAY BCcomponents BEYSCHLAG GmbH ist ein Präzisionswiderstandshersteller, der sich auf kundenspezifische Lösungen spezialisiert hat. Neben der Erwartung stets höchst zuverlässige Bauelemente zu liefern, wird von unseren Kunden auch erwartet, eine tieferegehende und grundlegende Empfehlungen für eine zuverlässige Aufbau- und Verbindungstechnik der Präzisionswiderstände geben zu können. Die hier vorliegende unabhängige Zuverlässigkeitsuntersuchung und Ausarbeitung von Verarbeitungs- und Layout-Empfehlungen leistet hierzu einen wichtigen Beitrag. Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen somit der VISHAY BCcomponents BEYSCHLAG GmbH mittels verbessertem Kundensupport eine Stärkung der Marktposition im internationalen Wettbewerb.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:

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

10.069  
16.990 B **Nanoskaleneffekte für metallische Niedertemperaturbondverfahren „NASE“**

Prof. Dr.-Ing. Geßner, ZfM TU Chemnitz

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 28.02.2015

Weitere Informationen siehe:

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

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

10.073  
00.491 Z **Prozess zum leitfähigen Kleben von Bauelementen für die Hochleistungselektronik**

Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg

Prof. Dr.-Ing. Lindemann, IESY Magdeburg

Beginn: 01.07.2013 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.491Z>

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

Prof. Dr.-Ing. Franke, FAPS Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 28.02.2015

Weitere Informationen siehe:

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

10.076  
17.941 N **Erhöhung der Lötsicherheit beim Einsatz mikrolegierter Lote in der Fertigung elektronischer Baugruppen**

Prof. Dr.-Ing. Benecke, ISIT Itzehoe

Beginn: 01.12.2013 Laufzeitende: 30.11.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.941N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

- |                            |   |                            |  |
|----------------------------|---|----------------------------|--|
| <p>10.063<br/>16.933 N</p> | <p><b>Laserstrahlfügen metallischer Funktionswerkstoffe in der Mikrotechnik</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin</p> <p>Beginn: 01.08.2011 Laufzeitende: 31.01.2014</p> <p>Weitere Informationen siehe:<br/><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.933N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.933N</a></p>   | <p>10.071<br/>17.624 N</p> | <p><b>Laserstrahlschweißen von Kupfer-Aluminium-Kontaktierungen mittels plattierten Übergangsstücken zur Anpassung der Verbindungsqualität an die Anforderungen mobiler Systeme und technologisch/wirtschaftlicher Verfahrensvergleich mit dem Ultraschallschweißen</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Schmidt, BLZ Erlangen</p> <p>Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014</p> <p>Weitere Informationen siehe:<br/><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.624N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.624N</a></p> |
| <p>10.064<br/>17.370 B</p> | <p><b>Entwicklung und Herstellung von neuartigen reaktiven Multilayersystemen (RMS) für die Mikroverbindungstechnik durch PVD</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer, IWS Dresden</p> <p>Beginn: 01.12.2011 Laufzeitende: 30.11.2014</p> <p>Weitere Informationen siehe:<br/><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.370B">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.370B</a></p> | <p>10.074<br/>17.790 B</p> | <p><b>ObMod - Modellierung der Bruchwahrscheinlichkeit von Halbleiterbauelementen mit Oberflächendefekten</b></p> <p>Prof. Dr. Wehrspohn, IWM<br/>Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg</p> <p>Beginn: 01.07.2013 Laufzeitende: 31.12.2014</p> <p>Weitere Informationen siehe:<br/><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.790B">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.790B</a></p>  |
| <p>07.065<br/>17.405 N</p> | <p><b>Einfluss des Lotpastendrucks auf die Zuverlässigkeit der Lötstellen kritischer keramischer SMD-Komponenten auf Leiterplatten</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Benecke, ISIT Itzehoe</p> <p>Beginn: 01.02.2012 Laufzeitende: 31.10.2014</p> <p>Weitere Informationen siehe:<br/><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.405N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.405N</a></p>         |                            |  |
| <p>10.066<br/>17.456 N</p> | <p><b>Elektrostatische und fluidische Self-Assembly-Prozesse für die präzise Montage von Mikrosystemen</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg</p> <p>Beginn: 01.04.2012 Laufzeitende: 31.12.2014</p> <p>Weitere Informationen siehe:<br/><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.456N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.456N</a></p>                                     |                            |  |

## Fachausschuss 11 „Kunststofffügen“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

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

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

axel.janssen@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Joachim Natrop

KLN Ultraschall AG, Heppenheim

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

Stellvertretender Vorsitzender N.N

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

- Commission XVI „Fügen von Polymeren und Klebertechnologie“

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

#### Zeitstandfestigkeit alternativer Schweißverfahren im Apparate- und Behälterbau

(IGF-Nr. 17.024 / DVS-Nr. 11.030)

Laufzeit: 1. November 2011 – 30. April 2014

Prof. Dr.-Ing. M. Gehde, Professur Kunststoffe, Technische Universität Chemnitz

Die Schweißverfahren Infrarot-, Vibrations- und Ultraschallschweißen sind in der Serienfertigung etablierte Fügetechnologien. Sie sind durch ihre wirtschaftliche und effiziente Prozessführung gekennzeichnet. Diese sind verfahrenstechnisch prinzipiell zum Einsatz im Apparate-, Behälter- und Rohrleitungsbau geeignet, können aber aufgrund der fehlenden Erkenntnisse und Nachweise zum Zeitstandverhalten keine Anwendung in diesem Bereich finden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden diese Schweißverfahren hinsichtlich ihres Potentials für Langzeitanwendungen untersucht und die erreichbaren Zeitstandzug-Schweißfaktoren ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit den Verfahren Infrarot- (Kurzwellen) und Vibrationsschweißen Mindest-Zeitstandzug-Schweißfaktoren von 0,8 erreicht werden. Es konnten Werte erzielt werden, die denen des Heizelementstumpfschweißens entsprechen. Prinzipiell stehen dem Appa-

rate- und Behälterbau damit weitere Schweißverfahren zur Verfügung.

Neben der Ermittlung des Potentials der Schweißverfahren für Langzeitanwendungen wurde die Wissensbasis zu den Mechanismen des Zeitstandbruchverhaltens erweitert und die für die Kurzzeitfestigkeit vielfach nachgewiesene Prozess-Struktur/Geometrie-Eigenschaftskorrelation erstmals für die Langzeit- bzw. Zeitstandfestigkeit untersucht. Im Vordergrund stand dabei die Analyse der mechanischen Langzeiteigenschaften in Abhängigkeit geometrischer und struktureller Schweißnahtmerkmale. An Heizelementschweißnähten wurde der Einfluss der Schweißwulstkerbe (geometrische Kerbe) auf das Zeitstandverhalten bereits vielfach nachgewiesen. Deren wesentlicher Einfluss auf Bruchverhalten und Standzeit wurde anhand der alternativen Schweißverfahren bestätigt (**Bild 58**).

