

Geschäftsbericht 2018

Innovationen für die Wirtschaft Forschung in der Füge-technik

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,

mit immer kürzeren Innovationszyklen und besonderen globalen Entwicklungen erlebt die Welt aktuell einen enormen Anstieg politischer, gesellschaftlicher, ökonomischer und ökologischer Herausforderungen wie nie zuvor. Themen wie digitaler Wandel, Vernetzung, künstliche Intelligenz, Industrie 4.0, Energiewende und erneuerbare Energien beanspruchen die Aufmerksamkeit der Gesellschaft und der Öffentlichkeit. Zur Bewältigung dieser Aufgaben haben Politik, Industrie und Forschung bereits vieles geleistet und Anstoß zu weiteren Impulsen gegeben.

Als führendes Forschungs- und Innovationsnetzwerk auf dem Gebiet der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik hat auch die Forschungsvereinigung diese Themen 2018 zum Nutzen ihrer Mitglieder und der Branche intensiv weiter vorangetrieben. Wie effizient sich das gesamte Netzwerk der Industriellen Gemeinschaftsforschung für seine Mitglieder einsetzt, zeigte die Verhinderung einer vom BMWi ursprünglich geplanten Senkung des IGF-Budgets von 169 Mio. EUR auf 161,9 Mio. EUR für 2019: Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Forschungsvereinigungen des AiF-Netzwerkes sensibilisierten Wahlkreisabgeordnete des Bundestages durch direkte Ansprache für die drohenden, negativen Auswirkungen einer Fördermittelkürzung gerade für kleine und mittelständische Unternehmen. Als Ergebnis beschloss der Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages im November 2018, die IGF auch in 2019 mit Fördermitteln in Höhe von 169 Mio. EUR auszustatten. Dieser Beschluss ist nicht zuletzt gefasst worden als Zeugnis für die Wirkung der „konzertierten Aktionen“ des AiF-Netzwerkes!

Die Ergebnisse der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung unter dem Dach der IGF können sich auch 2018 sehen lassen: Im Berichtsjahr erhöhten sich die eingeworbenen Fördermittel der Forschungsvereinigung auf einen neuen Rekordwert von nunmehr 15,4 Mio. EUR. Die vierzehn Fachausschüsse koordinierten damit insgesamt 164 Forschungsvorhaben. Davon wurden 64 Projekte neu begonnen, 76 weitergeführt und 24 Vorhaben erfolgreich abgeschlossen.

In Fortführung ihrer strategischen Neuausrichtung war in der Forschungsvereinigung das Jahr 2018 durch umfangreiche Beschlüsse des Forschungsrates gekennzeichnet.

Diese betreffen insbesondere die Aktivitäten und administrativen Abläufe der Fachausschüsse, aber auch den Ergebnistransfer über die Grenzen der Forschungsvereinigung hinweg. Mit der erstmaligen Durchführung eines „Transfertages“ zur Präsentation von Abschlussberichterstattungen im Rahmen des DVS CONGRESS 2020 soll die Branche zukünftig noch besser über Forschungsergebnisse informiert werden. Gleiches gilt für die Organisation der Projektbegleitenden Ausschüsse. Diese werden zukünftig noch enger mit den Sitzungen der Fachausschüsse verzahnt. Die Zielsetzung ist dabei deutlich: Steigern des Mehrwerts für die Mitglieder, Stärken der Kernkompetenz der Gremien, Optimieren der jeweiligen Fachausschussstruktur und Priorisieren von Forschungsfeldern. Um die benannten Ziele zu erreichen, sind weitere Maßnahmen notwendig.

Zum Schluss möchte ich Sie über eine Veränderung in eigener Sache informieren:

Am 31. Dezember 2019 endet meine Amtszeit als Vorsitzender der Forschungsvereinigung. Ich werde für eine weitere Kandidatur nicht mehr zur Verfügung stehen. Auf Vorschlag des Vorstandes wurde Dr.-Ing. Johannes Weiser (EWM AG), stellvertretender Vorsitzender des Fachausschuss 6, durch den Forschungsrat bereits jetzt zu meinem Nachfolger gewählt. Herr Dr. Weiser wird mich bis zum Ende des Jahres kommissarisch begleiten. Ich danke an dieser Stelle dem Vorstand und allen Mitgliedern der Forschungsvereinigung herzlich für ihr langjähriges, in mich gesetztes Vertrauen. Ich wünsche ihr mit meinem Nachfolger an der Spitze weiterhin großen Erfolg!

Die Gemeinschaft ist die Stärke und der Erfolg der Forschungsvereinigung. Für diese einzigartige und erfolgreiche Zusammenarbeit möchten wir den vielen Mitwirkenden in unseren Mitgliedsunternehmen, in den Forschungseinrichtungen, unseren Förderern, vor allem dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) ganz herzlich danken.

Dr.-Ing. Godehard Schmitz

Vorsitzender

Renningen/Düsseldorf im April 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgaben und Strukturen	05
2	Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2018.....	13
3	Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder 2018	19
4	Forschungskooperationen	29
5	Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung	38
6	Forschende Mitglieder der Forschungsvereinigung	96
	Das Team der Forschungsvereinigung	100
	Impressum	101

Aufgaben und Strukturen

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung im DVS – Eine erfolgreiche Verbindung zwischen Industrie, Forschung und Staat

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS ist ein moderner, professioneller und service-orientierter Partner für die Fügetechnik. Als forschungsfördernde Einrichtung in Form eines gemeinnützig eingetragenen Vereins bietet sie der Fachwelt und der interessierten Öffentlichkeit werkstoff-, verfahrens- und branchenspezifische Forschungsthemen rund um die Schwerpunkte Fügen, Trennen und Beschichten. Verschiedene Fachausschüsse decken die gesamte Wertschöpfungs- und Prozesskette der Fügetechnik ab.

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung – Gemeinsame Plattform für Industrie und Wissenschaft



Zentrales Tätigkeitsfeld der Forschungsvereinigung 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 (KMU) über die IGF ein direkter Zugang zu anwendungsbezogener Forschung ermöglicht (Bild 1). KMU sind dabei Unternehmen, die einen Jahresumsatz von nicht mehr als 125 Millionen Euro aufweisen.



Bild 1: Partner und Umsetzung der IGF

Die Forschungsvorhaben der IGF werden von Forschungseinrichtungen im Auftrag der Forschungsvereinigung durchgeführt. Als Mitglied der AiF kooperiert sie mit geeigneten und fachlich ausgewiesenen Forschungseinrichtungen öffentlicher oder privater Rechtsträger, um wissenschaftliche Fragestellungen zu bearbeiten.

Im Netzwerk der Forschungsvereinigung engagieren sich erfolgreich fast 600 Experten aus Industrie und Wissenschaft. 2018 befanden sich dabei 164 Forschungsvorhaben der IGF in der Administration. Über die inhaltliche Themenvielfalt ist die Forschungsvereinigung interdisziplinär ausgerichtet und aufgeschlossen für unterschiedliche branchenübergreifende Forschungsk Kooperationen.



Branchenübergreifende Kooperation mit anderen technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen und Industrieverbänden (u.a.):

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

Die FV wird dabei durch eine Vielzahl von Unternehmen und Spezialisten aus der gesamten Wertschöpfungskette begleitet und unterstützt. Aus der Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Experten aus den Unternehmen und den Wissenschaftlern der Forschungseinrichtungen entstehen auf diese Weise wertvolle Wissensnetzwerke.

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

Die Forschungsvereinigung bietet für Unternehmen einen direkten Dialog mit der Wissenschaft:

- Initiieren von Forschungsvorhaben mit eigenen thematischen Inhalten
- Unterstützen bei der Gestaltung der Projekthalte und -abläufe
- Direktes und kontinuierliches Begleiten von Forschungsvorhaben

Die Unternehmen profitieren aus erster Hand und exklusiv von aktuellen Forschungsergebnissen, die umgehend in die Entwicklungs-, Planungs- und Fertigungsprozesse der Unternehmen einfließen können. Über die Industrielle Gemeinschaftsforschung hinaus bietet die Forschungsvereinigung ihren Mitgliedern weitere vielfältige und exklusive Leistungen, u.a.:

- Ausführliche Informationen und Publikationen zu aktuellen Forschungsergebnissen
- Umfassende Unterstützung beim Erstellen von IGF-Projektanträgen
- Individuelle Beratung
- Zugang zum umfangreichen DVS-Netzwerk
- Branchenbezogene Recherchen rund um die Themen Forschung und Entwicklung
- Wissenschaftliche Kolloquien und Seminare
- Bereitstellen aktueller Forschungsstudien
- Transfer der Forschungsergebnisse in Normen und Standards



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

www.dvs-forschung.de

Aufgaben und Funktion der Fachausschüsse

Mit ihren Fachausschüssen bietet die Forschungsvereinigung die zentrale Expertenplattform für die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) im Bereich der Füge-technik in Deutschland. Alle Abläufe der IGF, von der Ideenfindung bis zum Ergebnistransfer, werden unter zentraler Einbindung von Industrie und Wissenschaft professionell durch die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung organisiert und begleitet. Hierzu gehören u. a.:

- Benennen von Forschungsbedarf durch kleine und mittlere Unternehmen
- Formulieren von Projektskizzen durch Forschungseinrichtungen
- Vorbewerten von Projektskizzen im Online-Verfahren
- Vorstellen, diskutieren und entscheiden über Projektskizzen in der Sitzung des jeweiligen Fachausschusses
- Einreichen der ausgearbeiteten Forschungsanträge bei der AiF
- Begutachten durch das AiF-Gutachterwesen; im Falle der Befürwortung Vorlage des Antrages beim BMWi zur Anfinanzierung (Bewilligung)
- Im Falle der Bewilligung Start des Forschungsvorhabens im Rahmen der festgelegten Laufzeit
- Permanente Berichterstattung über aktuelle Projektergebnisse in den Fachausschüssen und in ausgewählten Gremien des DVS
- Nach Abschluss des Forschungsvorhabens Veröffentlichung der Ergebnisse in den Publikationen des DVS und in der Wirtschaft
- Transfer, Umsetzen und Nutzen der Projektergebnisse in Normen und Standards, wie Merkblätter und Richtlinien des DVS

Die Fachausschüsse sind die entscheidenden Gremien, in denen Forschungsideen in Form von Projektskizzen von den Forschungseinrichtungen eingebracht, von den Vertretern der Industrie bei Bedarf konkretisiert und für die weitere AiF-Begutachtung bewertet und gegebenenfalls empfohlen werden (Bild 2). Sie sind darüber hinaus offene Diskussionsforen für neue, laufende und abgeschlossene Forschungsvorhaben. Diese umfassen neben weiter aufstrebenden Themen wie der additiven Fertigung, der Klebtechnik auch „klassische“ Füge-technologien wie das Lichtbogen-, Strahl- und Widerstandsschweißen oder das Löten. Das Themenspektrum geht von der Arbeitssicherheit, der Schweißmetallurgie, dem Werkstoffverhalten, der Konstruktion, Festigkeit und Berechnung bis zur Simulation.

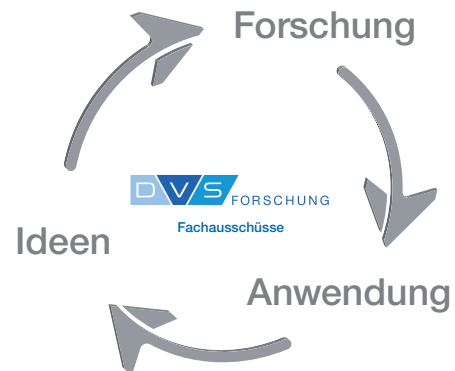


Bild 2: Füge-technische Gemeinschaftsforschung

Neue Leitthemen wie die additive Fertigung mit dem Lichtbogen (WAAM) hat die Forschungsvereinigung umgehend adaptiert. Durch beauftragte Studien wurden aktuelle Themen evaluiert und thematisch in die Fachausschüsse zurückgespiegelt. Dort werden in konkreten Forschungsvorhaben Lösungen für die Industrie entwickelt und praktisch umgesetzt.

Unternehmen und Forschungseinrichtungen als enge Projektpartner

Die Durchführung der IGF-Forschungsvorhaben erfolgt unter direkter Beteiligung der Unternehmen in den projektbegleitenden Ausschüssen (PAs). Hier findet die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen in den einzelnen Vorhaben statt. Die beteiligten Unternehmen können in den PAs direkten Einfluss auf Vorhaben nehmen und diese gegebenenfalls während der Durchführung inhaltlich bedarfsorientiert anpassen. Sie erhalten Forschungsergebnisse aus erster Hand und nutzen diese bereits während der Laufzeit.

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

Die PAs bieten kleinen und mittleren Unternehmen in der IGF den notwendigen Praxisbezug (so genannte „KMU-Relevanz“). Eine möglichst frühe Beteiligung von Industrievertretern an allen Projektschritten sichert einen schnellen Wissenstransfer in die Unternehmen und sorgt für einen optimierten, bedarfsgerechten Forschungsablauf und eine bestmögliche Ergebnismutzung. Bereits während der Projektentwicklung werden potenzielle Mitglieder für den PA eingebunden. Somit hat die Zusammensetzung des PA einen starken Einfluss auf den Ergebnistransfer vor, während und nach Abschluss eines Forschungsvorhabens.

Daher sollte möglichst die gesamte Wertschöpfungskette, die mit den Ergebnissen des jeweiligen Forschungsvorhabens verbunden ist, im PA abgebildet werden. Neben den Ergebnissen werden während der PA-Sitzungen alle relevanten Fragen, die mit der weiteren Projektabwicklung zusammenhängen, erörtert.

Allgemeine und individuelle Nutzung der Forschungsergebnisse

Die Forschungsergebnisse werden nach Projektabschluss über unterschiedliche Wege in die Unternehmen transferiert und dort umgesetzt. Sie dienen aber auch gleichzeitig dazu, den Stand der Technik fortzuschreiben und somit unter anderem die Entwicklung von Qualifizierungsmaßnahmen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung des DVS sowie die Erarbeitung von fügetechnischen DVS-Regelwerken und Normen zu ermöglichen.

Transfer der Forschungsergebnisse

Maßgeblich 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 Veröffentlichung der Ergebnisse in den DVS-Fachzeitschriften und anderen Publikationen (**Bild 3**), wie in den Kongressbänden der DVS Media GmbH sowie die Weitergabe der Schlussberichte dar.

Veröffentlichungen 2018 in DVS-Fachzeitschriften

28	Schweißen & Schneiden
4	Joining Plastics – Fügen von Kunststoffen
4	Thermal Spray Bulletin
3	Welding & Cutting

Bild 3: Veröffentlichungen im Jahr 2018

Auch im Jahr 2018 wurden im DVS-Netzwerk eine Vielzahl technisch-wissenschaftlicher Veranstaltungen durchgeführt (**Bild 4**). Von den Inhalten konnten neben den Unternehmen aus den PAs auch die Unternehmen, die nicht unmittelbar an IGF-Forschungsvorhaben beteiligt waren, sich gleichwohl aber umfassend informieren wollten, profitieren.

Erfolgreicher Ergebnistransfer aus Forschungsvorhaben in DVS-Regelwerke

Durch die intensive Vernetzung der Aktivitäten zwischen der Forschungsvereinigung und dem Ausschuss für Technik (AfT) wurden auch 2018 wieder zahlreiche neue DVS-Regelwerke veröffentlicht. Aber auch der Transfer in bereits bestehende

DVS-Merkblätter und -Richtlinien wurde erfolgreich fortgeführt. Damit wird der Stand der Technik im DVS-Regelwerk auch über die Berücksichtigung neuester Forschungsergebnisse konsequent dokumentiert.

Technisch-wissenschaftliche Veranstaltungen mit Beteiligung der Forschungsvereinigung im Jahr 2018

Januar

- Kickoff-Meeting der Projektpartner im EU-Projekt „CLAIM“ in Madrid/Spainien

Februar

- 18. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ 2018, Köln
- 9. DVS/GMM-Tagung „Elektronische Baugruppen und Leiterplatten“ – EBL 2018, Fellbach

März

- Kolloquium „Lichtbogenphysik“ der AG V2.8, Duisburg
- DVS-Roadshow 2018: Kunststoffe im industriellen Apparate-, Behälter- und Rohrleitungsbau – Umsetzung des DVS-Regelwerkes für Kunststoffe in der Praxis, Düsseldorf

Mai

- ITSC 2018 - International Thermal Spray Conference and Exposition, Orlando/USA

Juni

- 10th International Congress and Exhibition on Aluminum Brazing 2018, Düsseldorf
- Rapid-Tech (DVS-Stand mit IFW Jena), Erfurt

Juli

- 71. IIW Annual Assembly & International Conference 2018, Bali/Indonesien (DVS-IIW Young Professionals)

September

- DVS CONGRESS 2018, Friedrichshafen
- Forschungskolloquium FA 6 Strahlverfahren, Aachen

November

- Gemeinschaftskolloquium AG V3 / FA 4 „Widerstandsschweißen“, Düsseldorf
- Forschungsseminar der Fachgesellschaft „Löten“ im DVS: „Die Zukunft des Lötens: Herausforderungen und Chancen für die Löttechnik“, Berlin

Dezember

- 8. Fügetechnisches DVS/EFB-Gemeinschaftskolloquium 2018 „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik“, Paderborn
- Gemeinschaftskolloquium FA 10 / AG A2 / AG V6.2 „Mikroverbindungstechnik“, Kassel

Bild 4: Ergebnistransfer durch Fachveranstaltungen mit Beteiligung der Forschungsvereinigung

Weitere Instrumente zur Förderung der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung

Neben dem IGF-Normalverfahren nutzt die Forschungsvereinigung weitere Fördervarianten für die fügetechnische Gemeinschaftsforschung:

CORNET („COLlective Research NETworking“)

Die Forschungsvereinigung engagiert sich intensiv für die Teilnahme am Förderprogramm CORNET, einer Vernetzung von nationalen und regionalen Programmen der internationalen Gemeinschaftsforschung (siehe Kapitel 4, Seite 29).

Kooperationen mit anderen Forschungsvereinigungen und Verbänden

Mit der Bildung von Gemeinschaftsausschüssen wurden in unterschiedlichen Forschungsbereichen weitreichende, branchenübergreifende, interdisziplinäre Kooperationen mit anderen AiF-Forschungsvereinigungen geschaffen, die 2018 erfolgreich fortgeführt wurden. Darüber hinaus bestehen auch branchenübergreifend Kooperationen mit weiteren Forschungsvereinigungen.

Mitglieder in der Forschungsvereinigung

Insgesamt haben im Berichtszeitraum 586 Mitglieder in der Forschungsvereinigung mitgewirkt (Bild 5), darunter 369 Industrieunternehmen, 132 Körperschaften sowie 85 Forschungseinrichtungen. Zu diesen gehören 8 Forschungseinrichtungen des DVS, 46 Forschungseinrichtungen an Hochschulen, 15 Fraunhofer-Institute sowie 16 weitere Forschungseinrichtungen.

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

Mitglieder der Forschungsvereinigung	
369	Industrieunternehmen
132	Körperschaften
8	DVS-Forschungseinrichtungen
46	Forschungseinrichtungen an Hochschulen
15	Fraunhofer-Institute
16	Weitere Forschungseinrichtungen
586	Mitglieder

Bild 5: Mitglieder der Forschungsvereinigung

DVS FORSCHUNG

WIR MACHEN WIND
NEUE PERSPEKTIVEN DURCH DIE FÜGETECHNIK

www.dvs-forschung.de

Der Vorstand

Die Forschungsvereinigung wird von einem Vorstand geleitet (**Bild 6**), dem vier Personen angehören.

Die Amtszeit des Vorsitzenden der Forschungsvereinigung, Dr.-Ing. G. Schmitz, Robert Bosch GmbH, endet zum 31. Dezember 2019. Dr.-Ing. Johannes Weiser wurde in einer offenen Wahl mit einer Amtszeit von 4 Jahren vom 1. Januar 2020 bis 31. Dezember 2023 als neuer Vorsitzender in den Vorstand gewählt. Bis zum Beginn der Amtszeit wird Herr Dr. Weiser den Vorstand kommissarisch begleiten.



Dr.-Ing. Godehard Schmitz
(Vorsitzender)

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



Dr.-Ing. Johannes Weiser
(Vorsitzender ab 1. Januar 2020)

EWM AG, Mündersbach
Stellv. Vorsitzender des Fachausschusses 6
„Strahlverfahren“



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

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



Dr.-Ing. Wolfgang Scheller
(Stellvertretender Vorsitzender)

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



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

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

Bild 6: Die Mitglieder des Vorstandes

Der Forschungsrat

Der Forschungsrat übt eine Lenkungs- und Koordinierungsfunktion aus. Er nimmt Stellung zu allen forschungsrelevanten und förderpolitischen Fragen der Forschungsvereinigung. Zur Durchführung der fachlichen Arbeit beruft der Forschungsrat Fachausschüsse, deren Tätigkeit er überwacht. Er trägt die Verantwortung für die fachliche Ausrichtung der Fachausschüsse sowie die Festlegung von Forschungsthemen und die erforderliche Prioritätensetzung im Hinblick auf geplante Forschungsprojekte. **Bild 7** (Seite 12) zeigt die Mitglieder des Forschungsrates.

Wahlen zum Forschungsrat 2018

Am 17. Oktober 2018 wurden als Mitglieder im Forschungsrat für eine Amtszeit vom 1. Januar 2019 bis zum 31. Dezember 2022 einstimmig bestätigt:

- **Prof. Dr.-Ing. U. Füssel**
Institut für Fertigungstechnik (IF), Technische Universität Dresden
 - **Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier**
Bundesanstalt für Materialforschung- und -prüfung, Berlin
 - **Prof. Dr.-Ing. V. Wesling**
Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren (ISAF), Technische Universität Clausthal
- Durch einstimmige Wahl wurde in den Forschungsrat neu aufgenommen:
- **Dipl.-Ing. J. Vogelsang**
GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik International GmbH, Duisburg

In 2018 als forschende Mitglieder neu aufgenommene Forschungseinrichtungen

- **NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen, Reutlingen**
Prof. Dr. Katja Schenke-Layland
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 8 und 10)
- **Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT, Hamburg**
Prof. Dr.-Ing. Claus Emmelmann
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 3 und 13)
- **Universität Paderborn, Lehrstuhl für Dynamik und Mechatronik LDM, Paderborn**
Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
(Mitarbeit im Fachausschuss 10)
- **Universität der Bundeswehr, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Plasmatechnik und Mathematik, Neubiberg**
Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 2 und 3)

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung – Getragen von der Branche

Die Forschungsvereinigung informiert darüber, dass sie mit Wirkung zum 1. Januar 2019 neue Vorgaben für alle Unternehmen beschlossen hat, die in den Projektbegleitenden Ausschüssen von Forschungsvorhaben mitwirken möchten.