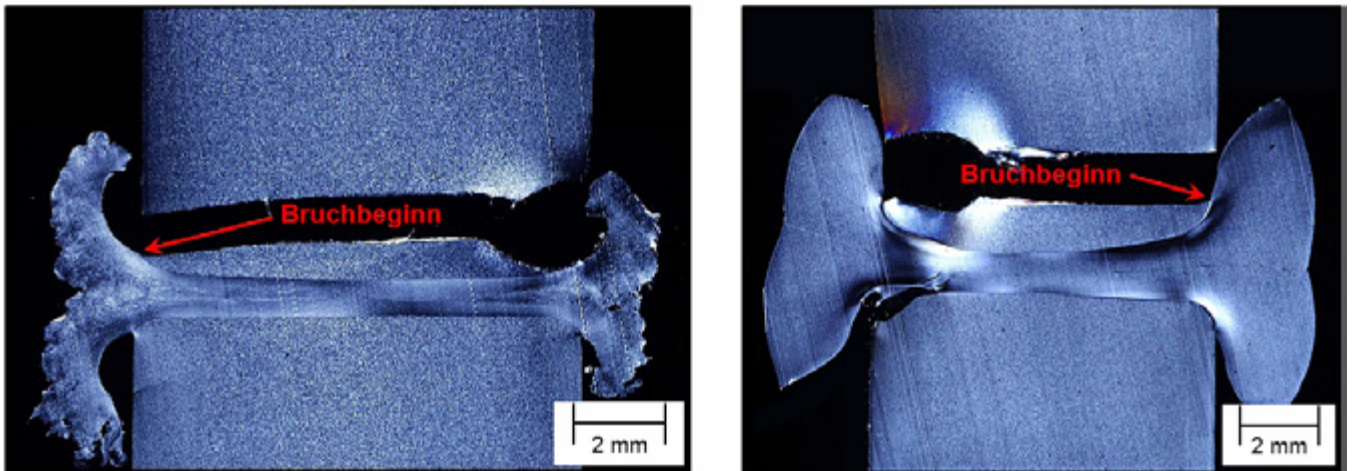


Bild 58: Charakteristischer Bruchverlauf bei Kunststoffschweißverbindungen im Zeitstand-Zugversuch ausgehend von der Wulstkerbe; vibrations- (links) und infrarotgeschweißtes (rechts) Polyethylen

Strukturelle Schweißnahtmerkmale, wie die Zone der deformierten Sphärolithe oder die transkristalline Front der Fügeebene, blieben in bisherigen Untersuchungen unberücksichtigt. Diese besitzen bei fachgerecht ausgeführten Schweißungen einen ebenso bedeutenden Einfluss auf das Langzeitver-

halten, wie die Wulstkerbe (Bild 59). Mittels geeigneter Analysemethoden können diese an Schweißnähten identifiziert werden und ermöglichen so eine Beurteilung des Zeitstandverhaltens der Schweißverbindungen

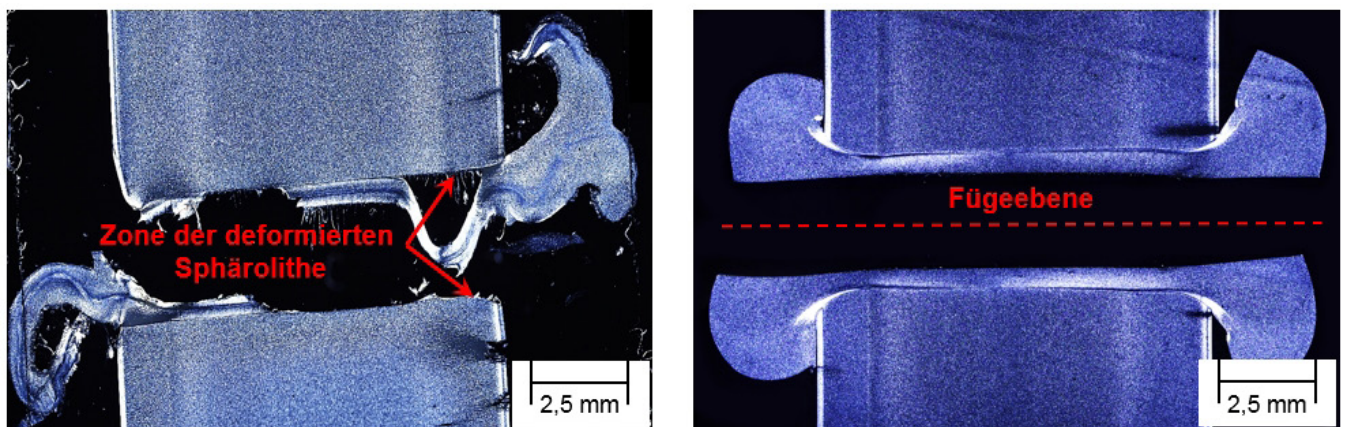


Bild 59: Charakteristischer Bruchverlauf bei Kunststoffschweißverbindungen im Zeitstand-Zugversuch ausgehend von der Wulstkerbe; vibrations- (links) und infrarotgeschweißtes (rechts) Polyethylen

### Meinungen aus den Unternehmen

**Dipl.- Ing.Torben Knöß, FRANK GmbH, Mörfelden-Walldorf:**

„Im Rohrleitungs- und Apparatebau ist die lange Lebensdauer der Kunststoffe eines der wichtigsten Auswahlkriterien. Gerade dort gibt es vielfältige Konstruktionen die nur durch das Fügen von Halbzeugen überhaupt realisierbar sind. Aus diesem Grund ist die Langzeitfestigkeit der Schweißverbindungen eine ele-

mentare Voraussetzung für den Einsatz von Kunststoffen im Rohrleitungs- und Apparatebau. Durch dieses Forschungsvorhaben wurde nun bestätigt, dass neben dem Infrarotschweißen, das in unseren Unternehmen bereits eingesetzt wird, auch das Vibrationsschweißen ein alternatives Fügeverfahren mit guten Langzeitfestigkeitswerten sein kann. Es wird derzeit geprüft, für welche Konstruktionen das Vibrationsschweißen ein-

gesetzt und welche Maschinenteknik dafür benötigt werden würde. Wie groß jedoch der Anteil dieser beiden Schweißverfahren mit positiven Langzeiteigenschaften im Kunststoffrohrleitungs- und Apparatebau tatsächlich werden könnte, wird sich erst in den kommenden Jahren herauskristalisieren“.

**Stefan Saller, GEIGER Automotive GmbH, Murnau:**

„Die Erkenntnisse aus den Langzeituntersuchungen wurden mit unseren Ergebnissen der Serienfertigung verglichen und konnten durch die Forschungsarbeit bestätigt werden. Aus dieser Bestätigung der Langzeitfestigkeit der Infrarotschweißtechnik wurde ein Serienprojekt gestartet, das das Vibrations-schweißen (höherer Verschmutzungsgrad) für neue Produkte im Zuluftbereich für Motoren ablösen soll.“

**Wolfgang Bader, HEYCO-Werk Süd; Heynen GmbH & Co. KG, Remscheid:**

„Hinsichtlich unseres Schwerpunktes in der Produktion, Herstellen von Kühlwasserausgleichsbehälter und entsprechen-

dem Schweißprozess, war uns klar, dass ein Ultraschallschweißverfahren für diese Anwendungen nicht in Frage kommt. Natürlich hatten wir dazu keine wissenschaftliche Ausarbeitung und bei Diskussionen mit Dritten immer wieder Argumentationsprobleme. Nun können wir dies mit Ihrer Arbeit leichter untermauern. Die detaillierte Ausarbeitung der Problematik der Schweißwulstkerbe beunruhigt mich schon ein wenig. Durch unsere geometrischen Zwänge haben wir immer einen Versatz in den Bauteilen, welcher natürlich diese Probleme nochmals deutlich verschärft. Durch Ihre Arbeit werden wir noch detaillierter unsere Ausfallbilder begutachten und auch in Zukunft die Schweißgeometrie mit entsprechend mehr Sicherheit versehen. Weiter konnten Sie mir durch ihre Aussagen beziehungsweise Ausarbeitung bestätigen, dass es eigentlich keinen Zusammenhang zwischen einem Schnelltest (gerafft) und einer Langzeitanwendung geben kann. Auch zu diesem Punkt kann ich gegenüber Dritten in Zukunft bessere Argumente vorbringen.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

11.036  
17.924 N **Fügetechnik zur Herstellung von Mischmaterialverbindungen aus Kunststoff mit lokal an die Beanspruchung angepassten Eigenschaften**

Prof. Dr.-Ing. Drummer, LKT Erlangen

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.924N>

11.037  
17.997 B **Konstruktions- und Prozessoptimierung von Kunststoffnietverbindungen**

Dr. Bloß, Kunststoff-Zentrum Leipzig

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.997B>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.11.2011 Laufzeitende: 30.04.2014

Weitere Informationen siehe:

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

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

11.038  
16.573 B **Prozessführung beim Schweißen elektrisch leit- und ableitfähiger Kunststoffe**

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.11.2013 Laufzeitende: 31.10.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.573B>



## Fachausschuss 13 „Generative Fertigungsverfahren – Rapidtechnologien“



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

### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Christoph Eßer-Ayertey**

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

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

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

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

Centrum für Prototypenbau GmbH, Erkelenz

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

FKT Formenbau und Kunststofftechnik GmbH, Triptis

### Korrespondierende Gremien

#### In der Forschungsvereinigung des DVS

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

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

### Grundsätze der Forschungsplanung

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

### Forschungsfelder

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

### Forschungsbedarf

#### 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.



### Grundsätze der Forschungsplanung

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

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

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

- Mit den Richtlinien zu den additiven Fertigungsverfahren beschreibt der VDI den Stand der Technik dieser Fertigungs-

verfahren. Die Richtlinien ermöglichen es, sich schnell, umfassend und fachlich fundiert über die Chancen, die das Fertigungsverfahren bietet, zu informieren. Die Erarbeitung der VDI-Richtlinien zum Thema ist die zentrale Zielsetzung dieses Ausschusses.

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

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

#### Steigerung der Leistungsfähigkeit des selektiven Laserstrahlschmelzens (SLM) durch den Einsatz von angepassten Prozessgasen

(IGF-Nr. 16.669 B / DVS-Nr. 13.005)

Laufzeit: 1. September 2012 – 31. August 2014

Dr.-Ing. S. Sändig, ifw – Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH, Jena

Das Strahlschmelzen bietet vielfältige Vorteile für die industrielle Produktion mittels additiver Fertigungsverfahren. Ein Faktor, der den Prozess beeinflusst, ist das in der Baukammer befindliche Prozessgas.

Mit den im Forschungsvorhaben durchgeführten Experimenten wurde der Einfluss verschiedener Prozessgase auf den Strahlschmelzprozess in der Verarbeitung der Aluminiumlegierung AlSi10Mg (3.2381) sowie den Superlegierungen Inconel 625 und Hastelloy X nachgewiesen und Unterschiede im Schmelzverhalten dokumentiert (Bild 60). So treten deutliche Unterschiede in der Rauchentwicklung sowie der Spritzerbildung

während des Aufschmelzens auf. Für die Aluminiumlegierung AlSi10Mg kann der Einsatz von Stickstoff im Vergleich zu Argon als Prozessgas empfohlen werden. Es wurden sowohl eine geringere Rauheit an der Oberfläche realisiert als auch höhere Festigkeiten erzielt (Bild 61). Die Prozessparameter sind jedoch beim Wechsel des Prozessgases anzupassen.

Für eine ganzheitliche Betrachtung des Prozessgaseinflusses sind auch die Gasbehälter und die Gasleitungen einzubeziehen. Beispielsweise sollten nur Gasbehälter eingesetzt werden, die über ein Restdruckventil verfügen und für die Verbindungsleitungen werden metallische Werkstoffe empfohlen.

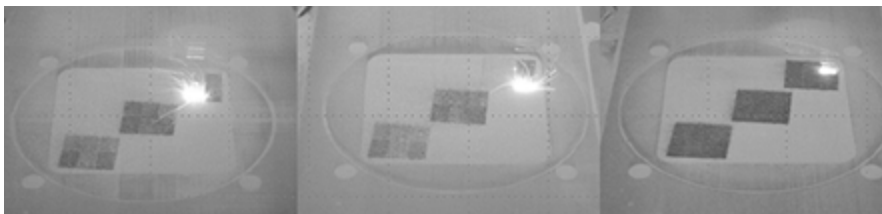


Bild 60:  
Prozessausbildung beim Einsatz verschiedener Gase; Argon (links), Stickstoff (Mitte), Helium (rechts).

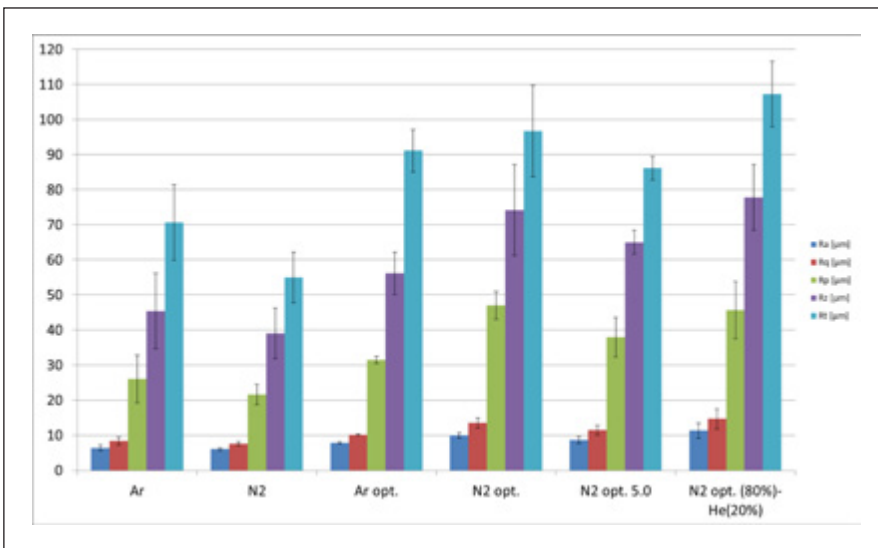


Bild 61:  
Oberflächenkennwerte von laserstrahlschmolzenen AlSi10Mg-Proben, hergestellt mit verschiedenen Prozessgasen (optimaler Prozess = höhere Festigkeit).

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dr. Alexander Stankowski, Gruppenleiter F&E, ALSTOM Ltd, Baden/CH:

„Die Versuche und Analysen im Rahmen des IGF-Projektes haben einerseits bereits erwartete Aspekte deutlich bestätigt als auch neue Erkenntnisse und Fragen zum Verständnis der Wechselwirkung des Schutzgases mit dem Schmelzbad beziehungsweise dem Einfluss auf das entstehende Materialgefüge ergeben. Darüber hinaus wurden voraussichtlich weitere, zukünftige SLM-Prozess-Potentiale aufgeworfen. Bekannte Grundprinzipien und Erfahrungen aus dem seit langem industriell etablierten Laserschweißen von Ni-Basiswerkstoffen konnten im SLM-Prozess überprüft werden. Der Einfluss des Prozessgases auf das Mikrogefüge und die hiermit korrelierenden mechanischen Kennwerte konnten auch im SLM-Prozess nachgewiesen werden. Zukünftige Potentiale einer gezielten Prozessgaswahl werden einerseits in der Prozesskostenoptimierung als auch in einer zielgerichteten Ausbildung des Materialgefüges erwartet.“

### Dr. Dieter Schwarze, Wissenschaftlicher Koordinator / Leiter Additive Prozesse, SLM Solutions GmbH, Lübeck:

„Die Arbeiten im Forschungsprojekt haben wertvolle Erkenntnisse zu Werkstoffeigenschaften von Aluminiumlegierungen wie AlSi10Mg bei der additiven Herstellung unter verschiedenen Schutzgasumgebungen erbracht. Das Projekt hat ebenfalls dazu beigetragen die Wirtschaftlichkeit und die Stabilität des SLM®-Prozesses zu verbessern. Die Ergebnisse können ohne weiteres von KMU umgesetzt werden.“

### Dr.-Ing. Christian Kolbe, FKT Formenbau und Kunststofftechnik GmbH, Triptis:

„Im Vorhaben wurden werkstoffabhängig die Einflüsse von verschiedenen Prozessgasen auf die resultierenden Eigenschaften bestimmt und dokumentiert. Neben dem Einfluss des Prozessgases auf den Prozess wurde im Vorhaben auch die Prozessgasbereitstellung betrachtet. Im Ergebnis wurden direkt umsetzbare Handlungsempfehlungen und Hinweise gegeben, um beispielsweise die Prozesssicherheit zu erhöhen. Für den realen Einsatzfall in der Industrie wurden weiterhin wichtige Erkenntnisse im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Betrachtungen und Gegenüberstellungen als Entscheidungskriterien zum Einsatz und Bereitstellung von Prozessgasen erörtert.“

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

#### Eigenspannungen und Verzüge im Strahlschmelzprozess – Untersuchungen der verschiedenen Einflüsse und Maßnahmen zur Reduzierung

(IGF-Nr. 17.184 B / DVS-Nr. 13.003)

Laufzeit: 1. September 2012 – 31. August 2014, verl. bis 31. Dezember 2014

PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz

Prof. Dr.-Ing. habil. G. Witt, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Institut für Produkt Engineering, Universität Duisburg-Essen

Ziel des Forschungsvorhabens war die wissenschaftlich-technisch fundierte Erarbeitung eines Konzeptes zur Reduzierung von Bauteil-Eigenspannungen und Verzügen im Laserstrahlschmelzprozess. Auf Basis von FE-Simulationen und experimentellen Untersuchungen wurden optimierte Prozessparameter für die Werkstoffe AlSi10Mg (Aluminiumgusslegierung) und NiCr22Fe18Mo (Nickelbasislegierung Hastelloy® X) entwickelt. Für die Simulationen wurden Ersatzmodelle in der Software Simufact.welding aufgebaut, die es ermöglichten, Prozessparameter, wie unterschiedliche Belichtungsstrategien, hinsichtlich der resultierenden Eigenspannungen und Verzüge zu beurteilen.