Nach den AiF-Grundsätzen zur Industriellen Gemeinschaftsforschung, die im Corporate Finance Codex (CFC) beschrieben sind, werden Forschungsvereinigungen von der Wirtschaft strukturell, organisatorisch oder finanziell selbst getragen, sowohl was ihre Infrastruktur und ihre Netzwerkaktivitäten als auch was ihre Tätigkeiten und Verpflichtungen im Zusammenhang mit den öffentlich geförderten IGF-Vorhaben anbelangt.

Die Forschungsvereinigung hat diesen AiF-Grundsatz dahingehend übernommen, dass alle Unternehmen in den Projektbegleitenden Ausschüssen die mit dem jeweiligen Forschungsvorhaben verbundenen Verpflichtungen finanziell mit tragen. Dies kann alternativ über eine Mitgliedschaft in der Forschungsvereinigung oder über die Entrichtung eines einmaligen vorhabenbezogenen Förderbeitrags erfolgen.

Eine Mitgliedschaft in der Forschungsvereinigung bietet die Möglichkeit, sich in allen Projektbegleitenden Ausschüssen zu engagieren, die für das Unternehmen von Interesse sind; darüber hinaus kann es von den Forschungsergebnissen direkt profitieren. Zusätzlich können Mitglieder der Forschungsvereinigung z. B. auch an den Sitzungen der Fachausschüsse aktiv teilnehmen und haben Zugriff auf alle Forschungsergebnisse.

Transfertag 2020

Im Rahmen der in der Forschungsvereinigung begonnenen Strategiediskussion wurde durch den Forschungsrat 2018 die Einführung eines Transfertages beschlossen. Damit wird in den Fachausschüssen die Forschungsfindung und die Abschlussberichterstattung entkoppelt. Die Abschlussberichterstattung zu Forschungsvorhaben, die in 2020 beendet werden, erfolgt dann ab diesem Jahr nicht mehr direkt im Fachausschuss, sondern auf dem „Transfertag 2020“. Der „Transfertag 2020“ wird angelehnt an den DVS CONGRESS 2020, der vom 14. bis zum 16. September 2020 in der Stadthalle Koblenz stattfinden wird.



**HIER ZÄHLT DIE ZUKUNFT
FORSCHUNG IM DVS**

Mitglieder des Forschungsrates (Stand: März 2019)

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

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

Stellvertretende Vorsitzende der Forschungsvereinigung**Prof. Dr.-Ing. S. Jüttner**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
(Mitglied bis 31.12.2021)

Dr.-Ing. W. Scheller

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

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

Erishirch

Dr.-Ing. W. Lehrheuer

Aachen

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

Ritterhude

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

FG Fertigungstechnik,
Technische Universität Ilmenau
(Amtszeit bis 31.12.2019)

Dipl.-Ing. H. Beschow

Eisenbahn Bundesamt, Bonn
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin

IOT, RWTH Aachen
(Amtszeit bis 31.12.2019)

Dr.-Ing. M. Boretius

Listemann, AG, Bendorf,
Fürstentum Liechtenstein
(Amtszeit bis 31.12.2021)

Prof. Dr.-Ing. K. Dilger

ifs, Technische Universität Braunschweig
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Prof. Dr.-Ing. habil. U. Füssel

IF, Technische Universität Dresden
(Amtszeit bis 31.12.2022)

Dr.-Ing. Th. Harrer

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

Dr.-Ing. S. Hartmann

obz innovation GmbH, Bad Krozingen
(Amtszeit bis 31.12.2021)

Dr.-Ing. B. Hildebrandt

Messer Group GmbH, Krefeld
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr.-Ing. B. Jaeschke

Lorch Schweißtechnik GmbH, Auenwald
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr.-Ing. S. Jahn

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

Prof. Dr.-Ing. S. Keitel

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

Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Lampke

IWW, Technische Universität Chemnitz
(Amtszeit bis 31.12.2021)

Univ.-Prof. Dr. P. Mayr

IFMT, Technische Universität Chemnitz
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Prof. Dr.-Ing. G. Meschut

LWF, Universität Paderborn
(Amtszeit bis 31.12.2021)

E. Miklos

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

Dipl.-Ing. S. Müller

AUDI AG, Neckarsulm
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr. rer. nat. L. Nickenig

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

Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier

BAM, Berlin
(Amtszeit bis 31.12.2022)

Dipl.-Ing. J. Vogelsang

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH, Duisburg
(Amtszeit bis 31.12.2022)

Prof. Dr.-Ing. V. Wesling

ISAF, Technische Universität Clausthal
(Amtszeit bis 31.12.2022)

**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

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

Dr.-Ing. K. Pöhl

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

Dr.-Ing. A. Meyer

RIFTEC GmbH, Geesthacht
Vorsitzender des FA 5 „Sonderschweißverfahren“

Prof. Dr.-Ing. R. Holtz

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

Dipl.-Ing. I. Reinkensmeier

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

Dipl.-Ing. P. Hellwig

Siemens AG, Krefeld
Vorsitzender des FA 8 „Klebtechnik“

Dr.-Ing. J. Rudolph

Framatome GmbH, Erlangen
Vorsitzender des FA 9 „Konstruktion
und Berechnung“

Dr.-Ing. J. Natrop

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

Dr.-Ing. W. Meiners

TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH,
Ditzingen
Vorsitzender des FA 13 „Additive Fertigung“

Prof. Dr.-Ing. habil. E. Schubert

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

Dipl.-Ing. R. Kolbusch

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

Gäste**Prof. Dr.-Ing. D. von Hofe**

Krefeld
(Rechnungsprüfer bis 31.12.2020)

Dipl.-Wirt.-Ing. U. Schlattmann

Münster
(Rechnungsprüfer bis 31.12.2021)

Mitglieder laut Satzung –**Ex Officio Mitglieder****Dipl.-Betriebsw. S. Szczesny-Oßing**

Präsidentin des DVS e. V.
EWM AG, Mündersbach

Prof. Dr.-Ing. U. Reisgen

Amtszeit bis 30.06.2020
RWTH Aachen, Institut für Schweißtechnik
und Fügetechnik, Aachen
Vorsitzender des Ausschusses für Technik (AT)
des DVS e. V.

Dr.-Ing. R. Boecking

Hauptgeschäftsführer des DVS e. V., Düsseldorf

Dipl.-Ing. J. Jerzembeck

Geschäftsführer der
Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte
Verfahren e. V. des DVS e. V., Düsseldorf

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2018

Industrielle Gemeinschaftsforschung

Durch die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) als wettbewerbles Forschungsförderungsprogramm werden Orientierungswissen erarbeitet und technologische Plattformen für ganze Branchen oder zur branchenübergreifenden Nutzung entwickelt. Die IGF ist ein Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Die AiF – Forschungsnetzwerk für den deutschen Mittelstand

Die AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. ist alleiniger Koordinator und Organisator der IGF mit Unterstützung ihrer Mitglieder, den Forschungsvereinigungen. Die AiF fördert Forschung, Transfer und Innovation und ist führende nationale Organisation zur Förderung angewandter Forschung und Entwicklung für den Mittelstand. Sie ist als gemeinnütziger Verein Partner des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und verknüpft die Interessen von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

Öffentliche Fördermittel der AiF 2018

Die AiF verantwortete im Jahr 2018 insgesamt 474,3 Mio Euro an öffentlichen Fördermitteln, wovon vom BMWi 181,3 Mio. Euro der Industriellen Gemeinschaftsforschung zur Verfügung bereitgestellt wurden (**Bild 8**). Dieser Betrag stand der AiF für ihr Innovationsnetzwerk für 1.757 laufende Forschungsvorhaben zur Verfügung. Beteiligt waren insgesamt 770 Forschungseinrichtungen.

Kürzung der Fördermittel für die IGF wurde angewendet

Der Entwurf des Bundeshaushalts 2019 sah eine deutliche Kürzung der Fördermittel für die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) vor, dem wichtigsten Förderwerkzeug unserer Forschungsvereinigung. Es war eine Absenkung des IGF-Budgets von 169 Mio. Euro auf 161,9 Mio. Euro vorgesehen. Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Forschungsvereinigungen des AiF-Netzwerkes haben die Wahlkreisabgeordneten des Bundestages direkt angesprochen und sensibilisieren können für die besondere Bedeutung der IGF sowie die direkten negativen Auswirkungen einer Fördermittelkürzung gerade für kleine und mittelständische Unternehmen. Als Ergebnis wurde in der Bereinigungssitzung des Haushaltsausschusses des Deutschen Bundestages vom 8. und 9. November 2018 der Beschluss gefasst, die IGF mit Fördermitteln in Höhe von 169 Mio. € auch in 2019 auszustatten. Dieser Beschluss ist nicht zuletzt gefasst worden als Zeugnis für die Wirkung der „konzertierten Aktionen“ des AiF-Netzwerkes!

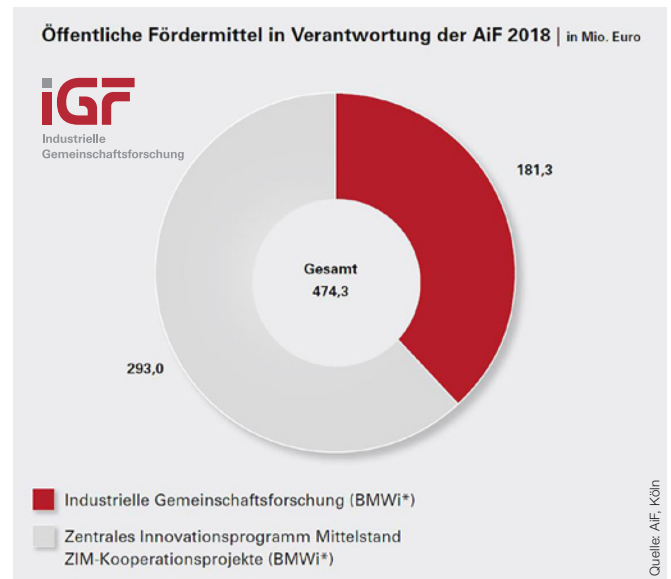


Bild 8: Verteilung der IGF-Fördermittel in 2018

Aktivitäten der AiF – Strategien und Ziele

Der Haushaltsentwurf des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) für 2018 sah vor, das Netzwerk der IGF zwischen mittelständischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit 169 Mio. Euro zu fördern.

Ausgehend von diesem Titel und in Betrachtung der tatsächlichen Förderbedarfe in der Industriellen Gemeinschaftsforschung verfolgt die AiF weiterhin mit tatkräftiger Unterstützung und in enger Abstimmung mit den Forschungsvereinigungen das aktuelle Ziel, beim Fördermittelgeber dauerhaft ein höheres jährliches Budget für die IGF und das ZIM-Programm zu erwirken. Mittelfristig sollen ab dem Jahr 2021 mindestens 300 Mio. Euro jährlich für die Industrielle Gemeinschaftsforschung und mindestens 700 Mio. Euro pro Jahr für ZIM zur Verfügung gestellt werden.

Geplant: AiF-Forschungsallianz „Leichtbau“

AiF-Forschungsallianz Leichtbau **FAL** Die Einsparung von Material, Gewicht und Energie ist im Hinblick auf eine stetig wachsende Weltbevölkerung und schwindende Ressourcen eine Grundvoraussetzung für eine intakte Welt. Dies gab den Anstoß zur Gründung der AiF-Forschungsallianz "Leichtbau", mit dem Anspruch, die Forschung im Bereich "Leichtbau" fördern, zu bündeln und transparent zu machen.



Bild 9: AiF-Forschungsallianz Leichtbau

Aktuell haben über 20 AiF-Mitgliedsvereinigungen großes Interesse daran, die neue AiF-Forschungsallianz zu unterstützen, so auch die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS.

Die AiF-Forschungsallianz "Leichtbau" (**Bild 9**) organisiert Projekte, die sich eng an dem Forschungsbedarf der Industrie orientieren.

Vier Säulen für die Forschungsprojekte der Allianz wurden identifiziert, nach denen sie geordnet und klassifiziert werden können: die Zuordnung nach Werkstoffen, Technologien, Bauteildesign und nach ihrer Anwendung im Leichtbau. Die AiF-Forschungsallianz "Leichtbau" wird die industrielle Gemeinschaftsforschung prägen und das IGF-Netzwerk als wichtigen Kompetenzträger maßgeblich unterstützen.

AiF-Forschungsallianz „Energiewende“

Energie effizient zu nutzen und den Anteil erneuerbarer Energien signifikant zu steigern, erfordert die Umsetzung technologischer Innovationen in allen Bereichen des Energiesystems. Um praxisrelevante Forschungsbeiträge voranzutreiben, wurde im Jahr 2016 unter dem Dach der AiF die Forschungsallianz „Energiewende“ (**Bild 10**) gegründet.

Mit ihrem branchenübergreifenden Netzwerk von Forschungsvereinigungen und kleinen und mittleren Unternehmen schlägt sie eine Brücke vom Forschungslabor zur Anwendung.



Bild 10: Energiewende: Herausforderung und Chance zugleich

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS gehört seit Dezember 2017 dem Forschungsbeirat der AiF-Forschungsallianz „Energiewende“ an.

Fördermittel und IGF-Vorhaben in der Forschungsvereinigung 2018

Im Jahr 2018 wurden aus dem IGF-Haushalt von der Forschungsvereinigung des DVS 15,4 Mio. Euro für die fūgetechnische Gemeinschaftsforschung eingeworben.

Dieser Betrag floss in 164 Projekte der Forschungsvereinigung. Davon wurden 64 Projekte neu gestartet, 76 weitergefūhrt und 24 erfolgreich abgeschlossen. Einen Überblick über die Entwicklung der Zahlen und die Höhe der eingeworbenen Fördermittel der letzten zehn Jahre geben die **Bilder 11, 12 und 13**.

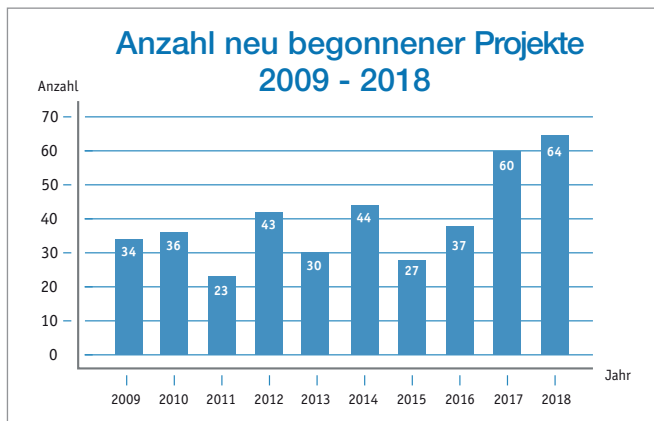


Bild 11

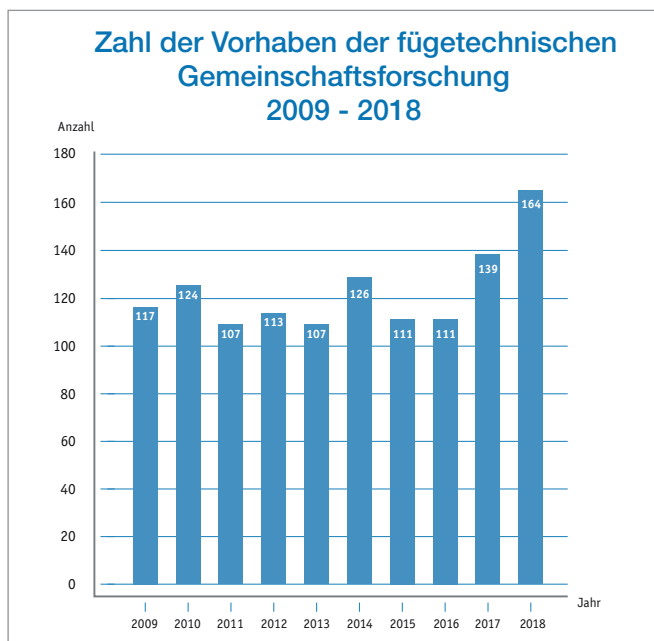


Bild 12

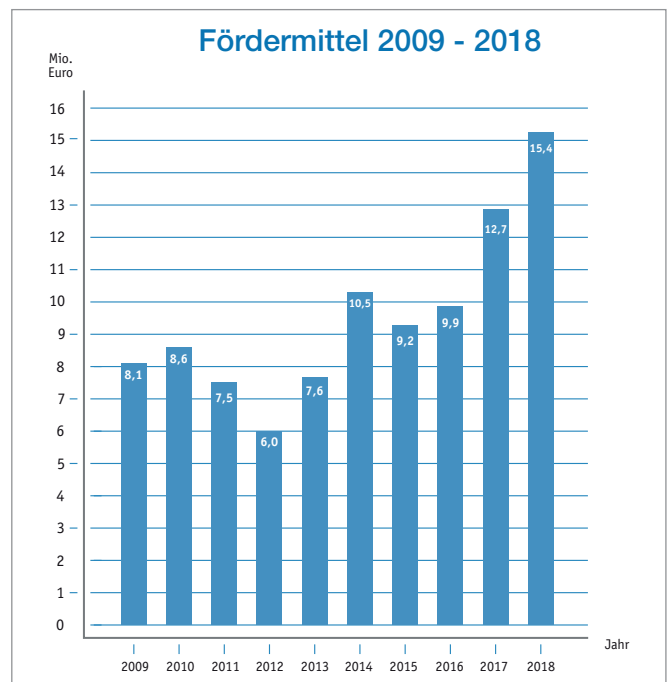


Bild 13

Beteiligung der Institute an Vorhaben und Anträgen 2018 (forschende Mitglieder in der Forschungsvereinigung)

Hochschulinstitute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
01.	Beck					
02.	Bergmann	4	5	2	5	16
03.	Bleck					
04.	Bobzin	1	3		1	5
05.	Bock		1			1
06.	Böhm	7	6	1	5	19
07.	Dilger	6	6	4	7	23
08.	Drummer					
09.	Engelhardt	1	1		1	3
10.	Esderts	1	1			2
11.	Franke	1	1	1		3
12.	Füssel	2	2	2	1	7
13.	Gehde	2	1	2	1	6
14.	Graf	1			1	2
15.	Heim					
16.	Hopmann	0	2	0	0	2
17.	Jüttner	1	4	1	6	12
18.	Keßler			1	1	2
19.	Klassen					
20.	Lampke	2		1	1	4
21.	Lindemann	1				1
22.	Maier	2	2	4	3	11
23.	Mayr	1	1		1	3
24.	Meschut	3	2			5
25.	Michailov				1	1
26.	Moritzer		2			2
27.	Müller					
28.	Münstermann	1			1	2
29.	Niendorf					
30.	Otto	2	2		1	5
31.	Pasternak		1			1
32.	Ploshikhin	1	1			2
33.	Reisgen	11	8	3	7	29
34.	Rudolf					
35.	Rupprecht	1			3	4
36.	Schein	2				2
37.	Schöppner	1	1		1	3
38.	Sextro					
39.	Tillmann	3	1		2	6
40.	Wagner	2	1	1	2	6
41.	Weihe					
42.	Wesling				1	1
43.	Wilde	1		1	1	3
44.	Wilden					
45.	Witt					
46.	Zäh		2		2	4

DVS-Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
47.	Dey					
48.	Jahn	1	2		1	4
49.	Keitel	2	2	1	1	6
50.	Mittelstädt					
51.	Peters					
52.	Pöge				1	1
53.	Rotaru					
54.	Vogelsang				1	1

Fraunhofer-Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
55.	Drossel				1	1
56.	Emmelmann		2			2
57.	Flügge	2	3	1	2	8
58.	Gumbsch	3	2	1	1	7
59.	Hanke	1	1		1	3
60.	Lang		3		2	5
61.	Leyens		1	2	8	11
62.	Mayer	3	6		3	12
63.	Melz				1	1
64.	Michaelis		2		3	5
65.	Müller-Groeling			1		1
66.	Poprawe	3	5		5	13
67.	Reinhart				3	3
68.	Uhlmann	1	2		2	5
69.	Wehrspohn		1			1

Weitere Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
70.	Broeckmann					
71.	Guillon		1		1	2
72.	Hochrein					
73.	Kaierle	2		2	3	7
74.	Kannengießler					
75.	Kaysser					
76.	Könke					
77.	Oechsner	1				1
78.	Polzin					
79.	Reif		1			1
80.	Rethmeier		2			2
81.	Schenke-Layland	1	2		1	4
82.	Schmidt					
83.	Ummenhofer	1	3		2	6
84.	Vollertsen	2	2		5	9
85.	Weltmann	1	1			2

Beteiligung der Institute an Vorhaben und Anträgen 2018 (weitere Forschungseinrichtungen)

Hochschul institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
01.	Altstädt	1				1
02.	Corves	1				1
03.	Diebels	1				1
04.	Fehlbier	1				1
05.	Feldmann	1	1		1	3
06.	Gebhardt		1			1
07.	Gries	1			1	2
08.	Hensel	1				1
09.	Herzog				1	1
10.	Hesselbach	1				1
11.	Hirt	1				1
12.	Jäger		1			1
13.	Kaskel		1			1
14.	Koch		1			1
15.	Kraus	2	1			3
16.	Kräusel	1	1			2
17.	Kuhlenkötter		1			1

Hochschulinststitute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
18.	Kuhlmann		1			1
19.	Kullmer	1				1
20.	Lehmann				1	1
21.	Matzenmiller	1				1
22.	Melz	1	1		1	3
23.	Middendorf		1			1
24.	Müller		1			1
25.	Petry				1	1
26.	Possart	1				1
27.	Rother				1	1
28.	Schneeweiß	1				1
29.	Schröder	1				1
30.	Seim		1			1
31.	Sinzinger		1			1
32.	Steeb				1	1
33.	Vietor			1		1
34.	Vormwald			1	1	2
35.	Walther		2			2
36.	Weis				1	1
37.	Wieneke-Toutaoui				1	1
38.	Woschke				1	1

Fraunhofer-Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
39.	Kasal		1			1
38.	Majschak		1			1
41.	Reuter				1	1

Weitere Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
42.	Berthel			1		1
43.	Dehé			2	1	3
44.	Fleischer		1			1
45.	Heinzel	1				1
46.	Ortlepp				1	1
47.	Schulze		1			1
48.	Weckend	1				1

Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder 2018

Forschungsschwerpunkte

Grundlage für die weitere Diskussion über die Ziele und Inhalte der Forschungsarbeiten ist die fortgeführte Analyse und Auswertung der 164 IGF-Projekte im Berichtsjahr 2018.