Die experimentellen Untersuchungen erfolgten anhand einer verzugsanfälligen Probekörpergeometrie (Kragbalken/Cantilever), welche auf kommerziellen Laserstrahlschmelzanlagen der Typen M2 Cusing (Hersteller: Concept Laser GmbH) und EO-SINT M 270 (Hersteller: EOS GmbH) hergestellt wurden. Für die

Eigenspannungsmessung wurde Röntgendiffraktometrie und für die Verzugsmessung optische 3D-Messtechnik eingesetzt. Neben der Entwicklung spezifischer Belichtungsstrategien erfolgten Untersuchungen zu verschiedenen Supportstrukturen sowie zu einzelnen Pulverschichteigenschaften (Schichtstärke und Korngrößenverteilung) für beide Werkstoffe. Die optimierten Prozessparameter wurden abschließend auf reale Bauteilgeometrien (Demonstratoren) übertragen. Im Vergleich zu den Ausgangs-Prozessparametern (Bild 62) wurden die Verzüge um bis zu 63 % reduziert (Bild 63).

Ein weiterer Projektbestandteil umfasste die Entwicklung einer In-situ-Strahlungsheizung. Damit kann die Prozessgrundtemperatur in der Einflusszone des Lasers gezielt eingestellt werden, um die im Prozess auftretenden Temperaturgradienten im Sinne einer Spannungsminimierung reduzieren zu können. Die Strahlungsheizung wurde als universelles, nachrüstbares System mit autarker Steuer- und Regelungstechnik entwickelt.

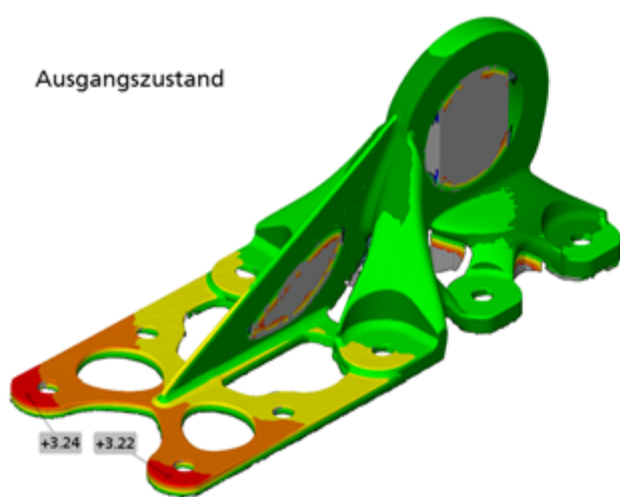


Bild 62: Ausgangszustand

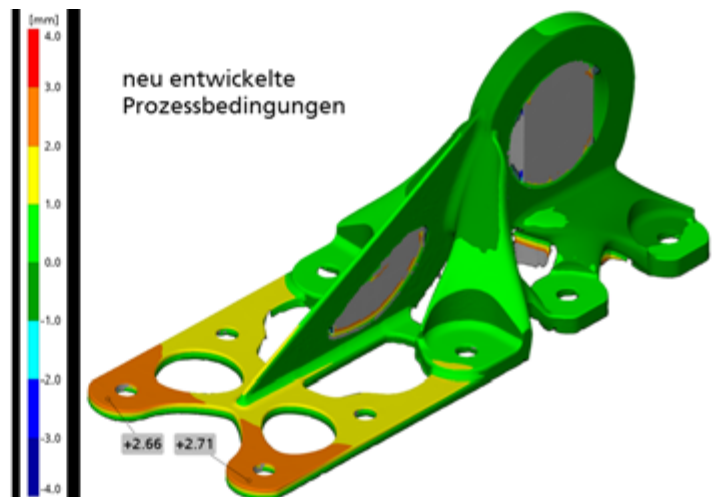


Bild 63: Verzugsreduzierung

## Meinungen aus den Unternehmen

**Daniel Greitemeier, Entwicklungsingenieur, Airbus Group Innovations, Ottobrunn:**

„Im Rahmen dieses Forschungsprojektes ist es gelungen, das Prozessverständnis durch umfassende experimentelle und numerische Untersuchungen zu verbessern und somit die Prozesssicherheit zu erhöhen. Es liefert damit einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung des Prozesses im Hinblick auf eine mögliche Serienfertigung.“

**Torsten Burkert, Rapid Technologies Center, BMW Group, München:**

„Mit der durchgeführten Struktursimulation konnte durch Korrelation zu den experimentellen Ergebnissen gezeigt werden, dass eine qualitative Aussage über die Temperatur- und Spannungsverhältnisse möglich ist. Die aus dem Forschungsprojekt erzielten Ergebnisse können in Zukunft dazu beitragen, die Robustheit des Strahlschmelz-Prozesses zu steigern und die Maßhaltigkeit strahlgeschmolzener Bauteile zu verbessern.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

13.007  
17.911 N **Qualitätssicherung eim Laserstrahlschmelzen von metallischen Bauteilen durch thermografische Schichtüberwachung**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB 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, Uni Duisburg Essen

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 29.02.2016

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.091N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

13.006  
00.086 E **Zero Defect Additive Manufacturing (ZeDAM)**

Prof. Dr.-Ing. Landgrebe, IWU Chemnitz  
Prof. Dr.-Ing. Schmitt, WZL Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB Garching

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 31.05.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.086E>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

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

Beginn: 01.03.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:

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

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

Dr.-Ing. Sändig, IFW Jena

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:

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

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

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

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.12.2014

Weitere Informationen siehe:

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

## Fachausschuss I 2 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“



### 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

### Vorsitzender Dr.-Ing. Marcus Brand

Ingenieurbüro für angewandte Wissenschaften ifawiss, Ilsede

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

Ingenieurbüro Tobias Loose GbR, Wössingen

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

### Veranstaltungen

Workshop „Anwendungsnahe Schweißsimulation“

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

#### In der Forschungsvereinigung des DVS

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

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

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

Der FA I2 hat seine konzeptionelle Ausrichtung überarbeitet. Download der Beschreibung unter [www.dvs-forschung.de/FAI2](http://www.dvs-forschung.de/FAI2)

### 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.





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

### Simulationsgestützte Erfassung von Humping und Randkerben unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen Dichte im Schmelzbad

(IGF-Nr. 17.294 N / DVS-Nr. I2.901)

Laufzeit: 1. Oktober 2011 – 30. Juni 2014

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

Moderne Strahlverfahren erlauben einen exakt definierten Wärmeeintrag, der gerade beim Schweißen von anspruchsvollen Materialien und Materialkombinationen eine wichtige Rolle spielt. Durch neuartige Strahlquellen werden höhere Schweißgeschwindigkeiten möglich. Dadurch erhöht sich gleichzeitig die Intensität der Schmelzbadynamik, was zum Auftreten von Nahtfehlern führen kann. In diesem Projekt wurden insbesondere Humping-Effekte (**Bild 64**) und die Entstehung von Randkerben simulativ untersucht. Dabei berücksichtigt das verwendete Simulationsmodell der Strömungsvorgänge im Schweißbad nicht nur die temperaturabhängige Dichteänderung, sondern auch die Bewegung der flüssigen, freien Oberfläche.