Die Analyse und Auswertung der im Berichtszeitraum 2018 administrierten Forschungsprojekte zeigen die **Bilder 14, 15, 16, 17** und **18** (folgende Seite). Die aktuelle und zukünftige Ausrichtung der Forschungsaktivitäten bleiben konstant im Blickfeld in der Forschungsvereinigung.

Fügeverfahren

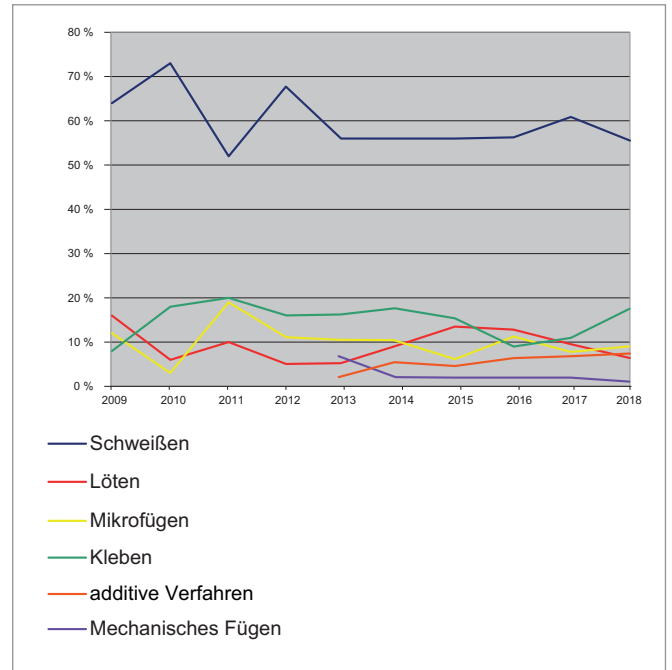


Bild 15

Fügen, Trennen & Beschichten

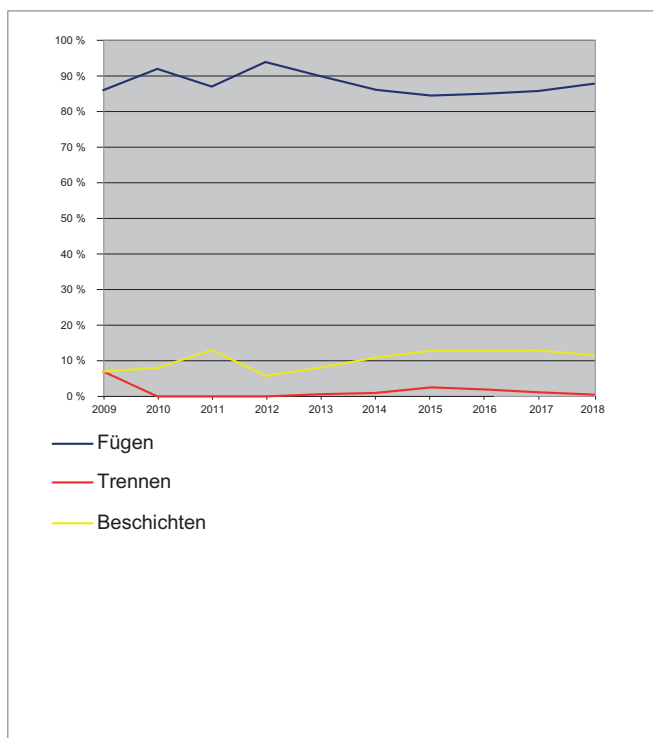


Bild 14

Schweißverfahren

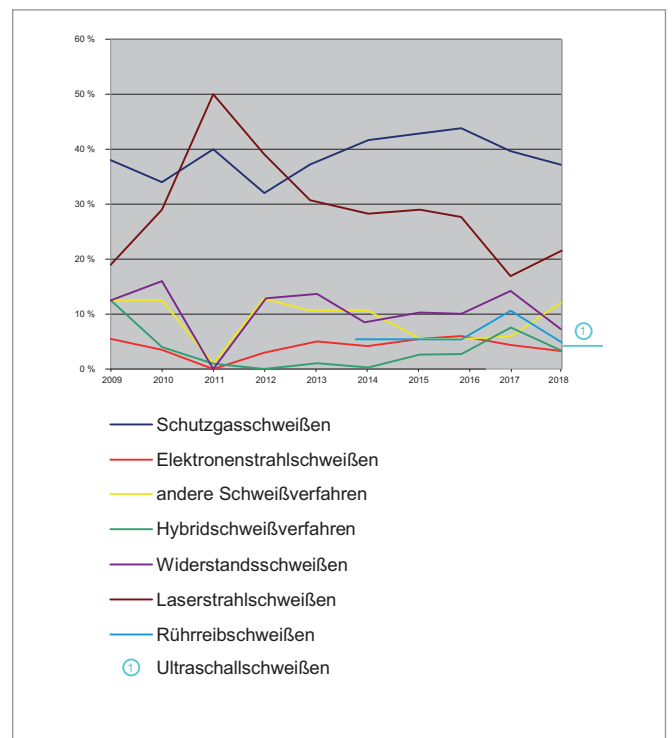


Bild 16

Werkstoffe

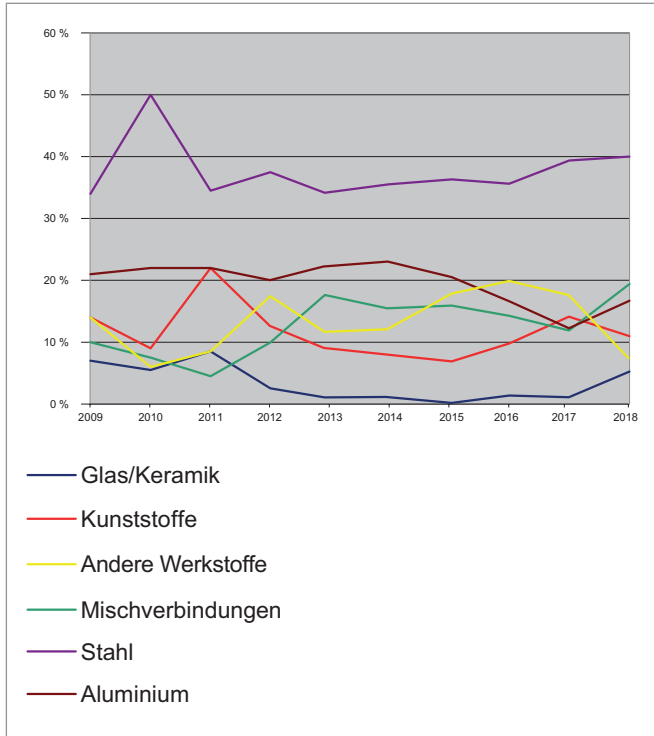


Bild 17

Forschungsfelder

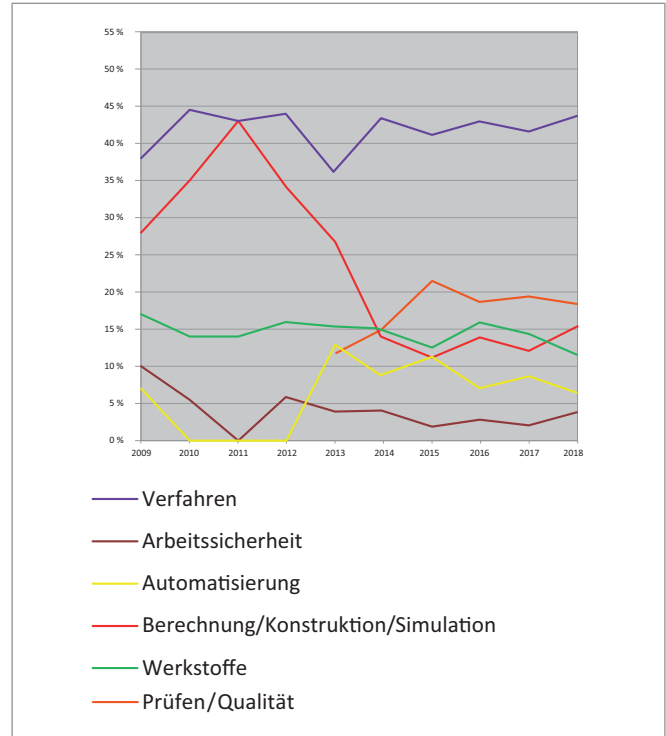


Bild 18

IGF im DVS-Netzwerk

Handelnde Akteure im Netzwerk der fūgetechnischen Gemeinschaftsforschung sind alle Mitglieder der Forschungsvereinigung und des DVS aus Industrie, Handwerk, Kōperschaften und Wissenschaft (Bild 19).

Die reale Umsetzung der Netzwerkaktivitäten spiegelt sich in den Gemeinschaftskolloquien zwischen den Arbeitsgruppen im Ausschuss fūr Technik des DVS und den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung wider, darūber hinaus in verschiedenen Kooperationen mit anderen Forschungsvereinigungen.

Der Erfolg dieses „Networking“ zeigt deutlich: Aus der Zusammenarbeit der Fachleute in den Unternehmen mit den Wissenschaftlern der Forschungseinrichtungen entstehen persōnliche Innovationsnetzwerke, in denen neue Projektideen diskutiert und gemeinsam auf den Weg gebracht werden. Von hohem Wert sind hierbei die zahlreichen Kontakte zu Spezialisten und Unternehmern entlang der Wertschōpfungskette.

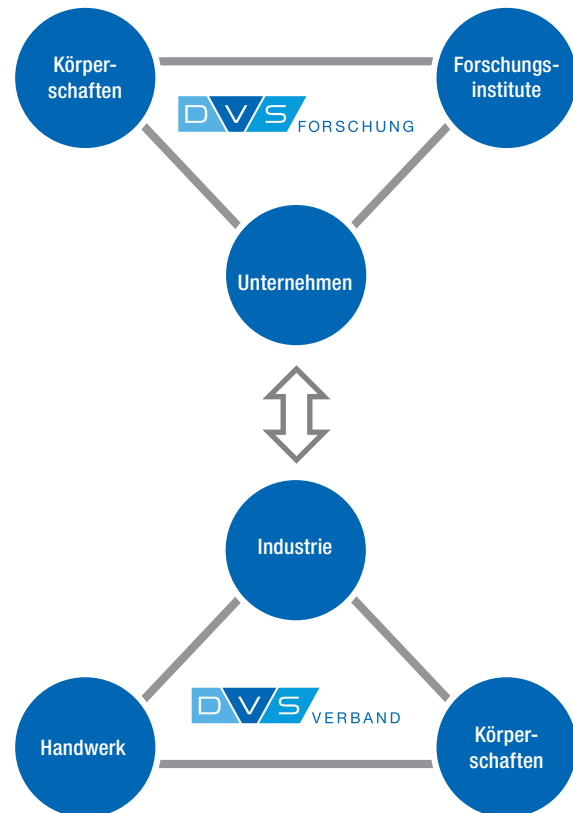


Bild 19: Schlūsselstellung der Industrieunternehmen im DVS-Netzwerk

18. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“



Vom 27. und 28. Februar 2018 fand in Köln das 18. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ mit über 250 Teilnehmern (**Bild 20**) statt.

Veranstalter des Kolloquiums, das als AIF-Anwenderforum durchgeführt wird, waren die DECHEMA - Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie, die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, die Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) und der Internationale Verein für Technische Holzfragen (IVTH). Alle Veranstalter sind Mitglieder der AIF und bilden seit 2005 den Gemeinschaftsausschuss Klebtechnik (GAK), dessen Industriemitglieder branchenübergreifend über Forschungsanträge insbesondere im Rahmen der Industriel- len Gemeinschaftsforschung (IGF) beraten.



Bild 20: Teilnehmer des Kolloquiums

In diesem Jahr trafen sich Klebstoffentwickler, -hersteller und Anwender aus Industrie und Forschung zu den Schwerpunktthemen im Bereich Qualitätssicherung, Simulation, Fertigung im Fahrzeug-, Holz- und Stahlbau, Medizintechnik und Oberflächenbehandlung. Ergebnisse aus der gesamten Bandbreite der klebtechnischen Gemeinschaftsforschung wurden vorgestellt. In Plenarvorträgen wurden aktuelle Themen wie die derzeit stark im öffentlichen Interesse stehende „Elektromobilität“ und das Bauprojekt von Stuttgart 21 diskutiert.



Bild 21: Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck, Geschäftsführer der Forschungsvereinigung des DVS



Bild 22: Ass. jur. Marcus Kubanek, Referent in der Forschungsvereinigung des DVS, bei seinem Vortrag

Eröffnet wurde das Kolloquium von Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck, Geschäftsführer der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, der in seinem Vortrag einen Einblick in aktuelle Wirtschaftszahlen der Füge- und Klebtechnik gab (**Bild 21**). Das Grußwort hielt Ministerialdirigent Dr. Ole Janssen, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin.

Unter dem Titel „Klebtechnische Fertigung in der Praxis – Verantwortung von Herstellern und Anwendern“ stellte Ass. jur. Marcus Kubanek, DVS, (**Bild 22**) die wichtige Schlüsselrolle der IGF bei der Gestaltung von Standards und Normen vor.

Wichtige Ergebnisse aus IGF-Klebtechnikprojekten haben unmittelbaren Zugang in anerkannte klebtechnische Regelwerke gefunden. Die IGF prägt nachhaltig anerkannte klebtechnische Normen und DVS-Standards für Handwerk, Industrie und Wissenschaft in den Bereichen Ausbildung, Qualitätssicherung und der Festlegung von klebtechnischen Prozessschritten in der Fertigung.

Auch in diesem Jahr förderten wieder alle vier Forschungsvereinigungen den klebtechnischen Nachwuchs. Zwanzig ausgewählte Studierende (**Bild 23**) nahmen kostenlos am Kolloquium teil.

Das 19. Kolloquium fand am 12. und 13. Februar 2019 in Köln, Maternushaus statt. Das 20. Kolloquium ist geplant für den 3. und 4. März 2020 in Köln.



Bild 23: Vertreter der vier Forschungsvereinigungen mit geförderten Studierenden

Kolloquium „Lichtbogenphysik“ 2018

Die Arbeitsgruppe V2.8 „Lichtbogenphysik“ führt jährlich das Kolloquium „Lichtbogenphysik“ durch. Das Lichtbogenkolloquium fand am 14. März 2018 in GSI-Niederlassung SLV Duisburg statt und hatte zum Schwerpunkt das Thema „Prozessüberwachung“. Berichterstattungen aus abgeschlossenen Forschungsvorhaben und Vorstellungen von Erkenntnissen aus Projekten zu grundlegenden Themen wie lichtbogenbasierte Additive Fertigung und Prozesssimulationen beim MSG-Schweißen informierten die interessierten Zuhörer.

Auch Gerätehersteller und Anwender präsentieren neue Entwicklungen und Umsetzungen der Forschungsergebnisse. Darüber hinaus bietet das Kolloquium die Gelegenheit, zu einer jährlich ausgewählten Themenstellung neueste Ergebnisse der Forschungseinrichtungen zu diskutieren und gemeinsam weiteren Forschungsbedarf herauszuarbeiten.

Das letzte Kolloquium fand am 12. März 2019 statt.

Thematische Schwerpunkte: Neue Erkenntnisse zum MSG-Lichtbogen; Mechanisch-technologische Eigenschaften von additiv gefertigten Strukturen, Schweißrauchemissionen (Fokus: Mangan) beim Schweißen.

Forschungskolloquium des Fachausschusses 6 „Strahlverfahren“

Vom 11. bis zum 12. September 2018 fanden die Sitzungen des Fachausschusses 6 „Strahlverfahren“ und ein dazugehöriges Forschungskolloquium am Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik der RWTH Aachen statt. Teilgenommen hatten über fünfzig Vertreter aus der Industrie und Forschung. Die Veranstaltungen umfassten die Präsentation aktueller Themen zu den Strahlverfahren und insgesamt drei Abschlussberichte zu IGF-Projekten und zu einem CORNET-Projekt.

Berichteband „Laser- und Elektronenstrahlschweißen von Aluminiumwerkstoffen“

Vorgelegt wurde im Rahmen der Veranstaltung der DVS Berichte Band 347 „Laser- und Elektronenstrahlschweißen von Aluminiumwerkstoffen“ (Bild 24), der im Juni 2018 veröffentlicht wurde und eine Zusammenstellung der Ergebnisse von sieben Forschungsvorhaben enthält. Der Band steht den Mitgliedern der Forschungsvereinigung kostenlos auf der Internetseite des FA 6 zum Download zur Verfügung und kann auch über die DVS Media GmbH erworben werden.



Quelle: DVS Media GmbH

Bild 24: DVS Berichte, Band 347 „Laser- und Elektronenstrahlschweißen von Aluminiumwerkstoffen“

Aus dem Vorwort des Bandes:

„Während sich Aluminium durch die in der DIN 8580 „Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung“ aufgeführten schaffenden, beibehaltenden und verminderten Verfahren problemlos verarbeiten lässt, zeigen sich bei den der Gruppe der vermehrenden Verfahren zuzuordnenden Fügeverfahren wie Strahlschweißverfahren besondere Herausforderungen. Insbesondere die technisch interessanten aushärtbaren Aluminiumlegierungen weisen typischerweise eine hohe Heirissempfindlichkeit beim Einsatz vom automatisierbaren und hocheffizienten Strahlschweißverfahren auf. Allgemeingültige Lösungen für dieses Problem wurden (abgesehen von einigen fallspezifischen Lösungsansätzen) bis heute nicht gefunden.“

Gleichwohl besteht ein hoher Bedarf für eine fgetechnische Lösung, die eine noch effizientere Nutzung dieser Werkstoffe für unzählig industrielle Anwendungen ermöglichen würde. Verschiedene Herausforderungen aus den Teilbereichen Metallurgie, Technologie, Konstruktion und Berechnung wurden definiert und entsprechende Lösungsansätze entwickelt. Daraus resultierend konnten in den Jahren 2011 bis 2016 insgesamt 7 Forschungsvorhaben zu dem Thema gefördert werden. Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben werden in dieser Publikation zusammengefasst.“

Die Ergebnisse aus dem IGF-Vorhaben DVS 06.102 / IGF 18.840 N „Einfluss der Schwankungen von Kathodeneigenschaften auf die Strahlqualität und das Schweißergebnis beim Elektronenstrahlschweißen“ werden in der AG V9.1 „Elektronenstrahlschweißen“ in ein DVS-Merkblatt überführt.

Messe Rapid.Tech + FabCon 3.D. 2018

Auf der Rapid.Tech + FabCon 3.D., die vom 5. bis 7. Juni 2018 in Erfurt stattfand, informierten der DVS und die Forschungsvereinigung mit einem Messestand (Bilder 25 und 26) und einem Vortrag zur Entwicklung eines neuen europäischen Ausbildungskonzeptes in der additiven Fertigung. 208 Aussteller aus 14 Ländern gestalteten auch die 15. Ausgabe der Internationalen Messe und Konferenz für die rund 5.000 Messebesucher zu einem besonderen Erlebnis.



Bild 25: DVS-Stand auf der Rapid.Tech + FabCon 3.D

Marvin Keinert, M.Sc., Referent im DVS, stellte das EU-Projekt „CLLAIM – Creating KnowLedge and SkillS in Additive Manufacturing“ vor, das europäisch anerkannte Ausbildungskonzepte für den European Metal AM Operator, AM Supervisor, AM Designer und AM Inspector zum Gegenstand hat.

Darüber hinaus wurden die Forschungsaktivitäten des Fachausschusses 13 „Additive Fertigung“ beschrieben, die sich mit den Forschungsfeldern der additiven Fertigung von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen unter Berücksichtigung der gesamten Prozesskette beschäftigen, eingeschlossen die Vor- und Nachbehandlung.

Auf dem Messestand informierten der DVS und die Forschungsvereinigung unter anderem zum Thema „Qualifizierung von Personal in der Additiven Fertigung“. Nach wie vor ist eine allgemein anerkannte Aus- und Weiterbildung in vielen Bereichen der AM-Technologie noch nicht am Markt etabliert.

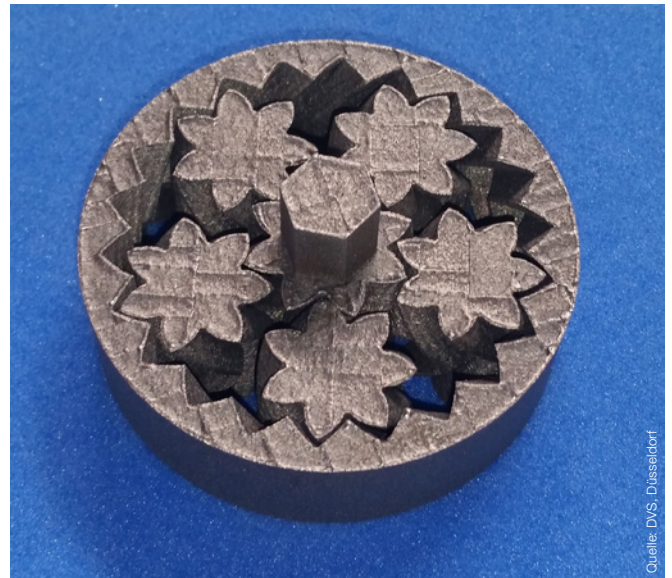


Bild 26: Funktionsbauteil (Planetengetriebe) am Stand des ifw Jena

Vorge stellt wurden fünf DVS-zugelassene Bildungseinrichtungen, die eine fundierte Ausbildung zur Fachkraft für Additive Fertigungsverfahren in den Fachrichtungen Kunststoff und/oder Metall anbieten:

- ifw Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH in Jena (ifw Jena)
- Institut für werkzeuglose Fertigung IwF GmbH in Aachen
- SLV Mecklenburg-Vorpommern GmbH in Rostock
- GSI SLV Hannover in Kooperation mit der LZH Laser Akademie GmbH in Hannover
- Kunststoff Zentrum SKZ – KFE gGmbH in Würzburg

Diese Bildungseinrichtungen bieten einen DVS-Wochenlehrgang an, welcher mit einer Teilnahmebescheinigung oder mit einem Zeugnis abschließt. Informationen zu den Bildungseinrichtungen gibt es unter: www.dvs-bildungseinrichtungen.de

DVS und Forschungsvereinigung verdeutlichten am Messestand ihre Aktivitäten im Bereich der Additiven Fertigung ebenfalls mit verschiedenen Medien wie dem DVS-Magazin, das in seiner aktuellen Ausgabe die Additive Fertigung im Titelthema „Eine Frage der Schichtweise“ dem interessierten Leser näher bringt und der Studie „Grundlegende wissenschaftliche Konzepterstellung zu bestehenden Herausforderungen und Perspektiven für die Additive Fertigung mit Lichtbogen“.

Die nächste Rapid.Tech + FabCon 3.D findet vom 25. bis 27. Juni 2019 erneut in Erfurt statt.

Gemeinschaftskolloquium AG V3 / FA 4 „Widerstandsschweißen“

Der Fachausschuss 4 „Widerstandsschweißen“ führt in Kooperation mit der DVS-Arbeitsgruppe AG V3 „Widerstandsschweißen“ jährlich ein Gemeinschaftskolloquium durch. Am 26. November 2018 wurde die Fachwelt in das DVS-Haus in Düsseldorf eingeladen. Im Mittelpunkt des Kolloquiums standen die Diskussion über aktuelle Forschungsergebnisse, die Evaluierung abgeschlossener Projekte sowie aktuelle Informationen aus dem Ausschuss für Technik.

Beispielhaft neben den anderen laufenden Forschungsvorhaben wurde über den aktuellen Bearbeitungsstand des Projekts „Buckelschweißen von Aluminiumlegierungen mittels Kondensatorentladungsschweißen mit veränderlicher Kraft und kraftgesteuertem Auslösen der Entladung“ (DVS 04.075/ IGF 19.899 B) berichtet. Die Ergebnisse können von Anlagenherstellern, Anwendern und Dienstleistern direkt genutzt werden. Anwender und Anlagenhersteller werden durch das verbesserte Verständnis der KE-Schweißprozesse unmittelbar und ohne hohe Investitionskosten in die Lage versetzt, das KE-Buckelschweißen von Aluminium zu bewerten und auszuführen (Einsparung aufwändiger Vorversuche) und die erforderliche Methode festzulegen. Insbesondere kleinere und mittelständische Unternehmen können somit beträchtliche Investitionskosten sparen.

Aber auch Transfermaßnahmen wie die Überführung von Forschungsergebnissen in das DVS-Regelwerk wurden vorgestellt. Der Vorsitzende der AG V3, Ralf Bothfeld (Harms und Wende GmbH & Co KG), stellte die umfangreichen Aktivitäten aus den verschiedenen Arbeitsgruppen vor.

Darüber hinaus wurde über den Planungsstand der nächsten Tagung „Widerstandsschweißen“ am 22. und 23. Mai 2019 in Duisburg informiert.

Ralf Bothfeld berichtete auch über die Broschürenreihe IM FOKUS, zum Thema „Widerstandsschweißen“: Das Heft informiert über Kontakte und Ansprechpartner und zeigt auf, wie aus der Innenverknüpfung von Forschung, Technik und Bildung im DVS nicht nur die jeweilige Branche und die Mitarbeiter in den Unternehmen, sondern auch der gesamte Wirtschaftsstandort profitieren.

Das nächste AG V3/FA 4-Kolloquium findet am 26. November 2019 im DVS-Haus in Düsseldorf statt.

8. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik“



Das 8. Gemeinschaftskolloquium „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik“, fand vom 4. bis zum 5. Dezember 2018 statt. Zum dritten Mal trat als Gastgeber das Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik auf. Über 120 Teilnehmer fanden sich im Schützenhof (Bild 27) in Paderborn ein, um aktuelle Lösungen aus der Verfahrensentwicklung, zur numerischen Simulation der mechanischen Fügeprozesse und zum Leichtbau zu erfahren (Bild 28).



Bild 27: Teilnehmer der Veranstaltung im Vortragssaal des Schützenhofes



Bild 28: Foyerbereich (Vortragssaal) mit Tabletop-Ausstellung: Fachausstellung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen

Seit 2011 treten die AiF-Mitgliedsvereinigungen Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB), die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS und die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) jährlich an, um in einem gemeinsamen Kolloquium die neuesten Entwicklungen der Mechanischen Fügetechnik in Forschung und Industrie der Fachwelt zu präsentieren (Bild 29).

Eröffnet wurde die diesjährige Veranstaltung vom Geschäftsführer der Forschungsvereinigung des DVS, Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck. Das Grußwort entrichtete Dr.-Ing. Thomas Kathöfer, Hauptgeschäftsführer der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke e.V. (AiF).



Bild 29: v.l.n.r.: Veranstalter Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck, (DVS-FV), Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut, Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF), Universität Paderborn, Dr.-Ing. Thomas Kathöfer, AiF, Dr.-Ing. Norbert Wellmann (EFB), Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland (FOSTA)

Als Vertreter aus der Politik war Dr. Carsten Linnemann eingeladen, der in seinem Übersichtsvortrag zum „Wirtschaftsstandort Deutschland – Worauf es heute und morgen ankommt“ referierte (**Bild 30**).



Bild 30: Dr. Carsten Linnemann, MdB, Vorsitzender der Mittelstands- und Wirtschaftsvereinigung (MIT) der CDU/CSU und Stellvertretender Vorsitzender der CDU/CSU-Bundstagsfraktion



Bild 31: Robert Heggemann, Heggemann AG, bei seinem Vortrag

Ein weiterer Übersichtsvortrag wurde von Robert Heggemann, Vorsitzender des Aufsichtsrats der Heggemann AG, präsentiert (**Bild 31**). In seinem Vortrag „Innovationsmotor Mittelstand – Herausforderungen und Chancen der KMU-Forschungsförderung“ zeigte Robert Heggemann, welche Möglichkeiten zur Entdeckung neuer Innovationspotenziale die enge Kooperation zwischen den Unternehmen des Mittelstandes und der Industriellen Gemeinschaftsforschung bietet. Der Vortrag war zugleich Anregung und Kritik an die Politik, dieses Potenzial der Anwendungsforschung noch stärker zu nutzen und zu fördern.



Bild 32: Gruppe der geförderten Studierenden

Auch in diesem Jahr kamen ausgewählte Studierende in den Genuss der Nachwuchsförderung (**Bild 32**) durch die beteiligten Forschungsvereinigungen und Sponsoren, indem sie kostenlos am Kolloquium teilnehmen konnten.

Im Vortragsfoyer hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, die dort ausgestellte Rohkarosserie eines Bentley Continental GT (**Bild 33**) in Augenschein zu nehmen und moderne mechanische Fügetechnik in der Anwendung im Fahrzeugbau zu studieren.

Das 9. Kolloquium findet am 3. und 4. Dezember 2019 in Kooperation mit dem IWF und dem ifs der TU Braunschweig statt.



Bild 33: Moderne mechanische Fügetechnik im Fahrzeugbau

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

Das Kolloquium fand am 4. Dezember 2018 am Institut für Produktionstechnik und Logistik, Fachgebiet für Trennende und Fügende Fertigungsverfahren, Abteilung Schweißtechnik, Universität Kassel, statt.

Im Mittelpunkt der Veranstaltung stand die Berichterstattung über die folgende IGF-Forschungsvorhaben:

- **Methodenentwicklung zur quantitativen Bewertung und Vorhersage der Alterung von Klebungen unter [Hoch-]Temperatur-Belastung**
(10.085 / 18.879 N)
Lang, Fraunhofer-Gesellschaft e.V. Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin
Mayer, Fraunhofer-Gesellschaft e.V. Fraunhofer-Institut f. Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung IFAM, Bremen
Beginn: 01.01.2017; Laufzeitende: 31.12.2018
- **InduBond: Erarbeitung einer induktiven Füge-technologie zum Bonden von mikroelektromechanischen Systemen (MEMS)**
(10.094 / 18.989 B)
Otto, Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Elektro- und Informationstechnik, Professur für Mikrotechnologien ZfM
Kräusel, Technische Universität Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Beginn: 01.01.2016; Laufzeitende: 30.06.2018; Verlängerung: 31.12.2018
- **Hermetisches Fügen von MEMS-basierten Bauelementen mithilfe von reaktiven Multischichtsystemen (RMS)**
(10.093 / 19.069 B (DVS / HSG))
Leyens, Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden
Dehé, Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V., Institut für Mikro- und Informationstechnik, Villingen-Schwenningen
Beginn: 01.03.2016; Laufzeitende: 31.08.2018; Verlängerung: 30.11.2018

Darüber hinaus wurde kurz über Aktivitäten in den Arbeitsgruppen berichtet und über Vorschläge aus der Strategiediskussion in der Forschungsvereinigung diskutiert.

Das nächste FA 10 / AG V6.2 / AG A2-Kolloquium wird am 3. Dezember 2019 in Berlin stattfinden.

Forschungsseminar „Die Zukunft des Lötens: Herausforderungen und Chancen für die Löttechnik“ der Fachgesellschaft „Löten“ im DVS

Am 5. und 6. November 2018 wurde auf Initiative der Fachgesellschaft „Löten“ im DVS bei der Siemens AG in Berlin ein Forschungsseminar angeboten, um sich intensiv mit der Zukunft des Lötens zu beschäftigen.

Carl-Ernst Forchert (**Bild 34**), i-vector Innovationsmanagement GmbH, hatte in Vorgesprächen mit Instituts- und Industrievertretern das Seminar vorbereitet und führte durch die Veranstaltung, die bei den Teilnehmern zu einer durchweg positiven Resonanz führte.



Bild 34: Carl-Ernst Forchert von i-vector führte durch die Veranstaltung.

Workshops zu einzelnen Themenfeldern wie Lötverfahren, Lotmaterial, Anlagentechnik und Analytik führten die Experten der Hart- und Weichlötechnik zusammen, um zukünftige Forschungsschwerpunkte für die Fachausschüsse 7 „Löten“ und 10 „Mikroverbindungstechnik“ zu erarbeiten (**Bild 35**). Die Ergebnisse wurden aufgearbeitet und die Dokumentation an alle Teilnehmer und die Mitglieder der Fachgesellschaft „Löten“ verteilt.

Im Nachgang wurde noch eine Online-Umfrage durchgeführt. Die Fachausschüsse sind aufgerufen, die Ergebnisse des Seminars und der Umfrage in den nächsten Sitzungen zu diskutieren.

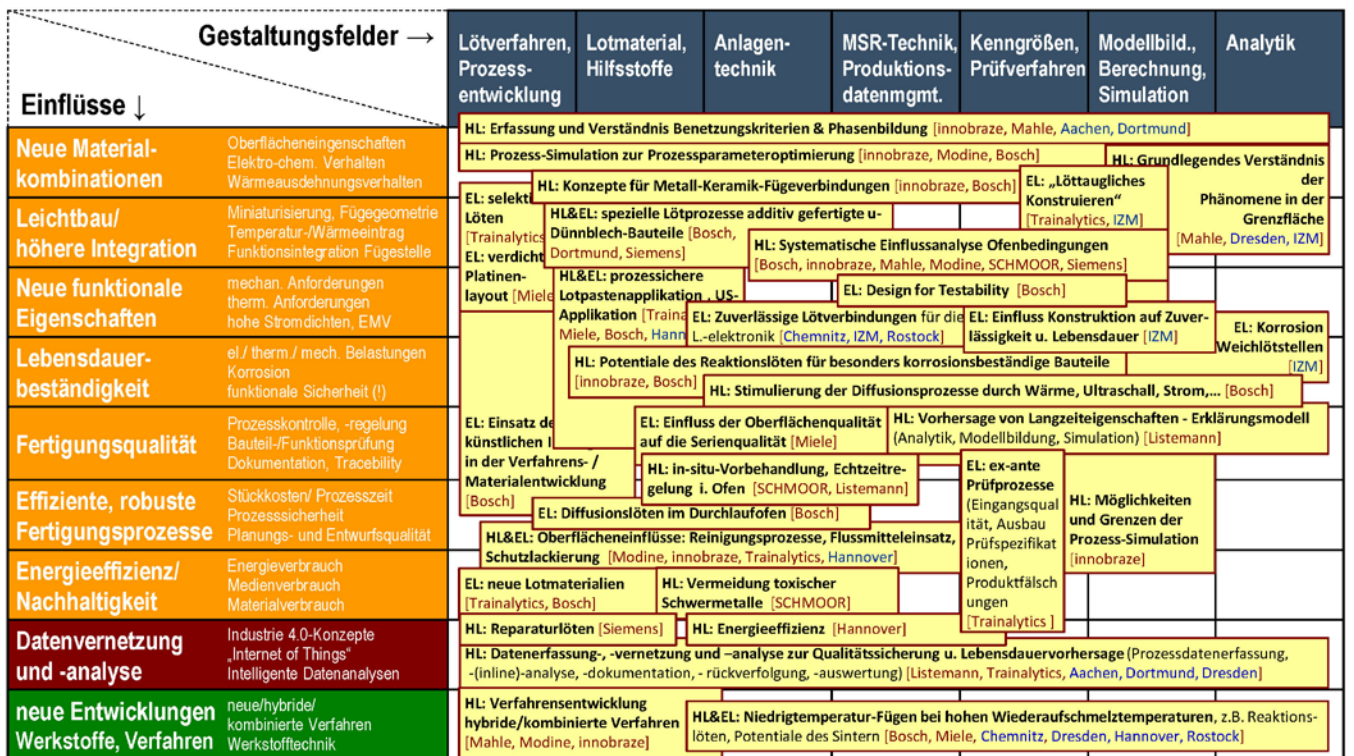


Bild 35: Ein ganzes Netz an Themen wurde von den Experten der Hart- und Weichlöttechnik identifiziert und diskutiert.

Elektronische Baugruppen und Leiterplatten – EBL 2018

9. DVS/GMM-Tagung

Unter dem Motto „Multifunktionale Aufbau- und Verbindungstechnik – Beherrschung der Vielfalt“ bot die 9. DVS/GMM-Tagung am 20. und 21. Februar 2018 in Fellbach über 50 Fachbeiträge. Mit 220 Teilnehmern und 24 Tabletop-Ausstellern war das Interesse noch größer als bei der letzten EBL im Jahr 2016. Mit einem Blick auf die Evolution des Chip-Packaging eröffnete Klaus-Dieter Lang die vom DVS und der GMM veranstaltete Tagung: Die Entwicklung geht zu immer größeren Anschlusszahlen, organischen Interposern und anwendungsspezifischen Packages. Diese werden mittels Wafer Level Packaging (WLP) bzw. Panel Level Packaging (PLP) als FPGA realisiert. Bis 2020, so wird erwartet, soll sich der PLP-Anteil auf 55 % erhöhen und die L/S-Strukturen auf den Interposern im und unter dem Mikrometerbereich liegen. Hierfür sind „alte“ SMT-Linien für kleinere Formate verfügbar, die z. B. für die TV-Produktion aufgrund der großen Formate nicht mehr passen. Die Lücke zwischen WLP und PLP kann mittels Embedding geschlossen werden.

Erstmals EBL-Preis für Nachwuchsforscher

Eine Besonderheit der diesjährigen Tagung stellte der erstmals ausgelobte Nachwuchsforscher-Preis dar. In Kurzvorträgen stellten junge Wissenschaftler ihre Beiträge vor. Am Ende konnte sich Felix Fischer, Bachelor und Master an der HTW Berlin sowie

studentische Hilfskraft am Fraunhofer IZM, mit seinem Vortrag »Alterungsphänomene beim Al-Drahtbonden mit semiautokatalytisch abgeschiedenem Gold auf chemischen Ni-Schichten« durchsetzen. Professor Mathias Nowotnick, Vorsitzender der Nachwuchs-Jury, überreichte ihm den ersten EBL-Preis für Nachwuchsforscher (Bild 36).

Die von Professor Martin Schneider-Ramelow, Fraunhofer IZM, moderierte Sitzung traf auf hohe Resonanz und wird deshalb als ständiger Programmpunkt in künftigen EBL-Tagungen aufgenommen.



Bild 36: Professor Mathias Nowotnick (links) als Vorsitzender der Nachwuchs-Jury überreicht Felix Fischer die Auszeichnung

71. IIW Annual Assembly & International Conference auf Bali, Indonesien 2018

Das International Institute of Welding (IIW) begrüßte 25 DVS-IIW Young Professionals zu seiner 71. IIW Annual Assembly & International Conference auf Bali, Indonesien (Bild 37). Dank zahlender Sponsoren konnten die angehenden Ingenieure und Wissenschaftler die Veranstaltung vom 15. bis 20. Juli besuchen. Die DVS-IIW Young Professionals hörten Vorträge und knüpften Kontakte zu anderen Young Professionals und Experten aus aller Welt. Ein Höhepunkt für jeden DVS-IIW Young Professional war die Herausforderung, einen eigenen Vortrag vor dem internationalen Publikum in einer der 23 technischen Arbeitsgruppen zu halten.

Beim Treffen der deutschen Delegation waren die jungen Teilnehmer aufgefordert, sich aktiv beim Workshop „Erwartungen an den Verband von Young Professionals“ einzubringen. Was erwarten Studierende und Young Professionals von einem technisch-wissenschaftlichen Verband? Mit den Antworten möchte der DVS seine Nachwuchsarbeit noch weiter intensivieren.

Sebastian Matthes, M.Sc., Günter-Köhler-Institut für Füge-technik und Werkstoffprüfung GmbH, ifw Jena, führte als Moderator des Workshops durch die lebhaften Diskussionen. Als Ergebnis wurde festgehalten, dass der DVS bei jungen Menschen in der beruflichen Ausbildung noch bekannter werden und die „Nachwuchsgewinnung“ direkt an den Universitäten und Hochschulen beginnen muss. Einen Vorschlag, um die Bindung an den DVS zu stärken, sahen die DVS-IIW Young Professionals in der finanziell geförderten Teilnahme an Kongressen und Fachtagungen. Diese Möglichkeit sollten noch mehr Studierende als bisher erhalten.

Die zukünftigen Ingenieure wünschten sich auch eine umfangreiche Veröffentlichung von Forschungsvorhaben der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS, um so die Sichtbarkeit der Forschungsaktivitäten in der Öffentlichkeit zu erhöhen und zugleich das Innovationspotenzial der Forschungsvereinigung zu verdeutlichen.

Für die DVS-IIW Young Professionals stellte die Förderung durch den DVS eine gewinnbringende Maßnahme für den weiteren Karriereweg dar. So konnte Paul Diekhoff, M.Sc., Institut für Füge- und Schweißtechnik (ifs) der Technischen Universität Braunschweig, seinen Vortrag „Investigation on fatigue strength of cut edges of high strength steels (S355M, S690Q)“ in der Commission XIII „Fatigue of Welded Components and Structures“ präsentieren. Der Vortrag bezog sich direkt auf die Ergebnisse aus dem IGF-Forschungsvorhaben „Bedeutung der Qualitätsmerkmale freier Schnittkanten nach DIN EN 1090 für deren Schwingfestigkeit unter Berücksichtigung von Eigenstressungen“ (DVS 09.074, IGF 8.789N).

Aus dem Institut für Schweißtechnik und Füge-technik (ISF) der RWTH Aachen University hielt Isabel Balz, M.Eng. ihren Vortrag mit dem Thema „Analysis of thermo-mechanical mechanism during ultrasonic welding of battery tabs using high-speed camera“ in der Commission III „Resistance Welding, Solid State Welding and Allied Joining Processes“ und reichte diesen zur Veröffentlichung in „Welding in the World“ ein.

Auf diese Weise werden die Aktivitäten der Forschungsvereinigung des DVS und die Ergebnisse der fuge-technischen Gemeinschaftsforschung kontinuierlich auch auf internationaler Ebene bekannter gemacht.



Bild 37: DVS-IIW Young Professionals 2018

Forschungskooperationen

EU-Projekt im Erasmus+ Programm: CCLAIM Creating KnowLedge and SkillS in Additive Manufacturing



Am 1. Januar 2018 startete das EU-Projekt „CCLAIM“ im europäischen Förderprogramm Erasmus+. CCLAIM steht für „Creating KnowLedge and SkillS in Additive Manufacturing“ und ist eine Ausbildungsinitiative, in deren Verlauf eine europäische AM-Qualifikationsstelle geschaffen und ein europäisch harmonisiertes Berufsqualifikationssystem für die additive Fertigung etabliert werden sollen. Auf Initiative der Forschungsvereinigung ist der DVS als aktiver Partner im Lenkungsgremium mit der Aufgabe beteiligt, die Qualitätssicherung des Projektes und seiner Abläufe durchzuführen.

Partner des Projektkonsortiums sind:

- DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.,
- CESOL, Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión (Projektkoordinator),
- EWF – European Federation for Welding, Joining and Cutting,
- Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV,
- LZH Laser Akademie GmbH,
- Lloyd's Register,
- TWI – The Welding Institute,
- Fundación Prodintec

Erklärtes Projektziel ist, während einer Laufzeit von drei Jahren ein abgestuftes Ausbildungskonzept zu entwickeln und die einzelnen Ausbildungskonzepte dem jeweiligen Level des EQF (European Qualifications Framework) zuzuordnen, um eine europäische Anerkennung der Abschlüsse zu gewährleisten (**Bild 38**).

Der Bedarf für eine europaweit geregelte Ausbildung im Additive Manufacturing für die Qualifikationsniveaus European Metal AM Engineer (EQF Level 6), AM Operator (EQF Level 4), AM Supervisor (EQF Level 5), AM Designer (EQF Level 6) und AM Inspector (EQF Level 4) mit laser- oder lichtbogenbasierten additiven Fertigungsverfahren wurde bereits durch eine europäische Umfrage bestätigt.



Bild 38: CCLAIM - Projektergebnisse im AM-Qualifizierungssystem auf europäischer, nationaler und regionaler Ebene

Ausblick und nächste Schritte

Für 2019 ist geplant, die Aktivitäten im Arbeitspaket 6 (WP 6) „Implementation and Testing at National Level“ zu intensivieren. Zunächst wird ein Kurs „Train the Trainer“ im September 2019 vom TWI (The Welding Institute) in Großbritannien durchgeführt, um das Lehrpersonal für die europäischen Ausbildungskonzepte zu schulen.

Anschließend werden bis zum Juni 2020 die Lehrgänge zum AM Operator, AM Inspector, AM Designer und AM Specialist als Pilotprojekte in den CCLAIM-Partnerländern Spanien, Großbritannien und Deutschland angeboten und testweise durchgeführt.

Dieses Projekt wird mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert.

Forschungsinitiative „Erfolgreiche Energiewende durch zukunftsweisende f\"ugetechnische Innovationen f\"ur die Windenergie“



Am 14. Februar 2018 trafen sich in der GSI mbH Niederlassung SLV Duisburg \"uber 70 Fachleute aus Wirtschaft und Wissenschaft, um die Forschungsinitiative „Erfolgreiche Energiewende durch zukunftsweisende f\"ugetechnische Innovationen f\"ur die Windenergie“ mit Forschungsvorhaben zu konkretisieren.

Die Forschungsinitiative wird unterst\"utzt von der Forschungsvereinigung Schwei\"en und verwandte Verfahren e.V. des DVS, der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. und dem CMT – Center of Maritime Technologies e.V. Ausgangspunkt f\"ur die Forschungsinitiative war die DVS-Studie „Situation der F\"ugetechnik im Windenergieanlagenbau“.