Mit dem erweiterten Strömungsmodell ist es möglich, den isolierten Einfluss der einzelnen Parameter auf Humping und Randkerben (**Bild 65**) zu untersuchen, sowie den Einfluss un-

terschiedlicher technischer Maßnahmen zur Vermeidung dieser unerwünschten Effekte festzustellen. Dies erlaubt es, eine Vorhersage über die Entstehung von Humping oder Randkerben mit höherer Genauigkeit zu treffen.

In dem Projekt wurden, basierend auf der numerischen Untersuchung der Schweißprozesse, Parameterbereiche für hohe Schweißgeschwindigkeit untersucht, die einen humpingfreien Schweißprozess ermöglichen.

Mit der Berücksichtigung der temperaturabhängigen Dichteänderung fasst das Modell alle wichtigen Parameter für die Abbildung der Schweißbaddynamik zusammen. Somit wurde erstmals eine Simulation der Schweißbaddynamik erreicht, die alle wesentlichen physikalischen Größen berücksichtigt (**Bild 66**).



Bild 64:  
Humpingbildung bei NV-EB-geschweißter Bördelnaht (Werkstoff DC04, Blechdicke 0,8 mm, Schweißgeschwindigkeit 10 m/min)

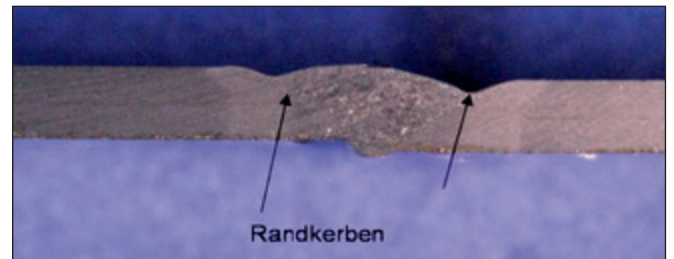


Bild 65:  
Randkerben bei NV-EB-geschweißter I-Naht (Dualphasenstahl HXT600X, Blechdicke 1,5 mm, Schweißgeschwindigkeit 12 m/min)

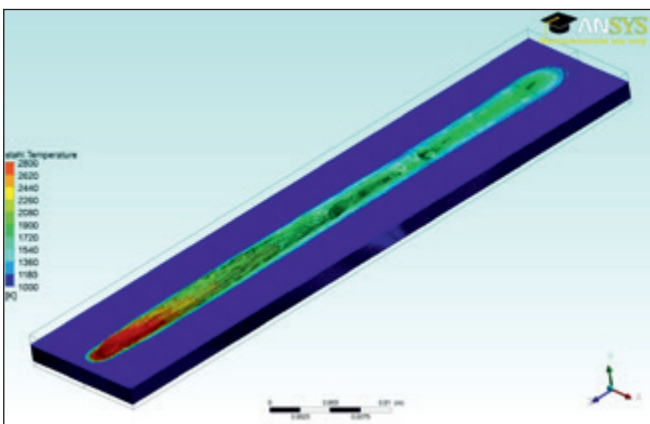


Bild 66:  
Simulation der NV-EBW-Schweißnaht für 1,5 mm Bleche aus Stahl DC05, Strahlleistung 12 kW und Schweißgeschwindigkeit 16 m/min

## Meinungen aus den Unternehmen

**Dr.-Ing. Tobias Loose, Geschäftsführer, Ingenieurbüro Tobias Loose, Wössingen:**

„Das Vorhaben liefert einen wertvollen Beitrag zur Weiterentwicklung der Prozesssimulation von Strahlschweißprozessen. Hier ist insbesondere die Zusammenführung aller relevanten physikalischen Phänomene in ein geschlossenes Prozessmodell für das Elektronenstrahlschweißen an Atmosphäre im Wärmeleitungsmodus hervorzuheben. Ein weiteres Ergebnis des Projekts liefert wesentliche Informationen über den Modellierungsaufwand und den daraus resultierenden Berechnungszeit- und Kostenrahmen, mit dem für eine entsprechend genaue Prozesssimulation des Strahlschweißens zu rechnen ist. Die Projektergebnisse können sehr gut in die eigene Tätigkeit mit einfließen.“

**Dr.-Ing. Vitaliy Pavlyk, Leiter Forschung und Entwicklung, Eisenbau Krämer GmbH, Kreuztal:**

„Von signifikanter Bedeutung für die Vorhersage von dynamischen Effekten wie Humping oder der Bildung von Randkerben beim Schweißen mit hohen Geschwindigkeiten, die für die Strahlschweißverfahren typisch sind, ist die Berücksichtigung der temperaturabhängigen Materialeigenschaften. Insbesondere spielt die Dichteveränderung mit der Temperatur eine wesentliche Rolle für die Ausbildung der Schmelzbadform mit einer freien Oberfläche, da diese das Volumen der flüssigen Phase und damit die Form und Stabilität der Schmelzbadoberfläche beeinflusst. Das stand bei diesem Vorhaben im Fokus und wurde entsprechend in das numerische Modell implementiert. Wir erwarten davon eine verbesserte Genauigkeit bei der Simulation der Strahlschweißverfahren zur Vorhersage der Schmelzbadstabilität und Prozessoptimierung.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

12.013  
17.942 N **Entwicklung und Qualifizierung einer modifizierten äquivalenten Wärmequelle für die Simulation der Wärmeerbringung beim Lichtbogenschweißen**

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

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.942N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

12.901  
17.294 N **Simulationsgestützte Erfassung von Humping und Einbrandkerben unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen Dichte im Schmelzbad**

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

Beginn: 01.10.2011 Laufzeitende: 31.03.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.294N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

12.012  
00.476 Z **Optimierungsstrategien zum Schweißen hochlegierter Bleche**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau  
Prof. Dr.-Ing. Hildebrand, SimEx Bauhaus-Universität Weimar

Beginn: 01.04.2013 Laufzeitende: 30.09.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.476Z>

12.009  
16.857 N **Prozessbegleitendes dynamisches Spannen zur Verzugs- und Eigenspannungsoptimierung beim Schweißen von Bauteilen**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB Garching  
Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle

Beginn: 01.06.2012 Laufzeitende: 28.02.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.857N>

12.010  
17.619 N **Berechnung von Eigenspannungen in Mehrlagenrohrschweißverbindungen und Quantifizierung des Einflusses auf die Lebensdauer bei Schwingbeanspruchung**

Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 31.12.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.619N>

## Fachausschuss Q 6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck**

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

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

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

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

Alexander Binzel Schweißtechnik GmbH & Co. KG, Buseck

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

### Stellvertretender Vorsitzender Jürgen Gleim

3M Deutschland GmbH, Kleinostheim

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

- Commission XIII „Arbeits- und Gesundheitsschutz“

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

#### Minimierung der Emissionsraten beim MSG-Schweißen mit Fülldrahtelektroden

(IGF-Nr. 17.557B / DVS-Nr. Q6.017)

Laufzeit: 1. Januar 2013 – 31. Dezember 2014

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. P. Mayr, Professur Schweißtechnik der TU Chemnitz

Fülldrahtelektroden zeichnen auf Grund ihrer guten Verarbeitungseigenschaften und Wirtschaftlichkeit eine zunehmende Anwendungsbreite in der mittelständischen Industrie. Den technologischen Vorteilen stehen neben höheren Beschaffungskosten vor allem die hohen Schweißrauchemissionsraten beim Verschweißen der Fülldrähte entgegen. Ziele des Forschungsvorhabens waren die Identifizierung von Ursachen für die erhöhte Emissionstätigkeit und deren gezielte Beeinflussung. In Messkampagnen wurde der Einfluss des Elektroden-typs und -designs, der Prozessparametrisierung und von Prozessrandbedingungen untersucht, **Bild 67** (folgende Seite).