Ziel war es, auf Basis der Studienergebnisse individuelle Bereiche der Wertsch\"opfungskette zu identifizieren, an denen \"uber eine optimierte F\"ugetechnik effektive und unmittelbare und vor allem auch mittelbare Kostenoptimierungen m\"oglich sind. \"Uber die Studienergebnisse wurden Forschungsschwerpunkte definiert, die im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung \"uber die AiF-Forschungsallianz „Energiewende“ umgesetzt werden sollten. Hierf\"ur m\"ussen die IGF-Projekte eine Energiewenderelevanz aufweisen, die den Vorgaben aus dem 6. Energieforschungsprogramm entsprechen.

Im Fokus standen dabei die Themen:

- Erh\"ohung der Produktivit\"at (Fertigungsprozesse und Pr\"ufverfahren)
- Gewichtsreduzierung von Komponenten (z. B. Einsatz neuer Werkstoffe oder h\"oherfester St\"ahle)
- Erm\"udungsbeanspruchte Verbindungen (z. B. Konstruktionsrichtlinien, Substrukturkonzepte)

Ein Aufruf zur Einreichung von Projektskizzen endete am 30. November 2017. Insgesamt wurden zum Stichtag 20 Projektskizzen eingereicht. Von den Industrievertretern wurden hiervon sieben Projektskizzen priorisiert und zur Antragsausarbeitung empfohlen. Bis zur Drucklegung dieses Gesch\"aftsbereichs lagen hiervon lediglich drei Antr\"age bewilligungsf\"ahig begutachtet vor. Das weitere Vorgehen der Forschungsinitiative in 2019 bleibt abzuwarten.



Forschungsvorhaben der Forschungsvereinigung im CORNET-Programm 2018

2018 befanden sich unter der Administration der Forschungsvereinigung zwei CORNET-Projekte in der laufenden Bearbeitung, in zwei weiteren Projekten wurde die Arbeit aufgenommen.

ClusterMat - Powder production of iron-based high-performance materials for generative manufacturing processes

(IGF-Nr. 00.229 EBR / DVS-Nr. 02.3063)

Laufzeit: 1. Juni 2018 - 31. Mai 2020

Fachausschuss 2 „Thermische Beschichtungsverfahren und Autogentechnik“

Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
TU Chemnitz, WOT – Professur Werkstoff- und Oberfl\"achentechnik	Forschungseinrichtung	Deutschland
Wroclaw University of Science and Technology	Forschungseinrichtung	Polen
Forschungsvereinigung Schwei\"en und verwandte Verfahren e.V. des DVS	KMU-Forschungsverband	Deutschland
Fundacja Wspierania Nanonauk i Nanotechnologii - NANONET	Koordinator /KMU-Forschungsverband	Polen

Projektziel und L\"osungsweg

Das Forschungsvorhaben setzt sich mit der pulvermetallurgischen Herstellung (TU Chemnitz) und der Verarbeitung eisenbasierter metallischer Gl\"aser bzw. Clustermaterialien in additiven Fertigungsverfahren (TU Wroclaw) auseinander. Das Forschungsziel des Vorhabens besteht in der Entwicklung kosteng\"unstiger, eisenbasierter Werkstoffsysteme, die entsprechend des jeweiligen Verarbeitungsverfahrens (Abh\"angigkeit von Energieeintrag, Aufschmelzrate, Keimbildungsgeschwindigkeit, Kristallisationsverm\"ogen) metallurgisch und partikelgr\"o\"enabh\"angig angepasst werden.

Als Ergebnis sollen feinstkristallin-teilamorphe, hochfeste, duktile und korrosionsbeständige Materialien entstehen, die sich durch additive Fertigungsverfahren zu Funktionsbauteilen verarbeiten lassen. Eine weitere Besonderheit des Vorhabens liegt in der Kombination der verschiedenen additiven Verfahren miteinander. So werden die unterschiedlichen Gefügestrukturen in Abhängigkeit ihrer Eigenschaftsprofile innerhalb eines Bauteils zu einer auf den Wirkquerschnitt bezogenen optimalen Funktion kombiniert. Eine besondere Herausforderung bei generativen Fertigungsverfahren stellen thermische Eigenspannungen dar. Eine Reduzierung der Eigenspannungen in dieser Prozessgruppe würde die Anwendungsvielfalt dieser Fertigungsverfahren drastisch erweitern und neue Werkstoffkombinationen und Geometrien zulassen, die sich bisher ausschließen.

Diese neuen Möglichkeiten eröffnen KMUs ein breites Feld neuer Anwendungen, die bisher technologisch nicht umsetzbar sind. Durch den Einsatz dieser kostengünstigen Materialien, die Härte, Zähigkeit und Korrosionsstabilität vereinen, können zusätzlich Kosten im Bereich der Werkstoffauswahl eingespart werden. Der direkte Nutzen für die Unternehmen besteht in der Verwendung dieser neuen Materialklasse zur Substitution bisheriger teurer Werkstoffsysteme und der Eröffnung neuer Märkte.

Erste Ergebnisse

Die Projektphase 1 verfolgt das Ziel, aus vorerst drei Legierungssystemen

- FeMoCrYB
- FeCoMoPSiC
- FeCoMoSiCB

additiv verarbeitbare Pulverfraktionen schmelzmetallurgisch herzustellen. Erste Voruntersuchungen am Beispiel des einfachen Werkstoffsystems $\text{Fe}_{62}\text{Ni}_{18}\text{P}_{13}\text{C}_7$ zeigten die Schwierigkeiten bei der Verarbeitung dieser Werkstoffklasse zu dicken Schichtsystemen (Rissbildungsgefahr).

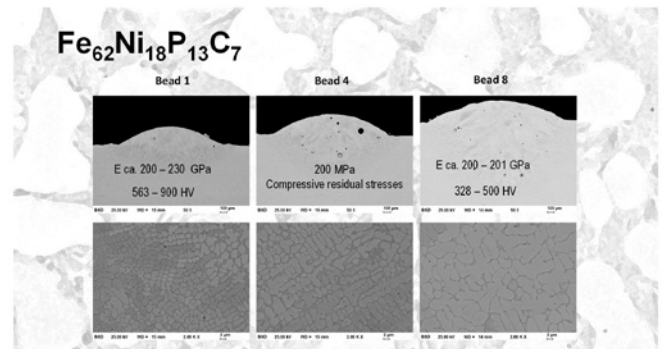


Bild 39: Laserschweißbahnen bei unterschiedlichen Laserstrahlleistungen

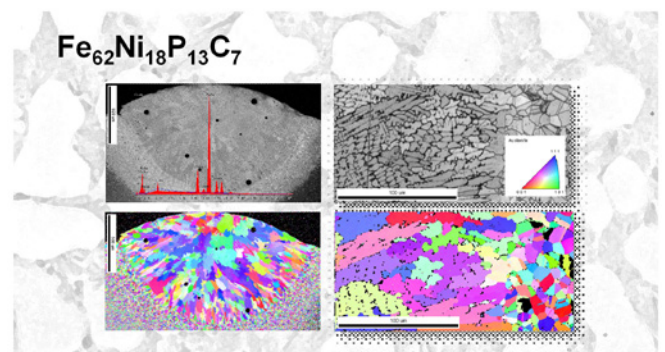


Bild 40: EBS-Untersuchungen am Beispiel einer Schweißraupe

Arbeiten im Jahr 2018

Die nachfolgend abgebildeten Laserstrahlschweißversuche (**Bilder 39 und 40**) wurden mit unterschiedlicher Laserstrahlleistung (**Tabelle 1**) durchgeführt. Die Teilergebnisse dokumentieren die Abhängigkeit der Korngröße als Funktion der Laserleistung bzw. des Energieein- oder -austrags.

Tabelle 1: Laserstrahlleistung

Bead	Laser power (W)	Feed rate (mm/min)
1	325	500
4	579	500
8	968	500

SoundWeld – Acoustic monitoring as an in-process quality assurance method for pressure welding processes

(IGF-Nr. 00.218 EN / DVS-Nr. 05.079)

Laufzeit: 1. März 2018 - 29. Februar 2020

Fachausschuss 5 „Sonderschweißverfahren“

Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
Belgian Welding Institute BWI, Gent	Koordinator / Forschungseinrichtung	Belgien
Katholieke Universiteit Leuven, Research Group on Advanced Manufacturing, Leuven	Forschungseinrichtung	Belgien
Universität Kassel, Fachgebiet für Trennende und Fügende Fertigungsverfahren, Kassel	Forschungseinrichtung	Deutschland
Universität Kassel, Fachgebiet Agrartechnik AGT, Witzenhausen	Forschungseinrichtung	Deutschland
Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Projektziele und Lösungsweg

Im Rahmen des Vorhabens wird eine prozessbegleitende akustische Prüftechnik/-methode zur Qualitätssicherung von Pressschweißverfahren entwickelt. Bei der Entstehung und Ausbreitung transienter elastischer Wellen durch Freisetzung von Prozessenergie wird Schall emittiert, der mittels geeigneter Sensorik beobachtet und durch Detektion prozessinhärenter Merkmalswerte analysiert werden kann, was einen Rückschluss auf den Schweißprozess zulässt. Dieses Verfahren ist als Schallemissions-Monitoring bekannt (engl. „Acoustic Emission Monitoring – AEM“). AEM als zerstörungsfreies Prüfverfahren wird bereits für die Überwachung diverser Industrieprozesse eingesetzt.

Im Vorhaben soll die Adaption des AEM für Pressschweißverfahren erfolgen. Betrachtete Schweißverfahren sind das Widerstandspunktschweißen (RSW), das Rührreibpunktschweißen (FSSW) und das Magnetpulsschweißen (MPW). Da artungleiche Verbindungen zunehmend an Bedeutung gewinnen, fokussieren die AEM-Untersuchungen sowohl das Schweißen artgleicher als auch artungleicher Werkstoffe.

Ein Projektziel ist, die Produktionskosten der KMU für das Schweißen artungleicher Materialien durch den Einsatz von AEM zu senken. Während des Schweißvorgangs werden die hochfrequenten akustischen Signale mittels spezieller Ultraschallsensoren (50 kHz – 1 MHz) erfasst und mit einem 4-Kanal-Ultraschallemissions-Messgerät verarbeitet. Dieses Messgerät und die Sensoren ermöglichen damit die Erfassung und Verarbeitung kleinster Signaländerungen, welche durch Schweißnahtunregelmäßigkeiten, wie Risse, Hohlräume und Einschlüsse, hervorgerufen werden.

Projektarbeiten und erzielte Ergebnisse

Auswahl der Prüftechnik

In der Startphase des Vorhabens zeigte sich, dass die ursprünglich geplante Messtechnik (Schwingungsanalyse-Messsystem mit Beschleunigungssensoren bis 50 kHz) zwar erste Aussagen über die Schweißnahtausbildung ermöglicht, jedoch feinste Unregelmäßigkeiten während des Schweißvorgangs nur unzureichend detektiert. Es zeigte sich, dass dieser Frequenzbereich lediglich die Erfassung bereits fortgeschrittener Schädigungen erlaubt. Um jedoch feinste Schweißnahtunregelmäßigkeiten live zu erkennen, wird im weiteren Projektverlauf ein Ultraschall-Emissions-System in Verbindung mit piezoelektrischen Sensoren verwendet. Damit ist eine Schallemissionsanalyse im hochfrequenten Bereich (50 kHz – 1 MHz) möglich. Gerade die kurzen Prozesszeiten (ca. 20 µs) des Magnetpulsschweißens bedingen diese hochauflösende Analyse.

Im ersten Projektabschnitt wird das Magnetpulsschweißen mittels AEM analysiert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden im weiteren Verlauf genutzt, um das Rührreibpunktschweißen und Widerstandspunktschweißen mittels AEM zu untersuchen.

Materialkombinationen für das Magnetpulsschweißen

In Absprache mit dem „User Committee“ (Projektbegleitender Ausschuss) wurde beschlossen, dass die für die akustischen Prüfungen herangezogenen Materialkombinationen mit den jeweiligen Schweißprozessen gut reproduzierbar schweißbar sind, da der Fokus des Vorhabens auf der Entwicklung einer Prüftechnik und nicht im Erweitern bestehender Schweißprozessfenster liegt. Für das Magnetpulsschweißen wurden deshalb im ersten Projektabschnitt folgende Materialkombinationen verschweißt und der Vorgang mittels AEM analysiert:

- EN AW-6016-T6 / DC04
- EN AW-1050A-H14 / SF-Cu F24
- EN AW-5754-H22 / EN AW-6082-T4

Um AEM bei diesen Materialkombinationen zu etablieren, wurden in Arbeitspaket 2 die zugehörigen Schweißprozessfenster bestimmt. Das Schweißprozessfenster für eine Aluminium-Kupfer-Mischverbindung ist in **Bild 41** aufgezeigt. Das Schweißprozessfenster ermöglicht es, gezielt Schweißverbindungen mit definierten Eigenschaften herzustellen (z. B. „keine Schweißnaht“, „Versagen im Grundmaterial“, „50 % der max. Zugkraft“) und dabei die Schallemissionen zu analysieren.

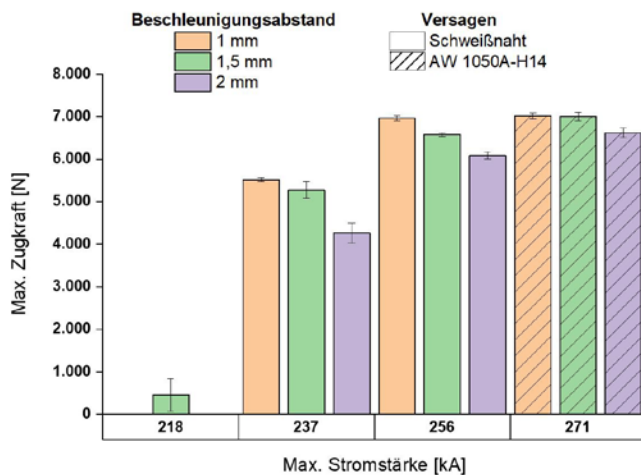


Bild 41: Schweißprozessfenster EN AW-1050A-H14 / SF-Cu F24

Erste AEM-Versuche beim Magnetpulsschweißen

Angelehnt an das Schweißprozessfenster von EN AW-1050A-H14 und SF-Cu F24 aus **Bild 41** wurden erste AEM-Versuche beim MPS durchgeführt. Proben wurden mit 1 mm Beschleunigungsabstand und 271 kA max. Stromstärke untersucht, da diese ein Versagen im Grundmaterial aufweisen (iO-Schweißverbindung). Die ermittelten AE-Daten wurden anschließend mit jenen von niO-Schweißverbindungen (keine Schweißverbindung bei 1 mm Beschleunigungsabstand, 218 kA max. Stromstärke) verglichen. Erste Beobachtungen zeigten, dass sich die Zeitsignale von iO- und niO-Schweißverbindungen unterscheiden, **Bild 42**.

Das AE-Signal der iO-Schweißverbindung wies periodisch mit der Zeit gedämpfte Signalamplituden auf. Diese lagen ca. 650 μ s auseinander. Das Zeitsignal der niO-Schweißverbindung hingegen wies einen konischen Verlauf ohne Signalspitzen auf. Ein erster Erklärungsansatz dafür ist, dass die ungebundene kinetische Energie das Schwingungssystem, über ein breites Spektrum hinweg, anregte.

Nächste Schritte

Im weiteren Projektverlauf werden die AEM-Versuche auf das RSW und FSSW ausgeweitet. Es werden iO- und niO-Verbindungen unterschiedlicher Materialkombination analysiert. Zusätzlich werden in Arbeitspaket 3 für jedes Schweißverfahren charakteristische Schweißparameter variiert und die zugehörigen AE-Signale untersucht. Abschließend wird eine Etablierung des AEM als geeignete Prüftechnik, für die untersuchten Schweißverfahren, angestrebt.

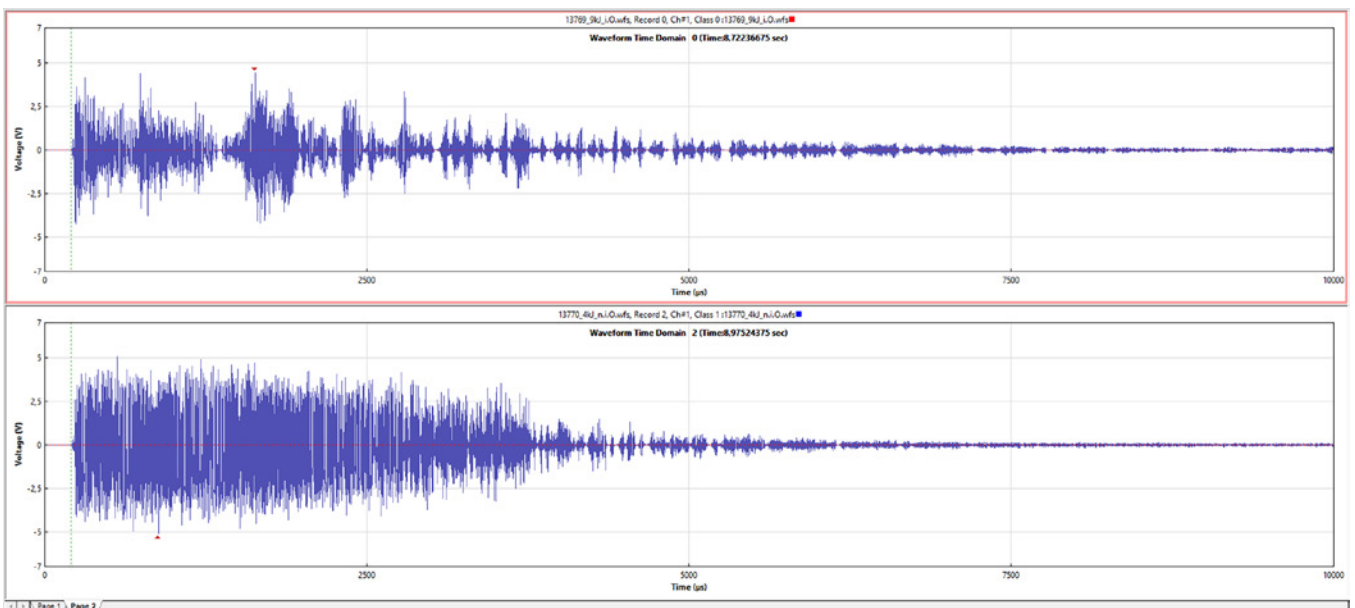


Bild 42: Zeitsignale iO-Verbindung oben, niO-Verbindung unten

FACIDO - Fast and Stable Adhesive Curing with De-bonding Option

(IGF-Nr. 00.201 EN / DVS-Nr. 08.108)

Laufzeit: 1. September 2017 - 31. August 2019

Fachausschuss 8 „Klebtechnik“

(Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“)

Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen	Koordinator / Forschungseinrichtung	Deutschland
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken	Forschungseinrichtung	Deutschland
Flanders Make!, Lommel	Forschungseinrichtung / KMU-Verband	Belgien-Flandern
Sirris, Zwijnaarde	Forschungseinrichtung / KMU-Verband	Belgien-Flandern
Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Projektziele und Lösungsweg

In dem Vorhaben wird eine neue Methode, die induktive Erwärmung, eingesetzt, um die Aushärtung von Klebstoffen im Fertigungsprozess zum einen wesentlich zu beschleunigen, zum anderen aber auch unabhängiger von den Umgebungstemperaturen zu gestalten. Des Weiteren wird im Rahmen des Vorhabens die Möglichkeit untersucht, Klebverbindungen etwa zu Reparaturzwecken nachträglich zu lösen. Grundlage aller Betrachtungen ist es, dem Klebstoff magnetische Curie-Partikel als Füllstoffe beizumischen, die es ermöglichen, den Klebstoff direkt in der Klebfuge per Induktion genau bis zu einer bestimmten Temperatur aufzuheizen, ohne dass es dabei einer externen Kontrolle bedarf.

Arbeiten im Jahr 2018

Das FACIDO-Schnellhärten wurde bisher an mehreren unterschiedlichen Klebverbindungen als Demonstratoren umgesetzt.

Untersuchung der Schnellhärbarkeit von Holz/Glas-Klebungen

Hierzu wurden verschiedene Partikeltypen in unterschiedlichen Konzentrationen einer Reihe von Klebstoffen zugemischt. Während der Voruntersuchungen wurde mit Hilfe von mikrotomographischen Aufnahmen nachgewiesen, dass eine sehr homogene Durchmischung der Partikel in verschiedenen Klebstoffen erreicht werden kann (Bild 43). Dies gewährleistet im Gegenzug eine sehr homogene Wärmeentwicklung während des Induktionsprozesses.

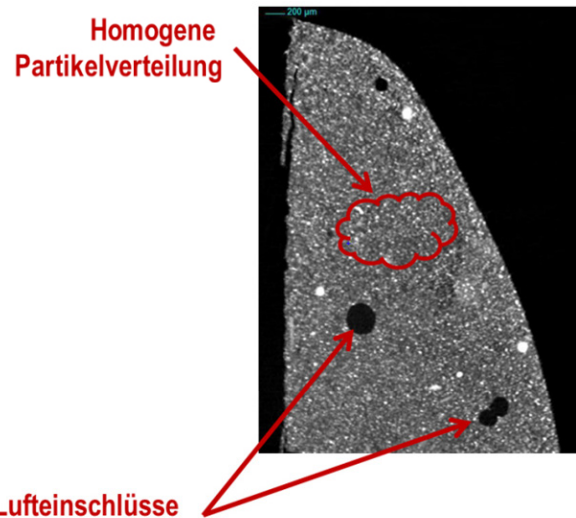


Bild 43: Mikrotomographische Aufnahme einer gehärteten Klebstoff/Curie-Partikel-Mischung, die eine homogene Partikelverteilung nachweist

Nach Sicherstellung der homogenen Verteilung der Curiepartikel beim Mischen wurden verschiedene Klebstoff/Partikel-Mischungen hergestellt und zum Fügen von Holz/Glas Zugscherproben verwendet. Dabei wurden 6 mm dickes Einscheibensicherheitsglas (ESG), 6 mm dicke Holzsubstrate und eine Klebschichtdicke von 1,6 mm ausgewählt.

Die so definierten Probekörper wurden nach dem Fügen mit einer Spule geeignet gestalteter Geometrie induktiv erwärmt und die erhaltenen Klebverbindungen mechanisch getestet. Ziel war es dabei, den Zusammenhang zwischen Partikeltyp und -gehalt, der erzielbaren Erwärmung und nach Abkühlen resultierende Zugscherfestigkeit zu ermitteln. Nachfolgend werden einige ausgewählte Ergebnisse dargestellt.