Aus den dabei festgestellten Zusammenhängen zwischen Elektrodeneigenschaften, Prozesseinstellungen und Schweißrauchemissionsraten wurden über mathematisch-physikalische Beschreibungen emissionsreduzierte Parameterfelder definiert und Anforderungen an eine emissionsarme Gestaltung von Fülldrahtelektroden abgeleitet.

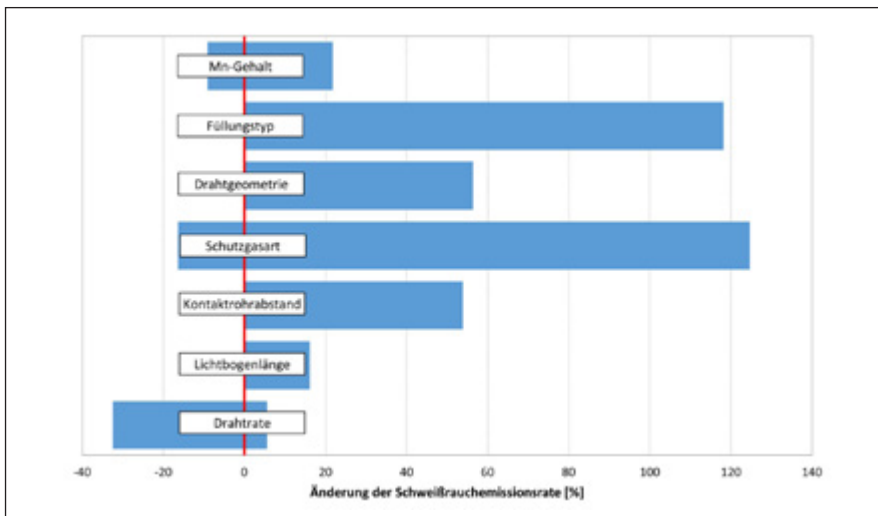


Bild 67: Veränderung der Emissionsrate in Abhängigkeit von den untersuchten Einflussgrößen (niedriglegierte Stahlelektrode)

## Meinungen aus den Unternehmen

### Dr. Hans Mühlbauer, Produktmanager Welding Alloys Deutschland GmbH, Wachtendonk:

„Beim Vertrieb von Schweißzusatzwerkstoffen ist die Schweißrauchbelastung am Arbeitsplatz des Schweißers immer wieder ein Thema. Es werden wissenschaftliche Erkenntnisse mit Erfahrungen aus der Vergangenheit zu zweifelhaften Aussagen verknüpft. Anhand der Ergebnisse dieser Arbeit ist nun eine sachliche Diskussion mit dem Anwender möglich, welche die Aufgabe des Vertriebs erleichtern wird.“

### Frank Tessin, Key Account Manager, ESAB GmbH, Solingen:

„Die Ergebnisse der Untersuchung geben sehr aufschlussreiche Hinweise zu Ursachen und Einflussfaktoren für Schweißrauchemissionen. Sie zeigen auch, dass die Pauschalaussage ‚Fülldrähte erzeugen mehr Schweißrauch als Massivdrähte‘

nicht stimmt. Die TRGS 528 sollte hinsichtlich der Emissionswerte für Fülldrähte überarbeitet werden bzw. detaillierter auf die einzelnen Fülldrahttypen eingehen. Die Studie liefert dem Hersteller wertvolle Erkenntnisse für die weitere Produktentwicklung der Fülldrähte. Der Anwender profitiert von den Untersuchungsergebnissen, da er sie praxisnah in die Auswahl des geeigneten Fülldrahtes für seine Schweißaufgabe mit einfließen lassen kann.“

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

„Als Anwender von Fülldrähten sind wir besonders an einer Reduzierung des Gefährdungspotenzials für unser schweißtechnisches Personal interessiert. Die erlangten Erkenntnisse zur emissionsreduzierenden Schweißparameterauswahl und zur Fülldrahtklassifizierung tragen hierzu wesentlich bei.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

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>

Q6.020  
18.333 N **Emissionsminimierung für industriell relevante Metall-Schutzgas-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität**

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

Beginn: 01.09.2014 Laufzeitende: 28.02.2017

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.333N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

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

Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB Garching

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.05.2015

Weitere Informationen siehe:

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

Q6.018  
17.990 N **Strömungstechnische Auslegungskriterien zur Erhöhung der Absaugungseffektivität von integrierten Absaugbrennern in Zwangslagen**

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

Beginn: 01.12.2013 Laufzeitende: 31.05.2016

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.990N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

Dr.-Ing. Kracht, LZH Hannover

Prof. Dr.-Ing. Bastian, SKZ Würzburg

Beginn: 01.08.2012 Laufzeitende: 31.10.2014

Weitere Informationen siehe:

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

Q6.017  
17.557 B **Minimierung der Emissionsraten beim MSG-Schweißen mit Fülldrahtelektroden**

Prof. Dr. Mayr, IFMT Chemnitz

Beginn: 01.01.2013 Laufzeitende: 31.12.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.557B>

## Fachausschuss V 4 „Unterwassertechnik“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

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

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

axel.janssen@dvs-hg.de

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

KWE Ingenieurbüro, Oldenburg

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

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

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Hannover

Niederlassung der GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH

## Veranstaltungen

Sondertagung - „Unterwassertechnik 2013“

## Korrespondierende Gremien

- FA Q 6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“ - [www.dvs-forschung.de/FAQ6](http://www.dvs-forschung.de/FAQ6)
- FA 3 „Lichtbogenschweißen“ - [www.dvs-forschung.de/FA03](http://www.dvs-forschung.de/FA03)

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

### Entwicklung und Qualifizierung automatisierter zerstörungsfreier Prüftechniken zur Bauwerks- und Schweißnahtprüfung unter Wasser

(IGF-Nr.: 17.333N / DVS-Nr.: V4.005)

Laufzeit: 1. November 2011 – 30. März 2014

Prof. Dr.-Ing. habil. T. Luhmann, Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik, Jade Hochschule Oldenburg

Im Rahmen des IGF-Forschungsprojektes wurde ein Messverfahren mit einem Messkopf zur Schweißnahterkennung als zerstörungsfreies Prüfverfahren für Unterwasser-Anwendungen entwickelt, da derzeit zur automatisierten Erfassung der Oberflächentopographie und der geometrischen Ausbildung von Schweißnahtdecklagen bei Unterwasserschweißungen noch keine technisch realisierten Prüfsysteme existieren. Das Messverfahren basiert auf einem Stereokamerasystem mit einer projizierenden Laserlinie zur Erfassung der Oberflächentopographie einer Schweißnaht. Für die Laserlinie, die ein Profil der zu erfassenden Schweißnahtgeometrie darstellt, wird die 3D-Geometrie mittels photogrammetrischer Algorithmen abgeleitet.

Zur Erfassung der gesamten Schweißnahtgeometrie ist es erforderlich, die einzelnen Profillinien über eine Navigationslösung zu kombinieren. Die Navigationslösung umfasst dabei eine zu-

sätzliche mit dem Messkopf verbundene Kamera, die ein ortsfestes Referenzsystem beobachtet. Über die Beobachtung der ortsfesten Referenz und der statischen Verbindung zum erfassenden System der Profillinien können diese zu einer flächenhaften 3D-Geometrie der Schweißnaht zusammengefügt werden. **Bild 68** zeigt das Prinzip des am IAPG entwickelten Messverfahrens. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen ein Genauigkeitsniveau von 0,05 mm in der Objektebene sowie 0,15 mm in Aufnahme-Richtung des Messsystems für die Beobachtung eines signalisierten Punktes an Luft.



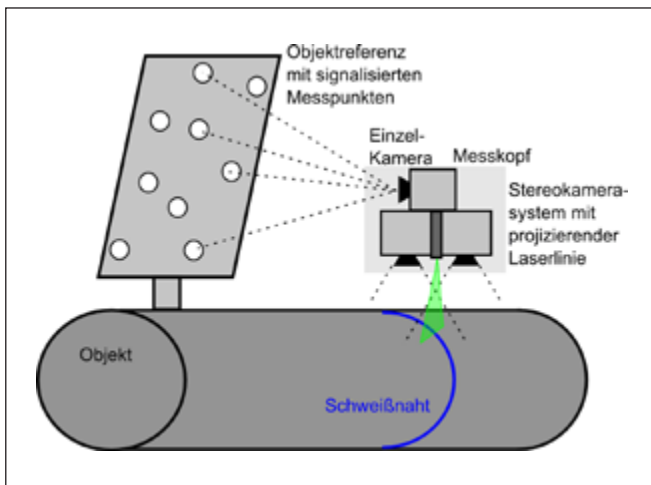


Bild 68: Prinzip der Erfassung der Schweißnahtgeometrie mit Kamerasystem zur Beobachtung einer Objektreferenz und einem Stereokamerasystem mit projizierender Laserlinie.

Die Überführung des Systems für unterwassertaugliche Anwendungen stellte eine zusätzliche Herausforderung dar, deren Umsetzung in diesem Projekt in ersten Ansätzen möglich war. Hierfür sind grundlegende Voruntersuchungen im Hinblick auf Abbildungseigenschaften und Mehrmediendesign durchgeführt worden. Ein vereinfachter Mehrmediensatz zur Korrektur der Brechung ist bereits implementiert und verifiziert worden. Für die Verifizierung wurden Soll-Ist-Differenzen von

maximal 40  $\mu\text{m}$  in Bezug auf einen Prüfkörper mit Regelgeometrien unter Wasser gemessen (Bild 69), d.h. das oben beschriebene Genauigkeitsniveau konnte bestätigt werden.

Zudem wurde eine unter Wasser gefertigte Schweißnaht (Kehlnaht) gemessen (Bild 70), um die Ergebnisse einer realen Schweißnaht bezüglich der anderen Oberflächenbeschaffenheit zu untersuchen und zu vergleichen.



Bild 69: Messung eines Prüfkörpers, welcher sich im Wasser befindet. Die Navigation erfolgt an der Luft.  
Links: Versuchsaufbau  
Rechts: Ergebnispunktwolke  
Oben: Auswertung ohne Brechungskorrektur  
Unten: Auswertung mit Brechungskorrektur

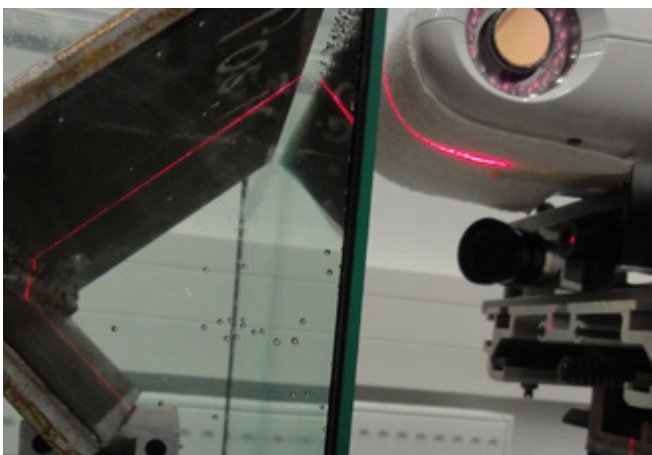
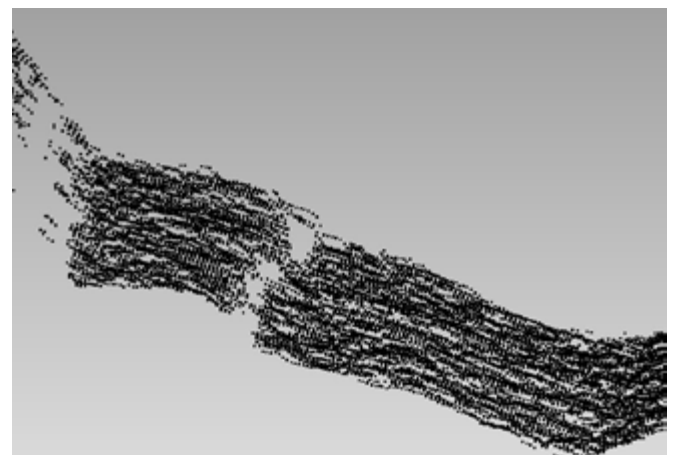


Bild 70: Messung einer Schweißnahtprobe, welche sich im Wasser befindet. Die Navigation erfolgt an der Luft.  
Links: Versuchsaufbau  
Rechts: Ergebnispunktwolke



## Meinungen aus den Unternehmen

**Dipl.-Ing. Holger Broers, Geschäftsführer, AXIOS 3D® Services GmbH, Oldenburg:**

„Im Zusammenspiel unterschiedlicher Fachdisziplinen und aus Sicht eines Messtechnikherstellers werden typischerweise allen Beteiligten, trotz sorgfältiger Abstimmung zum Projektstart, erst mit zunehmender Projektumsetzung die Anforderungen und deren Bedeutung an die Messgenauigkeit, das Auflösungsvermögen und das Messvolumen klar und bewusst. In diesem Projekt wurde ein Lernprozess über die verschiedenen Fachdisziplinen hinaus praktisch umgesetzt. Dadurch werden zukünftige Arbeiten für die Weiterentwicklung des Verfahrens sehr positiv und darüber hinaus wirken.“

**Hans-Joachim Uhlendorf, Geschäftsführer, Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Oldenburg:**

„Für unseren Bereich des Stahlwasserbaus im Hafen kann ein solches Messsystem sehr vorteilhaft sein, weil die bisherigen Verfahren durch Taucheruntersuchungen eher ungenau und subjektiv sind. Ein Messverfahren bringt uns objektive Kennwerte. Weitere Untersuchungen sind gleichwohl notwendig.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

V4.010 **Mechanisch technologische Eigenschaften unterwasserschweißter hoch- und höherfester Stähle**  
18.158 N

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

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.158N>

V4.009 **Laserstrahlschneiden unter Wasser für höhere Produktivität – LuWaPro**  
18.281 N

Dr. rer. nat. Kracht, LZH Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Overmeyer, LZH Hannover

Beginn: 01.07.2014 Laufzeitende: 30.06.2016

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.281N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

V4.007 **Elektrokontakttrennen mittels CAMG-Technik zum manuellen und halbautomatischen Trennen von Spundwänden unter Wasser**  
17.888 N

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.10.2013 Laufzeitende: 30.09.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.888N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

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

Prof. Dr.-Ing. Luhmann, FH Oldenburg

Beginn: 01.11.2011 Laufzeitende: 31.03.2014

Weitere Informationen siehe:

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

# Mitglieder der Forschungsvereinigung – die Forschungsinstitute

## Aachen

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

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

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

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

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

## Berlin

**Fraunhofer-Gesellschaft e. V.**  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und  
Mikrointegration IZM  
Prof. Lang

**Technische Universität Berlin**  
Institut für Mechanik - Fakultät V  
Fachgebiet für Kontinuumsmechanik und  
Materialtheorie  
Prof. Dr. rer. nat. Müller

**GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik Interna-  
tional mbH**  
Niederlassung SLV Berlin-Brandenburg  
Prof. Dr.-Ing. Paulinus

**Bundesanstalt für Materialforschung und  
-prüfung**  
Fachbereich 9.3 - Schweißtechnische Ferti-  
gungsverfahren  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Rethmeier

**Technische Universität Berlin**  
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbe-  
trieb IWF  
Fachgebiet Füge- und Beschichtungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Stark

## Braunschweig

**Technische Universität Braunschweig**  
Institut für Füge- und Schweißtechnik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger

## Bremen

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

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

**BIAS - Bremer Institut für angewandte Strahl-  
technik**  
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen

## Chemnitz

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

**Technische Universität Chemnitz**  
Fakultät für Elektrotechnik und Informations-  
technik  
Professur für Mikrotechnologie  
Prof. Dr. Dr. Prof. h.c. mult. Geßner

**Technische Universität Chemnitz**  
Fakultät für Maschinenbau - Institut für  
Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik  
- Professur Oberflächentechnik/ Funktions-  
werkstoffe  
Professur für Oberflächentechnik/Funktions-  
werkstoffe  
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Lampke