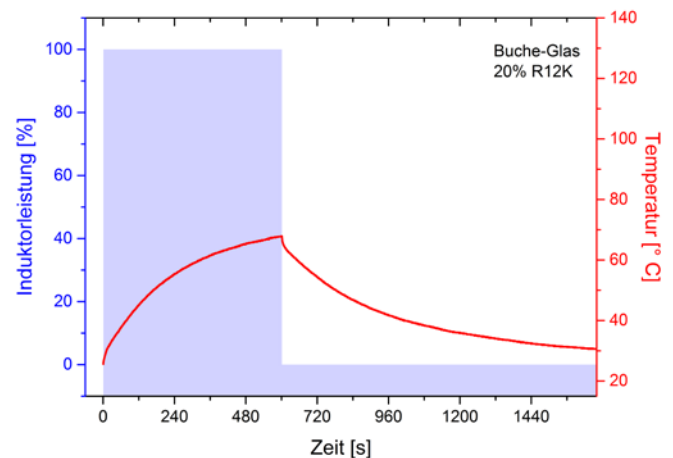


Bild 44a: Klebfugentemperatur im Härtingsprozess

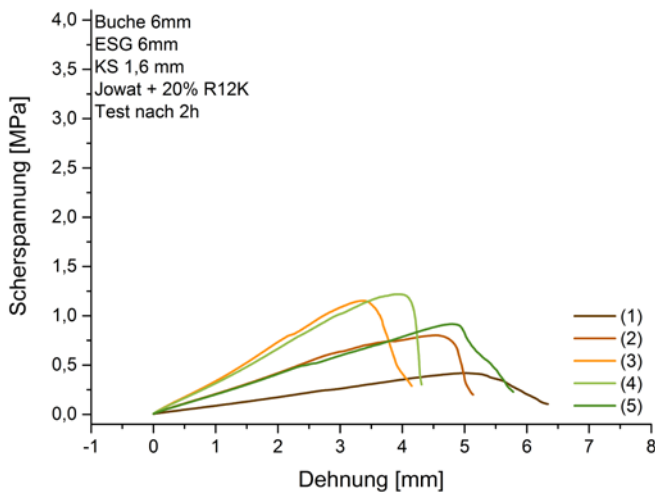


Bild 44b: Zugscherprüfungsergebnisse



Bild 44c: Bruchbilder von Holz/Glas-Klebung

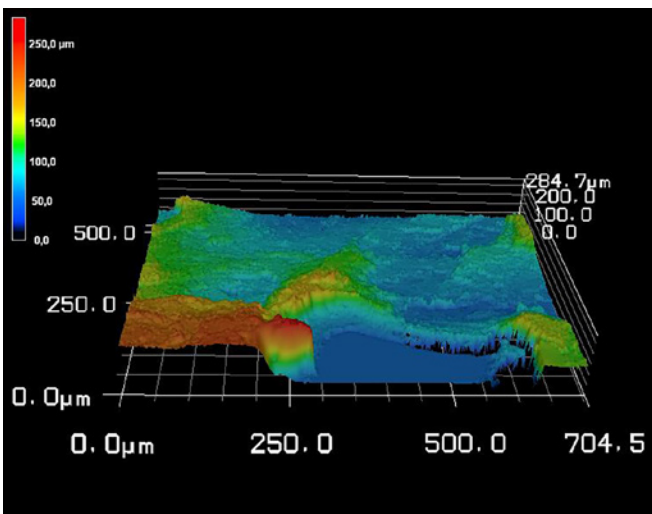


Bild 44d: Bruchbildanalyse mit Hilfe von Konfokal-Mikroskopie

Erzielte Ergebnisse

Mit steigendem Partikelgehalt konnte die Wärmeentwicklung in den Probekörpern erhöht werden; dies belegen die gemessenen Temperatur/Zeit-Kurven (Bild 44a). In den entsprechenden Zugscherversuchen mit steigendem Curiepartikelgehalt wurden zunehmende Festigkeiten ermittelt, siehe hierzu die Bilder 44b, und Bild 45.

Der Partikelgehalt zeigte dabei keinen Einfluss auf das Bruchbild. Alle Klebungen versagten bei der zerstörenden Prüfung kohäsiv im partikelgefüllten Klebstoff, was eine mikroskopische Bruchbildbewertung (siehe Bild 44c, 44d) belegt.

Je nach Partikelgehalt wurden im Vergleich zu deutlich langsamer härtenden und weniger festen Silikonklebstoffen (< 1MPa) bereits nach 10-minütiger FACIDO-Härtung und 110-minütiger Abkühlung signifikante Festigkeiten (> 2 MPa) erzielt, beim Einsatz von 20% Curiepartikeln und 8% Magnetit bereits über 50% der Endfestigkeit. Somit ermöglicht die induktive Schnellhärtung über Curiepartikel in diesem Fall signifikante Vorteile beim Klebprozess durch hohe Festigkeit nach kurzer Zeit.

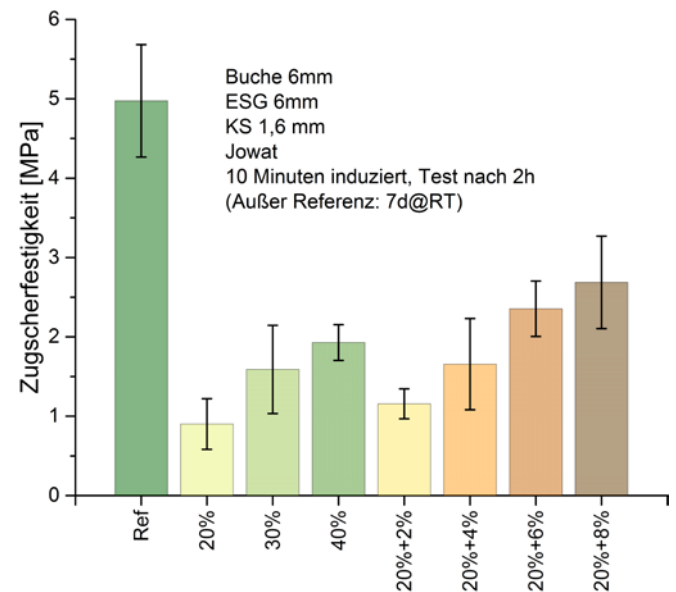


Bild 45: Zusammenfassung der erreichten Festigkeiten bei Holz/Glas-Zugscherproben (die Prozentangaben sind die der Curiepartikel und des Magnetits)

Da es sich um 2K-Klebstoffe handelt, ist es wichtig, dass diese nachfolgend bei Raumtemperatur trotzdem vollständig aushärten, wie die sieben Tage lang gehärtete Curiepartikel-freie Referenz (siehe Bild 45).



WelConTex – Reliable ultrasonic welded electrical interconnection technology for smart textiles

(IGF-Nr. 00.209 EN / DVS-Nr. 10.098)

Laufzeit: 1. September 2017 - 31. August 2019

Fachausschuss 10 „Mikroverbindungstechnik“

Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
CLUTEX - klastr technické textilie, z.s., Liberec	Koordinator / KMU-Forschungsverband	Tschechien
Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS	KMU-Forschungsverband	Deutschland
Fraunhofer IZM	Forschungseinrichtung	Deutschland
University of West Bohemia	Forschungseinrichtung	Tschechien
VÚB a.s., Ústí nad Orlicí	Forschungseinrichtung	Tschechien

Projektziele und Lösungsweg

Forschungsziel im Projekt ist die Entwicklung eines industrietauglichen Kontaktierungsverfahrens für textilintegrierte Leitermaterialien und elektronische Systeme mittels Ultraschall-Kunststoffschweißens (**Bild 46**, nächste Seite).

Die auf Kleben mit nichtleitfähigen Klebstoffen basierende Technologie wird in der Fertigung von Smart Textiles und Conformable Electronics Produkten Anwendung finden und richtet sich an kleine und mittlere Unternehmen aus der Zuliefererindustrie (Materialhersteller, Fertigungsdienstleister) und Produktentwicklung (Automobilinterieur, Arbeits- und Schutzbekleidung, Medizin und Lifestyle).

Als Klebstoff kommen thermoplastische Kunststofffolien zum Einsatz, die mittels senkrecht zur Schweißfläche eingebrachter Ultraschallschwingungen in einen schmelzflüssigen Zustand überführt werden. Durch gleichzeitige Aufbringung eines Druckes werden die Kontaktpartner angenähert. Nach dem Abschalten des Ultraschalls wird weiterhin Druck auf die Schweißfläche ausgeübt, bis der Thermoplast vollständig erstarrt ist. Die zu kontaktierenden Materialien werden in Form eines elektrisch leitfähigen Stickgarnes vom tschechischen Forschungspartner VUB entwickelt oder alternativ vom projektbegleitenden Ausschuss gestellt.

Die Auswahl und Materialcharakterisierung geeigneter Klebstoffe werden am IZM und UWB durchgeführt. Ein statistischer Versuchsplan wird zur Ermittlung der wichtigsten Prozessparameter (Schweißenergie, Schweißkraft und Amplitude) angewendet. Anschließend werden die Kontakte auf Langzeitzuverlässigkeit (Temperaturzyklen, Feuchteauslagerung, Biegetests, Waschbarkeit) getestet und analysiert.

Als Bewertungskriterium dienen hierzu die Ausbeute als auch der Kontaktwiderstand der US-Kontakte, welcher mittels Vier-Punkt-Widerstandsmessung genauestens ermittelt wird. Zudem werden die Kontakte mit Röntgenmikroskopen und CT (**Bild 47**, nächste Seite) sowie in Form von Querschliffen mittels optischer Mikroskopieverfahren untersucht.

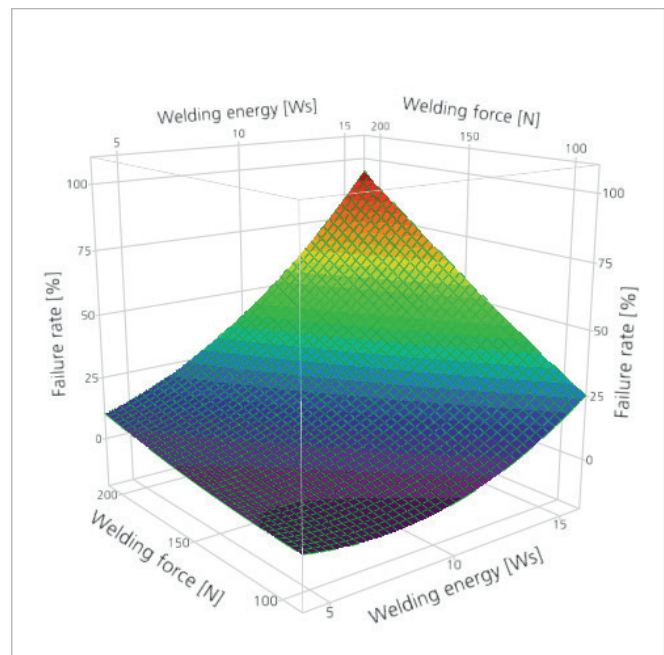


Bild 48: Konturdiagramm für Y05-Verbindungen bei Schweißamplitude 18 µm

Arbeiten im Jahr 2018

Das Ultraschall-Kunststoffschweißen nichtleitfähiger Klebstoffe zur Realisierung einer elektrischen Verbindung von textilintegrierten Drähten wurde in zahlreichen Versuchen erfolgreich nachgewiesen. Mittels eines vollfaktoriellen Versuchsplans mit insgesamt über 1.000 Proben wurden an vier ausgewählten Materialkombinationen die Prozesseinflussgrößen evaluiert.

In den Untersuchungen wurde ermittelt, dass eine Erhöhung der Schweißamplitude oder Schweißkraft (als Haupt- und auch Wechselwirkungseffekt) zu einer erhöhten mechanischen Beanspruchung der spröden Mikrodrähte und somit zu einem Drahtbruch und Ausfall der elektrischen Verbindung führt (**Bild 48**, linke Seite).

Erzielte Ergebnisse

Die Verwendung eines textiltechnologisch realisierten Pad-Kreuzungsdesigns verbessert die Ausbeute und den Kontaktwiderstand gegenüber einfachen Kreuzungen deutlich. Auch das Hinzufügen eines leitfähigen Einlagematerials auf Basis metallisierter Vliesstoffe kann die Prozessausbeute erhöhen. Aufgrund der großen Kontaktfläche (5 mm x 5 mm) und des parallelen Widerstandnetzwerkes befinden sich die erzielten Kontaktwiderstände in einem niedrigen Bereich zwischen 1 m Ω und 15 m Ω . In aktuellen laufenden Zuverlässigkeitsuntersuchungen zeigt sich der Trend, dass die mittels Ultraschall geklebten elektrischen Verbindungen sehr robust sind und keine Widerstandserhöhungen ergeben.



Bild 46: Ultraschallgeschweißter Kontakt

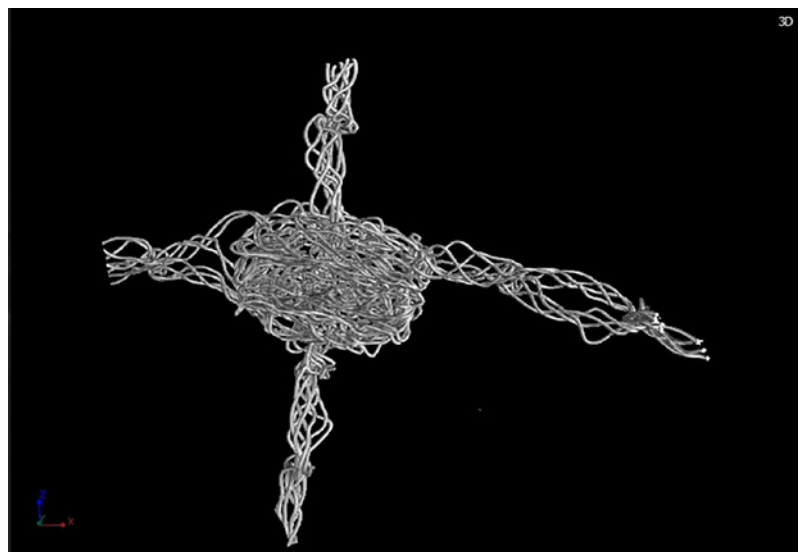


Bild 47: CT-Aufnahme eines ultraschallgeschweißten Kontaktes

Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung

Die Fachausschüsse

Für eine effiziente und erfolgreiche kooperative Forschungsförderung ist es von entscheidender Bedeutung, dass ein enger Kontakt zwischen der Forschungsvereinigung, der Industrie und den Forschungsstellen besteht. Ein solches Netzwerk garantiert, dass die Unternehmen mit ihren Forschungsanliegen Gehör finden und ein kontinuierlicher technisch-wissenschaftlicher Gedankenaustausch zwischen allen Akteuren stattfindet. Diese Verantwortung obliegt als Gremienauftrag den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung (Bild 49), die das gesamte Spektrum der fúgetechnischen Gemeinschaftsforschung repräsentieren und vertreten. Die Aktivitäten konzentrieren sich dabei auf die Planung, Begleitung, Steuerung und Bewertung von Forschungsprojekten. Darüber hinaus haben die Fachausschüsse entscheidenden Einfluss auf den Prozess des Ergebnistransfers in die Unternehmen und andere Maßnahmen, zum Beispiel im DVS-Netzwerk.

schüssen der Forschungsvereinigung (Bild 49), die das gesamte Spektrum der fúgetechnischen Gemeinschaftsforschung repräsentieren und vertreten. Die Aktivitäten konzentrieren sich dabei auf die Planung, Begleitung, Steuerung und Bewertung von Forschungsprojekten. Darüber hinaus haben die Fachausschüsse entscheidenden Einfluss auf den Prozess des Ergebnistransfers in die Unternehmen und andere Maßnahmen, zum Beispiel im DVS-Netzwerk.

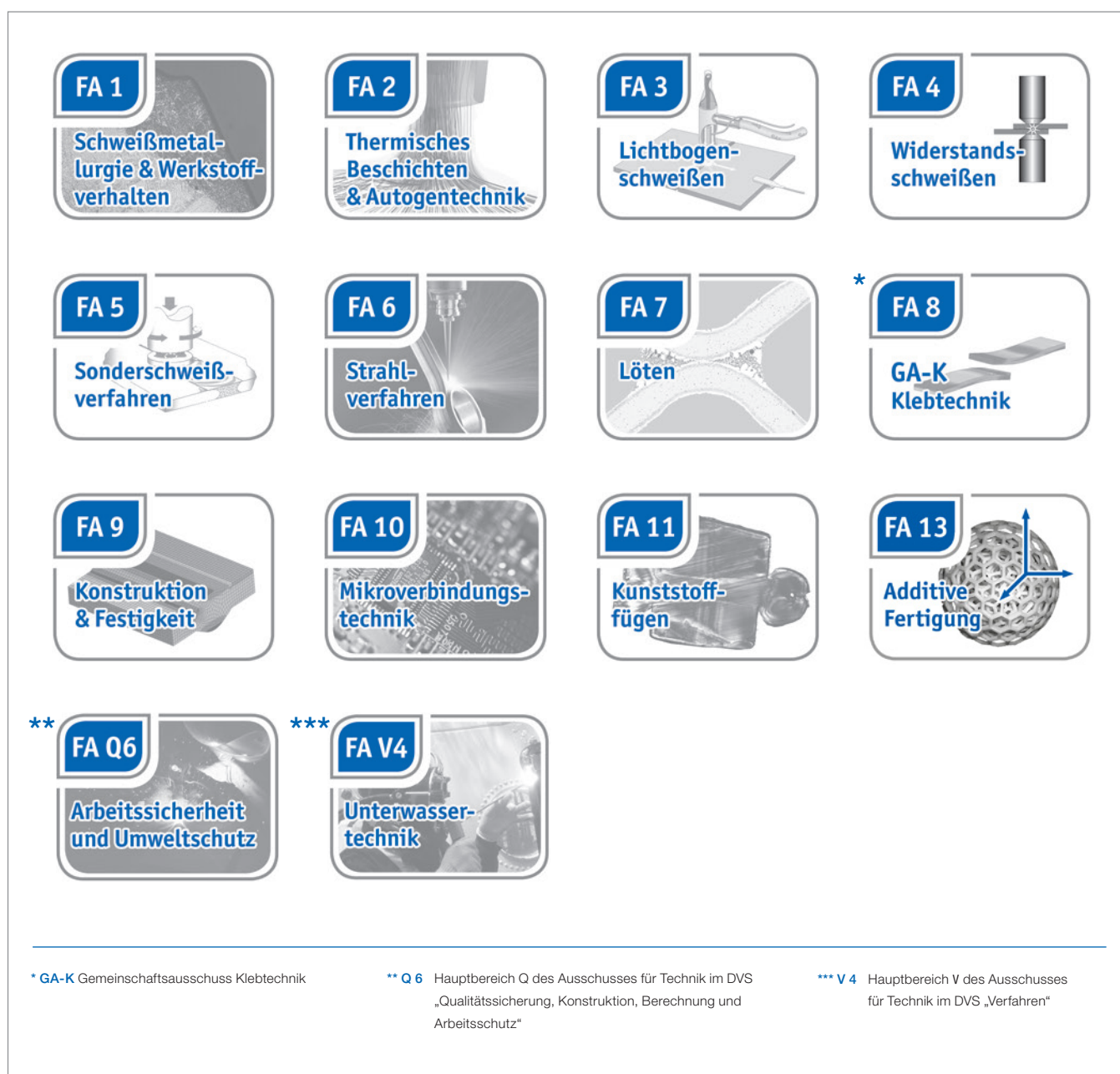


Bild 49: Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung

Fachausschuss 1 „Schweißmetallurgie und Werkstoffverhalten“



www.dvs-forschung.de/FA01

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

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

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck
T +49 211 15 91-173
F +49 211 15 91-200
jens.jerzembeck@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik im DVS

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

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

IIW – Gremien (International Institute of Welding)

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

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben:

Beeinflussung von Nahteigenschaften und Prozessverhalten durch Einsatz basischer Schlackesysteme beim MSG-Fülldrahtschweißen von Ni-Basislegierungen

(IGF-Nr. 18.099 B / DVS-Nr. 01.086)

Laufzeit: 1. November 2016 – 30. April 2019

Prof. Dr.-Ing. S. Jüttner, Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF), OVGU Magdeburg

Der Einsatz schlackeführender Fülldrahtelektroden beim MSG-Schweißen von Ni-Legierungen ist in der Industrie derzeit noch wenig verbreitet, obwohl diese Schweißzusätze ausgewählte Vorteile aufweisen. Hervorzuheben ist, dass sie sich mit Standard-Schweißstromquellen in einem breiten Parameterfenster unter Nutzung preiswerter Mischgase vom Typ M21 verarbeiten lassen, und somit für den Schweißer einfacher in der Handhabung sind. Als Nachteile sind höhere Schweißnebenzeiten und Herstellungskosten zu nennen.

Im Forschungsvorhaben wurde das Einsatzpotential von Fülldrahtelektroden vom Typ Ni 6625, Ni 6082 (Ni 6083) und Ni 6276 mit unterschiedlicher Schlackecharakteristik zum MSG-Schweißen verschiedener hochwarmfester Ni- und Fe-Basislegierungen untersucht. Der Fokus lag auf dem Bewerten der Verarbeitungseigenschaften, der mechanisch-technologischen Güterwerte und des Auftretens von Nahtunregelmäßigkeiten, insbesondere von Heißbrissen. Herstellerunabhängig weisen die basischen Fülldrahtelektroden (Bild 50) eine geringere Lichtbogenstabilität als die rutilen Fülldrahtelektroden auf (Bild 51). Infolge dessen neigen sie zum Auftreten von Schweißspritzern und ungleichförmigen Schweißnähten. Außerdem bewirken die basischen Füllungsbestandteile einen höheren Anteil an fest anhaftender Schlacke, was die Schweißnebenzeiten erhöht. Heißbrissbeständigkeit und mechanisch-technologische Güterwerte liegen auf einem vergleichbaren Niveau zu den rutilen Fülldrahtelektroden, sind jedoch differenziert vom Legierungstyp/Grundwerkstoff zu betrachten. So zeigt sich insbesondere bei den Fülldrahtelektroden des Typs T Ni 6082 (Ni 6083) der Einfluss der heißbrisskritischen hochwarmfesten Fe-Basislegierung X10NiCrAlTi32-20 (Alloy 800 H, 1.4876).