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

**CeWOTec gGmbH**  
Chemnitzer Werkstoff- und OberflächenTechnik  
Dr. rer. nat. Reif

**Technische Universität Chemnitz**  
Fakultät für Maschinenbau - Institut für Werk-  
stoffwissenschaften und Werkstofftechnik -  
Professur Verbundwerkstoffe  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner

## Clausthal-Zellerfeld

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

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

## Cottbus

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

**Brandenburgische Technische Universität Cott-  
bus-Senftenberg**  
Professur Stahl- und Holzbau  
Prof. Dr.-Ing. habil. Pasternak

## Darmstadt

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

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

## Dortmund

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

## Dresden

**Fraunhofer-Gesellschaft e. V.**  
Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahl-  
technik IWS  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer

**Technische Universität Dresden**  
Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik in  
der Elektronik  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Bock

**IMA Materialforschung und Anwendungstech-  
nik GmbH**  
Prof. Dr.-Ing. Fleischer

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

**Fraunhofer-Gesellschaft e. V.**  
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologi-  
en und Systeme  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michaelis

## Duisburg

**GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik Interna-  
tional mbH**  
Niederlassung SLV Duisburg  
Dipl.-Ing. Mährlein

## Erlangen

**Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürn-  
berg**  
Lehrstuhl für Kunststofftechnik  
Prof. Dr.-Ing. Drummer

**Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürn-  
berg**  
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und  
Produktionssystematik  
Prof. Dr.-Ing. Franke

**Bayerisches Laserzentrum GmbH**  
Prof. Dr.-Ing. Schmidt

## Fellbach

**GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik Interna-  
tional mbH**  
Niederlassung SLV Fellbach  
Dipl.-Ing. Rotaru

## Freiburg

**Fraunhofer-Gesellschaft e. V.**  
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM  
Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch

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

#### Garbsen

Leibniz Universität Hannover  
Institut für Werkstoffkunde  
Prof. Dr.-Ing. Maier

#### Garching

Technische Universität München  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften  
Prof. Dr.-Ing. Zäh

#### Geesthacht

Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und Küstenforschung  
GmbH  
Prof. Dr. Kaysser

#### Halle

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt  
Halle GmbH  
Prof. Dr.-Ing. Keitel

#### Hamburg

Technische Universität Hamburg-Harburg  
Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik  
Prof. Dr.-Ing. Emmelmann

Helmut-Schmidt-Universität  
Universität der Bundeswehr Hamburg  
Institut für Werkstofftechnik  
Laboratorium für Werkstoffkunde  
Prof. Dr. Klassen

#### Hannover

Laser Zentrum Hannover e. V.  
Dr. rer. nat. Kracht

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH  
Niederlassung SLV Hannover  
Dr.-Ing. Mittelstädt

Laser Zentrum Hannover e. V.  
Prof. Dr.-Ing. Overmeyer

#### Ilmenau

Technische Universität Ilmenau  
Fakultät für Maschinenbau  
Fachgebiet Fertigungstechnik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann

#### Itzehoe

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT  
Prof. Dr.-Ing. Benecke

#### Jena

Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und  
Werkstoffprüfung GmbH  
Dr.-Ing. Sändig

#### Kaiserslautern

Technische Universität Kaiserslautern  
Lehrstuhl für Werkstoffkunde  
Prof. Dr.-Ing. Beck

#### Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie  
Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine  
Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer

#### Kassel

Universität Kassel  
Fachgebiet Trennende und Fügende Ferti-  
gungsverfahren  
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm

Universität Kassel  
Institut für Werkstofftechnik  
Fachgebiet Kunststofftechnik  
Prof. Dr.-Ing. Heim

#### Köthen

Hochschule Anhalt  
Anhalt University of Applied Sciences  
Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau  
und Wirtschaftsingenieurwesen (emw)  
Prof. Dr.-Ing. Rudolf

#### Krefeld

Hochschule Niederrhein  
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik  
Funktionswerkstoffe und Beschichtungen  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wilden

#### Magdeburg

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

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Elektrotechnik und Informations-  
technik  
Institut für Elektrische Energiesysteme  
Prof. Dr.-Ing. Lindemann

#### München

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH  
Niederlassung SLV München  
Prof. Dr.-Ing. Cramer

#### Neubiberg

Universität der Bundeswehr München  
Fakultät für Elektrotechnik und Informations-  
technik  
Institut für Plasmatechnik und Grundgebiete  
der Elektrotechnik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schein

#### Paderborn

Universität Paderborn  
Fakultät für Maschinenbau  
Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik  
Prof. Dr.-Ing. Meschut

Universität Paderborn  
Fakultät Maschinenbau  
Lehrstuhl für Kunststofftechnologie  
Prof. Dr.-Ing. Moritzer

Universität Paderborn  
Fakultät Maschinenbau  
Kunststoffverarbeitung  
Prof. Dr.-Ing. Schöppner

#### Rostock

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt  
Mecklenburg-Vorpommern GmbH  
Dipl.-Phys. Hoffmann

Fraunhofer Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer Anwendungszentrum für Großstruk-  
turen in der Produktionstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Wanner

#### Saarbrücken

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüf-  
verfahren IZFP  
Prof. Dr. Hanke

#### Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Strahlwerkzeuge  
Univ.-Prof. Dr. phil. nat. Graf

Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. Weihe

#### Wissen

Technologie-Institut für Metall und Engineering  
GmbH  
Dr.-Ing. Polzin

#### Würzburg

SKZ - KFE gGmbH  
Kunststoff-Forschung und Entwicklung  
Prof. Dr.-Ing. Bastian

## 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. Christoph Eßer-Ayertey**

T +49. (0)2 11. 15 91-178  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
christoph.esser@dvs-hg.de  
**Fachausschüsse 6, 13**



**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

T +49. (0)2 11. 15 91-117  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
axel.janssen@dvs-hg.de  
**Fachausschüsse 4, 11, V4**



**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, GA-K, GA I2**



**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**





## 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 serviceorientierte 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 über 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](http://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.

# Aufnahmeantrag Firmen- Mitgliedschaft

## Beitragsstaffel für Unternehmen aus Industrie, Handel, Handwerk und Körperschaften (gültig ab 2014)

### Anwender der Schweißtechnik

Gesamtzahl aller Mitarbeiter des Unternehmens

bis zu	100 Mitarbeiter	470,00 €
bis zu	250 Mitarbeiter	1.060,00 €
bis zu	500 Mitarbeiter	1.325,00 €
bis zu	1.000 Mitarbeiter	1.590,00 €
bis zu	2.000 Mitarbeiter	2.120,00 €
mehr als	2.000 Mitarbeiter auf Anfrage (individuelle Regelung)	

### Hersteller, Handelsunternehmen, Dienstleistungsunternehmen, Ingenieurbüros

Der Beitrag wird individuell vereinbart,  
beträgt jedoch mindestens 555,00 €

### Handwerksunternehmen

bis	100 Mitarbeiter	210,00 €*
mehr als	100 Mitarbeiter	530,00 €

\*im Mitgliedsbeitrag ist der Bezug von nur **einem** Fachzeitschriften-Abo enthalten

### Körperschaften

Der Beitrag wird individuell vereinbart,  
beträgt jedoch mindestens 250,00 €

## 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](http://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  
Michael M. Weinreich  
Dr. Sylvia Musch**

### Titelfoto

Tropfenablösung während des Unterpulver-Impulsschweißvorgangs  
in der Kaverne.

### Quelle:

IGF-Vorhaben „Unterpulver-Impulsschweißen zur Reduzierung  
des Wasserstoffeintrages beim Schweißen hochfester Feinkorn-  
baustähle“ (IGF-Nr. 17.351 N / DVS-Nr. 03.105).

Mit freundlicher Genehmigung:

Professor Dr.-Ing. Uwe Reisgen,  
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik, RWTH Aachen

### 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 91-1 13  
F +49. (0)2 11. 15 91-2 00

[info@dvs-forschung.de](mailto:info@dvs-forschung.de)  
[www.dvs-forschung.de](http://www.dvs-forschung.de)