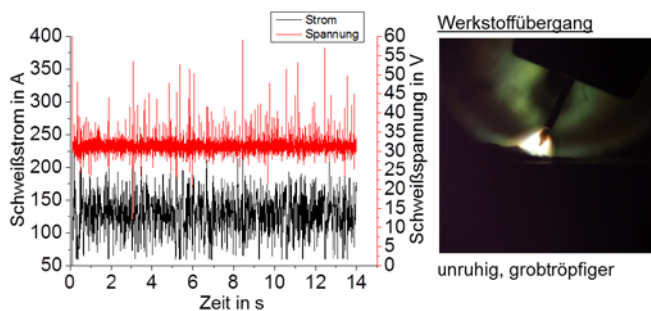


Bild 50: Lichtbogenstabilität von basischen Nickel-Fülldrahtelektroden (\varnothing 1,2 mm) anhand von Strom-Spannungs-Zeit-Diagrammen und Hochgeschwindigkeitsaufnahmen bei einem Drahtvorschub von 10 m/min

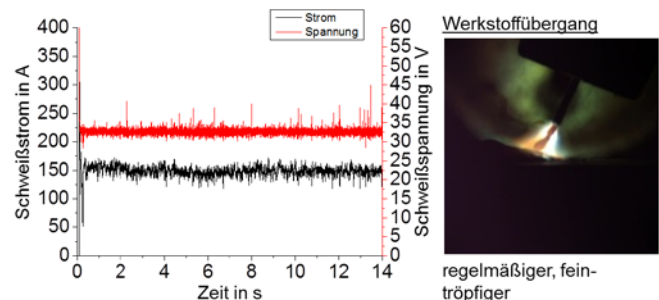


Bild 51: Lichtbogenstabilität von rutilen Nickel-Fülldrahtelektroden (\varnothing 1,2 mm) anhand von Strom-Spannungs-Zeit-Diagrammen und Hochgeschwindigkeitsaufnahmen bei einem Drahtvorschub von 10 m/min

eigenschaften, der mechanisch-technologischen Güterwerte und des Auftretens von Nahtunregelmäßigkeiten, insbesondere von Heißbrissen. Herstellerunabhängig weisen die basischen Fülldrahtelektroden (Bild 50) eine geringere Lichtbogenstabilität als die rutilen Fülldrahtelektroden auf (Bild 51). Infolge dessen neigen sie zum Auftreten von Schweißspritzern und ungleichförmigen Schweißnähten. Außerdem bewirken die basischen Füllungsbestandteile einen höheren Anteil an fest anhaftender Schlacke, was die Schweißnebenzeiten erhöht. Heißbrissbeständigkeit und mechanisch-technologische Güterwerte liegen auf einem vergleichbaren Niveau zu den rutilen Fülldrahtelektroden, sind jedoch differenziert vom Legierungstyp/Grundwerkstoff zu betrachten. So zeigt sich insbesondere bei den Fülldrahtelektroden des Typs T Ni 6082 (Ni 6083) der Einfluss der heißbrisskritischen hochwarmfesten Fe-Basislegierung X10NiCrAlTi32-20 (Alloy 800 H, 1.4876).

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing. Andreas Förster, BORSIG Process Heat Exchanger GmbH, Berlin:

„Über die Mitarbeit in diesem Vorhaben haben wir viele neue Erkenntnisse über das Einsatzpotenzial basischer Fülldrahtelektroden zum Herstellen von Schweißverbindungen an hochwarmfesten Ni-Basis- bzw. Fe-Basislegierungen, z.B. Alloy 800 H, für unsere gasseitigen Einbauten gewinnen können. Für uns als Anwender von Fülldrahtelektroden bei der Fertigung von Druckbehältern für die Petrochemie sind die Ergebnisse zum Handling, zum Schlackenabgang und zu den mechanisch-technologischen Eigenschaften der basischen Fülldrähte, die vergleicht wurden, sehr hilfreich. Es entsteht ein direkter wirtschaftlicher Vorteil, da die Ergebnisse bei der Auswahl und Festlegung von Schweißzusätzen in der Behälter- und Apparatefertigung unmittelbar nutzbar sind. Bei unseren Einbauten erhöhte sich die Schweißsicherheit durch die Verwendung rutiler Fülldrähte bei gleichzeitiger Reduzierung der Fertigungszeit.“

Dr.-Ing. Reinhard Rosert, Dr. Rosert RCT GmbH Dresden:

Die Ergebnisse zeigen die Einsatzgrenzen, aber auch die Vorteile von basischen Nickelfülldrahtelektroden auf. Die gewonnenen Erkenntnisse finden Eingang in die Weiterentwicklung von schlackenführenden Fülldrahtelektroden im Sinne einer höheren Heißrissbeständigkeit. Die Anwender bekommen eine fundierte Hilfe bei der Auswahl geeigneter Technologien und Werkstoffe für das Schweißen von Grundwerkstoffen auf Nickelbasis. Weiteres industrielles Interesse besteht darin, den Einsatz von schlackenführenden Fülldrahtelektroden zum Schweißen in Zwangspositionen auszuweiten.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

- 01.098
19.731 N **Optimierung von Rohr/ Rohr-Mischverbindungen für den Einsatz unter thermischer Wechsellastbeanspruchung**
Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 30.06.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.731N>
- 01.2262
19.936 B **Entwicklung einer wirtschaftlicheren Prozessführung für das UP-Schweißen ferritisch-austenitischer Legierungen unter Berücksichtigung der metallurgischen Besonderheiten**
Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg
Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.07.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.936B>
- 01.3062
20.439 N **Festigkeitsbewertung hochfester Schweißverbindungen anhand von Querzugversuchen**
Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
Prof. Dr. Ing. Münstermann, IEHK Aachen Bauteilintegrität
Beginn: 01.12.2018 Laufzeitende: 31.05.2021
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.439N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

- 01.086
18.099 B **Beeinflussung von Nahteigenschaften und Prozessverhalten durch Einsatz basischer Schlackesysteme beim MSG-Fülldrahtschweißen von Ni-Basislegierungen**
Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg
Beginn: 01.11.2016 Laufzeitende: 30.04.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.099B>
- 01.096
18.831 B **Entwicklung hoch schlag- und abrasionsbeständiger Legierungen mit guter Korrosionsbeständigkeit für auftraggeschweißte Verschleißschichten**
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz (Vwst)
Dr. rer. nat. Reif, CeWOTec Chemnitz
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.831B>

Fachausschuss 2 „Thermische Beschichtungsverfahren & Autogentechnik“



www.dvs-forschung.de/FA02

Vorsitzender Dr.-Ing. Gerhard Bloshies

Plasma Flame Technik AG, Höri b/Bülach (CH)

Stellvertretender Vorsitzender Werner Krömmer

Linde AG (Geschäftsbereich Linde Gas), Unterschleißheim

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck

T +49 211 15 91-173

F +49 211 15 91-200

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

Veranstaltungen

International Thermal Spray Conference and Exposition (ITSC)

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Gemeinschaftsausschuss DIN NA 092-00-14 AA / DVS AG V7 „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“

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

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission I „Thermisches Schneiden und Beschichten“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

Der Fachausschuss befasst sich daher mit thermisch gespritzten Schichtsystemen, den zugehörigen Verfahren gemäß DIN EN ISO 14917:2017-08 sowie mit alternativen Beschichtungsverfahren, z.B. dem Auftragschweißen. Diese alternativen Schichtlösungen werden als Ergänzung zu thermisch gespritzten Schichten untersucht.

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben:

Entwicklung eines Plasmaprozesses mit gepulstem Stromverlauf und angepasster Spritzwerkstoffzufuhr

(IGF-Nr. 18.963 N / DVS-Nr. 02.099)

Laufzeit: 1. Dezember 2015 – 30. November 2017

Prof. Dr.-Ing. J. Schein, Universität der Bundeswehr München, Institut für Plasmatechnik und Mathematik

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, das Plasmaspritzen mit Ein-Kathoden-Ein-Anoden-Plasmageneratoren (EKE-AP) auf kostengünstige Weise durch Einsatz einer steuerbaren Stromquelle so zu verbessern, dass eine gleichmäßige Partikel-Gasjet-Wechselwirkung und damit eine reproduzierbare Partikelbehandlung resultiert. Hierfür sollte die Bewegung des anodischen Ansatzpunkts durch Strompulsen aktiv gelenkt werden, so dass sich der Gasjet in periodischen Zeitabständen verlängert und verkürzt. Durch ein Pulsen der Partikelzufuhr, die an die Strommodulation angepasst wurde, sollte auch erreicht werden, dass das Pulver immer zu Zeitpunkten geringer Viskosität des Gasjets in diesen eindringt, was zu einem höheren Auftragswirkungsgrad und damit zu einem effektiveren Prozess führt. Von dieser Prozesseffizienz profitieren die Lohnbeschichter, die Spritzsystemanbieter und die Stromquellenhersteller.

Die erzielten Forschungsergebnisse zeigen, dass sich die Lichtbogenbewegung durch Strompulsen gezielt steuern und manipulieren lässt. Dies geschieht aber nur bei Frequenzen oberhalb der natürlichen Fluktuationen (ca. 1 kHz). Wie sich allerdings

auch zeigte, gestaltet sich ein synchrones Pulsen der Pulverzugabe als schwierig. Hier können nur Bruchteile der Pulsfrequenzen, die für die Plasmabewegung genutzt werden, angewandt werden. Ein Pulsen der Partikelzugabe ist aufgrund der Trägheit der Pulverzugabe und der Pulver-Puls-Anlagentechnik für Frequenzen im kHz-Bereich nicht auslegbar. Dementsprechend lässt sich aus den Ergebnissen nur für kleine Beschichtungsflächen mit Spezialpulver und für das Suspensions-Plasmaspritzen (hier ist eine Zugabe im kHz-Bereich mit Einspritzdüsen möglich) eine sinnvolle Verwendung der Technologie ableiten.

Innerhalb des Vorhabens sind erste Machbarkeitsstudien und Aufbaupläne zur Erstellung für einen Plasmaprozess mit gepulstem Stromverlauf und angepasster Spritzwerkstoffzufuhr mit neuentwickelten Schaltschränken und Ansteuerungssoftware entstanden, die für weiterführende Studien und Projekte zielgerichtet genutzt werden können (Bild 52). Aus wissenschaftlicher Sicht wurde erfolgreich der Nachweis erbracht, dass sich die Lichtbogenbewegung beim Plasmaprozess durch Strompulsen gezielt und reproduzierbar beeinflussen lässt.

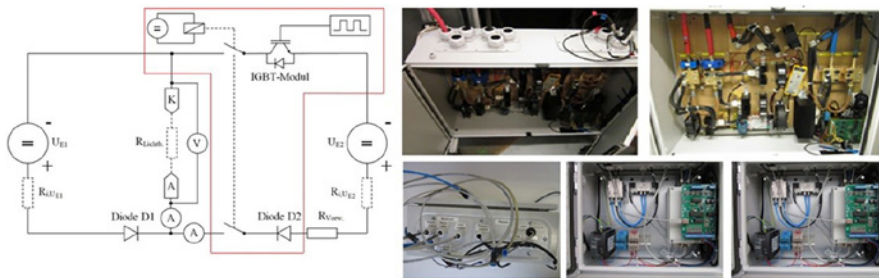


Bild 52: Schaltung einer zusätzlichen Leistungseinprägung mittels einer gesteuerten sekundären DC-Stromquelle, JAM-BOX- EKEAP, synchron. Pulverweichensystem

Meinungen aus den Unternehmen

Dr.-Ing. Andreas Wank, GTV Verschleißschutz GmbH, Luckenbach:

„Die Forschungseinrichtung arbeitete eng mit Firmen des Projektbegleitenden Ausschusses (PA) zusammen, was auch durch etliche Arbeiten bei Firmen des PA zur Absicherung der industriellen Anwendbarkeit dokumentiert wurde. Im Rahmen dieses Vorhabens erfolgten Entwicklungen (zum Beispiel einer funktionsstüchtigen JAM-Box mit integrierter Pulver-Synchron-Schaltung) in einem Umfang, der weit über dem anderer Vorhaben des gleichen Formats liegt und als vorbildlich zu bewerten ist.“

Dr.-Ing. Felix Tiggemann, Flowserve Flow Control GmbH, Ettlingen:

„Aufgrund der umfangreichen Untersuchungen und Entwicklungen der Brenner- und Peripherie-Technik sind tatsächliche Beschichtungen nur zur Validierung erstellt worden. Es zeigten sich jedoch interessante Ansatzpunkte für die Beschichtungstechnik, diese mit einem weiteren Projekt einfach in einen Spritzbetrieb integrieren zu können.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

- 02.3063
00.229 E **Pulversynthese für eisenbasierte, generativ gefertigte Hochleistungsmaterialien**
Prof. Dr.-Ing. habil. Lampke, IWW Chemnitz (WOT)
Beginn: 01.06.2018 Laufzeitende: 31.05.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.229E>
- 02.106
19.866 B **Einsatzgrenzen von Fülldrähten mit großem Durchmesser und angepasster Hartstofffüllung für das thermische Spritzen**
Prof. Dr.-Ing. habil. Lampke, IWW Chemnitz (WOT)
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.866B>
- 02.110
19.874 B **Ultraschallgestützte Nachbehandlung thermisch gespritzter Schichten**
Prof. Dr.-Ing. habil. Rupperecht, IWF TU Berlin
Prof. Dr. sc. techn. Schneeweiß, IFP HS Zwickau (Spanungstechnik)
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 30.06.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.874B>
- 02.111
19.888 N **Entwicklung eines energie- und ressourceneffizienten Kombinationsbeschichtungsverfahrens für die Herstellung mehrlageriger Verschleiß- und Korrosionsschutzschichten (KERAMIK)**
Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen
Beginn: 01.04.2018 Laufzeitende: 31.03.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.888N>
- 02.2266
19.914 N **Untersuchung der Einflussgrößen und prozess-technischen Randbedingungen auf die Schichtqualität beim Beschichten von rotationssymmetrischen Innenflächen mittels HVOF/HVAF**
Prof. Dr.-Ing. Tillmann, LWT Dortmund
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.914N>
- 02.098
19.960 N **Validierung der Geschwindigkeit-Temperatur-Partikel-Messungen an Plasma-, Lichtbogendraht- und HVOF basierten Prozessen**
Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT UniBW Neubiberg
Prof. Dr.-Ing. Tillmann, LWT Dortmund
Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.01.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.960N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

- 02.102
18.653 N **Ermitteln der Mechanismen zur Entstehung von Emissionen beim Thermischen Spritzen mit Fokus auf ultrafeine Partikel und die Gefährdungsbeurteilung einzelner Stäube unter produktionsrelevanten Bedingungen**
Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
Prof. Dr. med. Kraus, UKA Aachen
Beginn: 01.08.2016 Laufzeitende: 31.03.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.653N>
- 02.105
19.393 N **Entwicklung eines Softwaretools (OptiSpray) zur automatisierten Bahnerzeugung, Bewegungsoptimierung und Schichtbildungssimulation beim robotergestützten thermischen Spritzen**
Prof. Dr.-Ing. Tillmann, LWT Dortmund
Prof. Dr. Müller, LfGS, Dortmund
Prof. Dr.-Ing. Kuhlentötter, LPS, Bochum
Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 28.02.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.393N>
- 02.108
19.451 N **Spritztechnische Weiterentwicklung von TiC-verstärkten Fe-Basis-Beschichtungen zum Verschleißschutz unter korrosiver Beanspruchung**
Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.451N>
- 02.103
19.465 B **Entwicklung von Hochtemperatursiegeln für thermisch gespritzte Schichten**
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michaelis, IKTS Dresden
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 31.07.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.465B>
- 02.109
19.471 B **Weiterentwicklung thermisch gespritzter Schichten im System $Al_2O_3-TiO_2$**
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michaelis, IKTS Dresden
Prof. Dr.-Ing.habil. Guillon, FZ Jülich (IEK-1)
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 31.07.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.471B>

Fachausschuss 3 „Lichtbogenschweißen“



www.dvs-forschung.de/FA03

Vorsitzender Dr.-Ing. Wolfgang Scheller

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Standort Duisburg

Stellvertretender Vorsitzender Ing. Robert Lahnsteiner

MIGAL.CO GmbH Deutschland, Landau an der Isar

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Dr.-Ing. Calin-Marius Pogan

T +49 211 15 91-123

F +49 211 15 91-200

Calin-Marius.Pogan@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V2 „Lichtbogenschweißen“ mit über 45 Untergruppen

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

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

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

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

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

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

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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

Nutzen neuer Technologien für KMUs in den Bereichen

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben:

Entwicklung eines AC-MSG-Schweißverfahrens zum Fügen hochfester Feinkornbaustähle

(IGF-Nr. 18.458 B / DVS-Nr. 03.107)

Laufzeit: 1. Dezember 2014 – 31. Mai 2017

Prof. Dr.-Ing. J. Schein, Universität der Bundeswehr München, Institut für Plasmatechnik und Mathematik

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

Prof. Dr. rer. nat. habil. J. Kruscha, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Institut für Inverse Modellierung

Ein großes Potenzial, temperaturkritische Werkstoffe sicher zu schweißen, liegt laut anerkannter plasmaphysikalischer Modelle im MSG-Wechselstromschweißen. Im Forschungsvorhaben wurde der Ansatz verfolgt, mittels Variation des Verhältnisses der positiven zur negativen Polarität der Drahtelektrode (EN-Anteil) die Energieflüsse in den Grundwerkstoff über weite Bereiche zu steuern und insbesondere für dicke Bleche von hochfesten Feinkornbaustählen zu minimieren. Unter Anwendung umfangreicher diagnostischer Untersuchungen und Erstellung von Prozessmodellen sollte ein Schweißverfahren entwickelt werden, welches in seiner Gesamtbetrachtung hinsichtlich Rauchgasemissionen, optimalem Prozessverhalten und entsprechender Schweißnahtqualität wesentliche Vorteile im Vergleich zum konventionellen DC-MSG-Schweißen bietet.

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass nur eine geringe Leistungsreduktion bzw. Erhöhung der Abschmelzleistung, im Vergleich zum DC-MSG-Prozess, durch Anwendung des AC-MSG-Verfahrens erzielt werden kann. Dies reicht aber nicht aus, um die Gefügeausbildung positiv zu beeinflussen. Vergleichsuntersuchungen ergaben, dass mit dem DC-Pulsprozess eine signifikantere Reduktion des Wärmeeintrags möglich ist, wenn mit kurzen Lichtbogenlängen gearbeitet wird. Weiterhin hat sich der DC-Prozess als der emissionsärmere Prozess erwiesen. Die Tropfengröße kann allerdings beim AC-MSG-Prozess, im Gegensatz zum DC-MSG-Prozess, über weite Bereiche variiert werden, was allerdings nur für Dünnblechanwendungen von Re-

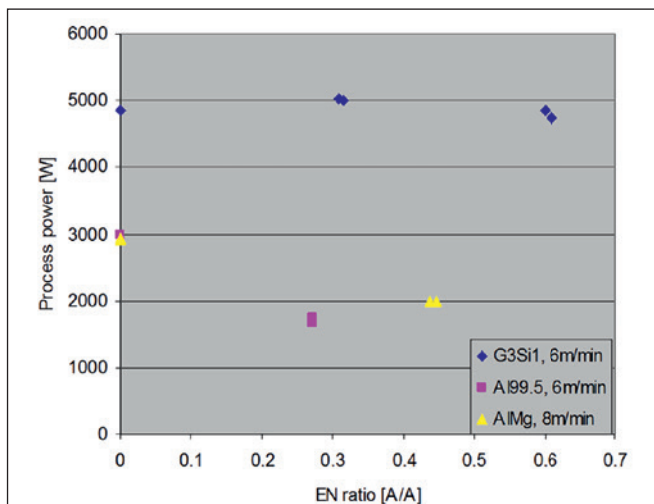


Bild 53: Prozessleistung bei Stahl- und Aluminium-Schweißungen in Abhängigkeit vom EN-Anteil (EN-Anteil = 0 à DC-Prozess)

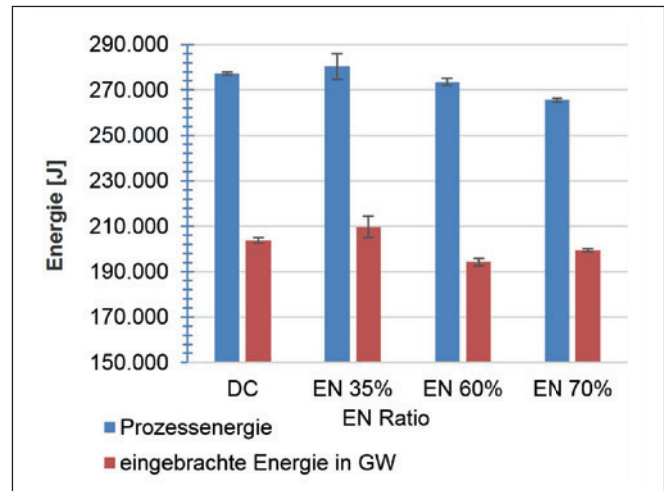


Bild 54: Darstellung der Prozessenergie zur eingebrachten Energie in den Grundwerkstoff

levanz ist. Durch diagnostische Untersuchungen und mit den daraus entwickelten Prozessmodellen wurde der Prozess umfassend beschrieben. Dadurch war es unter anderem möglich, die Energieflüsse zwischen den Elektroden anhand physikalischer Modelle zu beschreiben.

Weiterhin wurden die physikalischen Hintergründe für das Prozessverhalten ermittelt. Es zeigte sich, dass die flexible Wärmeführung, wie sie beim AC-MIG-Schweißen von Aluminium bekannt ist, nicht auf das AC-MSG-Schweißen von Stahlwerkstoffen übertragen werden kann. Während beim Aluminiumschweißen die Prozessleistung mit gleichbleibender Abschmelzleistung, bei steigendem EN-Anteil, sehr stark reduziert werden kann, ist dies beim Schweißen von Stahlwerkstoffen nicht in dem Maße möglich (**Bild 53**).

Ein Haupteinflussfaktor für dieses Prozessverhalten ist die Widerstandserwärmung im freien Drahtende. Diese erzeugt hohe Anteile der Wärmezufuhr zum Drahtende, wenn ein hoher spezifischer Widerstand in der Drahtelektrode vorliegt, wie dies bei Stahl, anders als bei Aluminium, der Fall ist. Diese ist mit hauptverantwortlich für die Aufschmelzung des Drahtes und sinkt durch die zeitliche Zunahme der kathodischen Polung der Drahtelektrode. Anhand von Modellrechnungen wurde darüber hinaus nachgewiesen, dass eine höhere Wärmezufuhr zum Drahtende bezogen auf die Abschmelzmenge, unter dem AC-

MSG-Prozess notwendig ist. Beide Effekte wirken der erhöhten Leistungszufuhr aus dem Lichtbogen zur Drahtelektrode unter negativer Polung entgegen.

Aufgrund dieser Tatsache wurde keine signifikante Änderung der Wärmeeinbringung in den Grundwerkstoff, im Vergleich zu einem DC-MSG-Prozess, erzielt (**Bild 54**, linke Seite).

Meinungen aus den Unternehmen

Sebastian Reich, REHM GmbH u. Co. KG Schweißtechnik, Uhingen:

„Im Rahmen des Forschungsvorhabens haben wir als Gerätehersteller viele Erkenntnisse gewonnen, die sich in vielfältiger Weise in unserer täglichen Arbeit anwenden und insbesondere auf andere Schweißprozesse als den AC-MSG übertragen lassen. Hierbei sind insbesondere Grundlagenerkenntnisse zu Prozessstabilität, Spannungserfassung, Lichtbogenlängenregelung und Tropfenablösung zu nennen. Weiterhin sind die Ausarbeitungen zum Wärmeeintrag in verschiedene Bereiche und thermischen Verlusten von Bedeutung für die Entwicklung von Schweißprozessen.“

Dr.-Ing. Erwan Siewert, Linde AG, Unterschleißheim:

„In dem Vorhaben wurde das Potenzial der Reduzierung der Wärmeeinbringung beim Schweißen von Feinkornbaustählen durch den Einsatz der AC-MSG-Technik untersucht. Für die Linde AG als Spezialist für Schweißschutzgase sind insbesondere die Erkenntnisse zum Schutzgaseinfluss auf das Prozessverhalten und die elektrischen Kenngrößen von großem Interesse.“

Dr.-Ing. Jochen Zierhut, Zierhut Messtechnik GmbH, München:

„Aufgrund der lokalen Nähe zum Projektpartner konnten wir unterstützend beim Aufbau verschiedenster Diagnostiken mitwirken und so interessante Einblicke über die vielfältigen Ansätze zur detaillierten Vermessung von Schweißprozessen gewinnen. Die im Forschungsvorhaben erzielten Ergebnisse liefern anschaulich die wissenschaftliche Begründung für die Schweißgerätehersteller und Anwender, weshalb vorzugsweise DC-MSG-Schweißstromquellen für das Schweißen im Dickblechbereich aus Stahlwerkstoffen hergestellt und eingesetzt werden sollten.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

03.118 19.514 B	Prozesssicheres Schweißen von technisch beschichteten Blechen bei Änderung der Beschichtungseigenschaften Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen Prof. Dr. rer. nat. Weltmann, INP Greifswald Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 30.06.2020 Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.514B	03.131 20.077 B	Erarbeiten von grundlegenden Prozesserkennnissen zur Verarbeitung von Drähten mit geringem Durchmesser ($\leq 0,6$ mm) mit dem MSG-Verfahren Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, Fertigungstechnik TU Ilmenau Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 31.10.2020 Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.077B
03.130 19.515 N	Aktive Gestaltung des Tropfenübergangs beim gepulsten Metallschutzgasschweißen Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT UniBW Neubiberg Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019 Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.515N	03.2267 20.117 B	Qualifizierung des aktivmittelunterstützten WIG-Schweißens von Stählen für den industriellen Einsatz Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Mayr, IFMT Chemnitz Beginn: 01.04.2018 Laufzeitende: 31.03.2020 Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.117B
03.3042 19.865 N*	Entwicklung eines assoziativen modellbasierten Assistenzsystems zur kooperativen Störungsanalyse und Fehlerbehebung am Beispiel Metall-Schutzgasschweißen – Störungsassistent 4.0 Dr. Weckend, Gfal, Berlin Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019 * Federführende AIF-Mitgliedsvereinigung: GFal Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.865N	03.132 20.156 B	Hochproduktives MSG-Verbindungsschweißen durch den Einsatz von Zusatzheißdraht und einer magnetinduzierten zweidimensionalen Lichtbogenauslenkung Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, Fertigungstechnik TU Ilmenau Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 31.10.2020 Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.156B

Durchlaufende Forschungsprojekte

- 03.128
18.550 B **Zerstörungsfreie Qualitätsbewertung von MSG-Schweißverbindungen von Stahlblech durch Nutzung geometrischer und thermographischer Kenngrößen**
- Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg
- Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 31.05.2019
- Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.550B>
- 03.129
18.801 B **Untersuchung und Weiterentwicklung des Lichtbogen-Druckluffugen in Verbindung mit Senkung der Schadstoffemissionswerte**
- Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle
- Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
- Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.801B>
- 03.125
19.037 B **Einsatz optischer Sensorik für die Charakterisierung von Emissionen und Prozessstabilität beim MSG-Schweißen**
- Prof. Dr. rer. nat. Weltmann, INP Greifswald
- Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
- Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
- Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.037B>
- 03.116
19.203 N **Seriell Plasma-MSG-Hybridschweißen bei Verwendung angepasster Prozessvarianten zum wirtschaftlichen Fügen von Aluminium**
- Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
- Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 31.03.2019
- Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.203N>
- 03.127
19.209 N **Ökologische Bilanzierung von Schmelzschweißverfahren unter Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Prozessschritte**
- Prof. Dr.-Ing. Rethmeier, BAM 9.3 Berlin
- Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
- Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.209N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

- 03.800
00.157 E*) **Strukturierung von Aluminiumoberflächen mit anodischem WIG-Lichtbogenprozess (Im Cornet-Verbundprojekt MeTexCom 2: Entwicklung von Metall-Textil-Verbänden mit verbessertem Adhäsionsverhalten)**
- Dipl.-Ing. Berthel, STFI Chemnitz
- Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
- Dr. Kaierte, LZH Hannover
- Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.03.2018
- *) Federführende AIF-Mitgliedsvereinigung:
Forschungskuratorium Textil e.V.
- Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.157E>
- 03.112
18.147 N **Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des UP-Schweißens durch Plasmaunterstützung**
- Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
- Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.07.2018
- Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.147N>
- 03.126
18.585 B **Entwicklung einer additiven Herstellungsmethode für Verbundstrukturen mittels MSG-Lichtbogentechnik**
- Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, Fertigungstechnik TU Ilmenau
- Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 30.09.2018
- Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.585B>
- 03.123
18.748 N **Untersuchung zur Erhöhung der Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit beim MSG-Schweißen durch Laserstabilisierung**
- Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
- Dr. Kaierte, LZH Hannover
- Beginn: 01.08.2015 Laufzeitende: 31.01.2018
- Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.748N>

Fachausschuss 4 „Widerstandsschweißen“



www.dvs-forschung.de/FA04

Vorsitzender Dr.-Ing. Karl Pöll

Matuschek Meßtechnik GmbH, Alsdorf

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Christian Fritzsche

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Dipl.-Ing. Axel Janssen

T +49 211 15 91-117

F +49 211 15 91-200

axel.janssen@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission III „Widerstandsschweißen und verwandte Verfahren“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

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

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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 1:

Zerstörungsfreie Charakterisierung der Anbindungsfläche beim Widerstandspressschweißen durch bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte

(IGF-Nr. 19.208 BR / DVS-Nr. 04.070)

Laufzeit: 1. Oktober 2016 – 30. September 2018

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

Die bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte zur zerstörungsfreien Charakterisierung von Widerstandsschweißverbindungen wurde 2015 an der Professur für Fügetechnik und Montage der Technischen Universität Dresden im Vorhaben IGF 17.539 BR erstmalig untersucht. Die Prüfmethode beruhte auf der Auswertung der Remanenz zuvor magnetisierter Proben, arbeitete berührungsfrei und ohne Koppelmittel. Sie erlaubt das objektive Bewerten von Punktschweißverbindungen, manuell oder automatisiert.

Im vorliegend abgeschlossenen Vorhaben wurde gezeigt, dass die Qualität der Prüfergebnisse der bildgebenden Analyse der Remanenzflussdichte auf gleichem Niveau wie die der Ultraschallsysteme liegt. An zwölf unterschiedlichen Materialkombinationen mit Einzelblechdicken bis 3 mm wurden Schweißpunkte zerstörungsfrei durch die bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte und durch Ultraschall sowie zerstörend durch Torsion und am Querschliff vergleichend geprüft (**Bild 55**).

Durch numerische Simulationen, validiert im experimentellen Versuch, wurden die physikalische Wirkungsweise der Prüfmethode nachgewiesen und die Randbedingungen bezüglich Elektrodeindruck und Randabstand definiert. Die Prüfmethode wurde an Serienbauteilen erfolgreich getestet. Mit Hilfe von Trainings- und Testmengen wurde der Auswertalgorithmus so weit entwickelt, dass automatisierte ZfP-Bewertungen von Schweißpunkten möglich sind. Der Auswertalgorithmus ist für die jeweilige Materialkombination gültig. Bei Kenntnis der materialspezifischen magnetischen Hysteresekurven lassen sich die Ergebnisse auf beliebige Materialkombinationen übertragen. Der Test der bildgebenden Analyse der Remanenzflussdichte an Buckelschweißverbindungen erhärtet die These, dass auch Buckelschweißverbindungen zerstörungsfrei geprüft werden können.

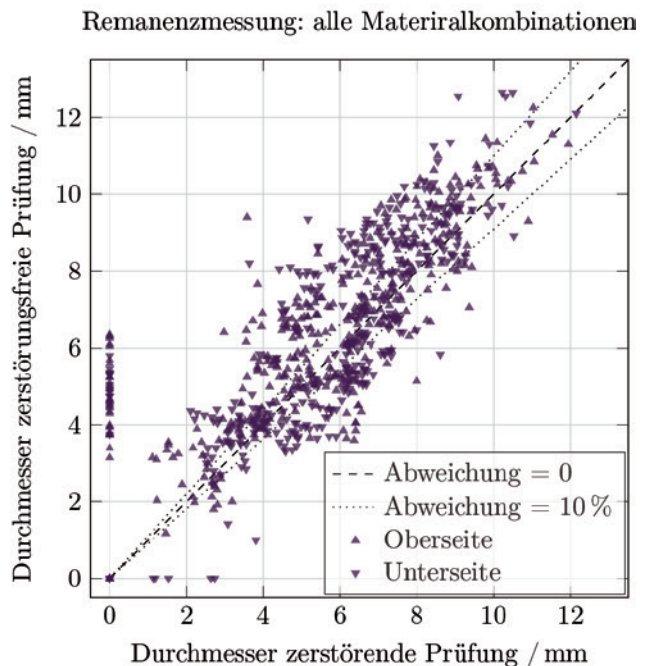
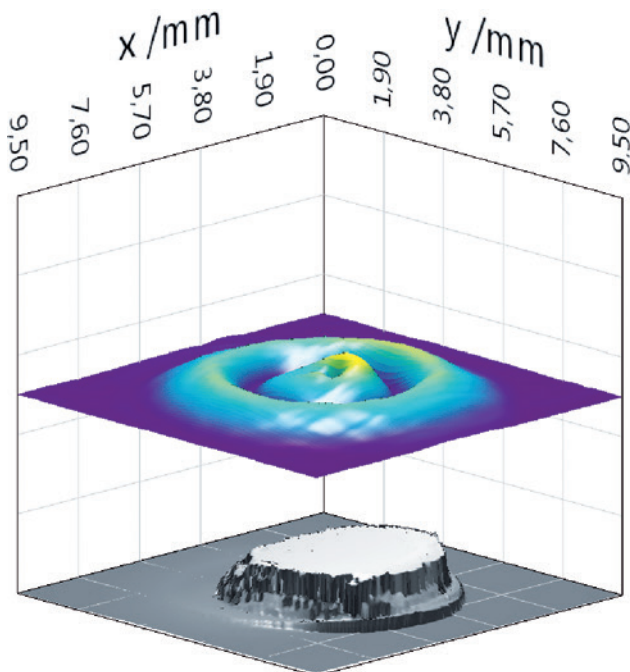


Bild 55: Vergleich von zerstörender Prüfung durch Torsion mit zerstörungsfreier Prüfung durch die bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte

Meinungen aus den Unternehmen

Stefan Kliché, MagCam NV, Leuven, Belgien:

„Dieses Forschungsvorhaben hat uns gezeigt, dass durch die Messung der Magnetfeldverteilung und durch innovative Algorithmen gute Rückschlüsse auf die Qualität von Punktschweißverbindungen gezogen werden können. Durch wissenschaftliche Untersuchungen wurde die Grundlage für eine in der Praxis und an Serienbauteilen gut umsetzbare zerstörungsfreie Prüfmethode geschaffen.“

René Dittrich, Geschäftsführer, IfU Diagnostic Systems GmbH, Lichtenau:

„Unsere Teilnahme am Projektbegleitenden Ausschuss empfinden wir jederzeit als Bereicherung, da wir immer auf dem aktuellen Stand der Untersuchungen waren und mit unserem Ultraschall-Vergleichssystem RSWA F1 eine Einordnung der neu entwickelten Prüfmethode vornehmen konnten.“

Dr. York Oberdörfer, Tessonics Europe GmbH, Frechen:

„In dem Forschungsvorhaben wurde ein interessanter Weg zur zerstörungsfreien Prüfung von Punktschweißverbindungen aufgezeigt. Es konnte wissenschaftlich fundiert nachgewiesen werden, dass die Bewertung von Widerstandsschweißpunkten mit Hilfe der bildgebenden Analyse der Remanenzflussdichte eine ähnliche Genauigkeit wie die etablierte bildgebende Ultraschall-

prüfung liefern kann. Vor dem Hintergrund der koppelmittelfreien Ankopplung kann die Weiterentwicklung dieser Methode für zukünftige Gerätekonzepte dienen.“

Thomas Himmler, Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Reutlingen:

„Wir werten die Ergebnisse als eine gute Grundlage, hieraus ein alternatives Verfahren zur Prüfung von Punktschweißverbindungen zu entwickeln und werden Anschlussvorhaben weiterhin unterstützen, diese Applikation auch intern weiterverfolgen, insbesondere unter dem Aspekt einer effizienten hoch automatisierten Prüfprozedur.“

Theresa Aumüller, BMW Group, München

„Im Rahmen des Forschungsvorhabens war von Beginn an geplant, Serienbauteile für Testzwecke zur Verfügung zu stellen, damit die Umsetzung und Validierung der Prüfmethode auch an Realbauteilen untersucht werden kann. Das positive Ergebnis lässt erwarten, dass zukünftig neue Methoden der zerstörungsfreien Prüfung entstehen können.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 2:

Erwärmungsverhalten der Kontaktzone beim Kondensatorentladungsschweißen unter Berücksichtigung der dynamischen Stromänderung und des Nachsetzverhaltens der Elektroden

(IGF-Nr. 18.987 BR / DVS-Nr. 04.069)

Laufzeit: 1. Januar 2016 – 31. Dezember 2017

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

Das KE-Schweißen wird vorwiegend für das Buckelschweißen eingesetzt. Es eignet sich für das Fügen von Bauteilen bis ca. 200 mm Durchmesser, die auch aus beschichteten oder schlecht schweißgeeigneten Werkstoffen oder Werkstoffkombinationen bestehen können.

Gegenstand des Forschungsvorhabens waren die hoch dynamischen Prozesse während des in wenigen Millisekunden ablaufenden KE-Schweißens, die zur Ausbildung der Schweißverbindung führen. Es wurde nachgewiesen, dass aufgrund der hohen Stromdichte Metalldampf in der Kontaktzone gebildet wird. Die Metallverdampfung ist mit einer Volumenexpansion verbunden und führt zum Entfernen von Verunreinigungen und Oxiden von den Grenzflächen der zu fügenden Baueile. Die so aktivierten Oberflächen werden aufeinandergespreßt, Schmelze wird verdrängt, und es entsteht eine stoffschlüssige Verbindung.

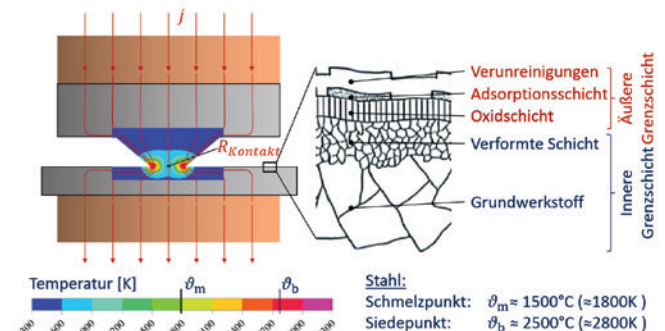


Bild 56: Stromlinienverlauf und Wärmeentwicklung im Einzelbuckel; Aufbau einer technischen Oberfläche

Der Prozess wurde durch Kopplung von diagnostischen und numerischen Methoden erforscht. Schweißversuche mit unter-

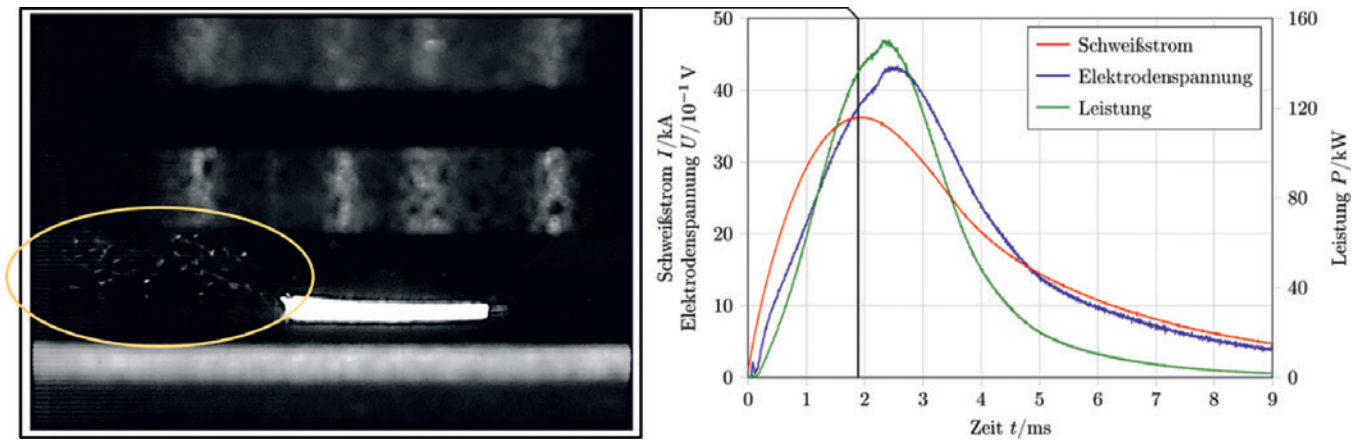


Bild 57: Beispielschweißung mit $E = 1000$ Ws und $F = 13.2$ kN, links: Hochgeschwindigkeitsaufnahme zum markierten Zeitpunkt mit markierten Mikrospritzern; rechts: Parameterverlauf

schiedlichen Buckelgeometrien, mit Aufzeichnung der Parameterverläufe und zeitsynchrone Hochgeschwindigkeitsaufnahmen sowie Prozesssimulationen liefern ein örtlich und zeitlich hoch aufgelöstes Abbild des Prozesses. **Bild 56** (vorherige Seite) zeigt die Verteilung der Stromdichte und die daraus resultierende Erwärmung eines Einzelbuckels. Durch die ungleichmäßige Stromdichte wird am Rand des Buckels die Verdampfungstemperatur bereits überschritten, während im Inneren der Schmelzpunkt noch nicht erreicht wurde.

Die Hochgeschwindigkeitsaufnahmen zeigen bei allen Versuchen kurz vor Erreichen des Strommaximums einen stoßartigen Auswurf von „Mikro“-Spritzern (**Bild 57**). Die Geschwindigkeit der „Mikro“-Spritzer kann auf ca. 50 m/s (180 km/h) abgeschätzt werden. Das beweist die Metallverdampfung, einhergehend mit einer sehr großen Volumenexpansion.

Mit Hilfe des vertieften Verständnisses zum Prozess und zur Verbindungsentstehung lässt sich nun auch die fehlende Ausbildung einer Schweißlinse bei vielen qualitätsgerechten Verbindungen erklären. Der Nachweis einer Schweißlinse im Querschliff ist somit kein Qualitätskriterium. Zudem kann durch diesen Ansatz der Prozess so gestaltet werden, dass die erforderliche Metallverdampfung eintritt, eine Überhitzung des Buckels, verbunden mit dem Austritt von großen Spritzern, jedoch vermieden wird. Das im Forschungsvorhaben erarbeitete Prozessverständnis hilft mittelständischen Unternehmen, das hoch effiziente KE-Schweißen in ihrer Fertigung einzusetzen.

Meinungen aus den Unternehmen

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Rusch, Kapkon GmbH, Bad Salzflun:

„Das Herausarbeiten eines neuen Prozessverständnisses für das KE-Buckelschweißen war für uns besonders wichtig. Bisher ließen sich zahlreiche Fragestellungen nicht beantworten: Warum lassen sich Spritzer beim KE-Schweißen nicht vermeiden? Warum findet das Verfahren keine Anwendung beim Punktschweißen? Warum entsteht beim Buckelschweißen keine Linse? Mit der neu entwickelten Theorie, deren Stichhaltigkeit im Vorhaben nachgewiesen wurde, können wir uns die Antworten selbst geben. Jetzt wissen wir, dass störende Schweißspritzer (die sich z. B. in das Gewinde einer Schweißmutter setzen) beim KE-Buckelschweißen nicht hingenommen werden müssen. Durch entsprechende Parameterwahl müssen wir eine ausreichende Metalldampfbildung zulassen und gleichzeitig störende Makrospritzer vermeiden. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens belegen eindeutig den Mechanismus der Bindung zwischen den

beiden Fügepartnern und verdeutlichen so, dass keineswegs ein Aufschmelzen an der Fugestelle notwendig ist.“

Bernd Rödter, NIMAK GmbH, Frankenthal / Wissen:

„Das Forschungsvorhaben führt zu einem deutlich erweiterten Verständnis zu der Verbindungsbildung von KE-Widerstandsschweißungen. Von besonderer Bedeutung sind die Untersuchungen, aus denen sich ergibt, dass die Verbindungen der Kurzzeitschweißungen keine Schweißlinse zeigen müssen. Auch das Prozessverständnis zur Metallverdampfung und der einhergehenden Aktivierung der Oberflächen führt zu neuen Erkenntnissen, die zukünftig das KE-Schweißen erweitern und absichern. Die Untersuchungen zum Einfluss der Nachsetzeinheit auf den Prozess, mit dem Variieren der Federraten und der Nachsetzmassen, können die Einsatzfelder für KE-Schweißanlagen nachhaltig steigern.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

04.075
19.899 B **Buckelschweißen von Aluminiumlegierungen mittels Kondensatorentladungsschweißen mit veränderlicher Kraft und kraftgesteuertem Auslösen der Entladung**

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

Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.899B>

04.076
20.424 B **Referenzsystem für die Bewertung magnetischer Felder im Bereich des Widerstandsschweißens zur Umsetzung der neuen EMF-Richtlinie 2013/35/EU**

Prof. Dr. med. Kraus, UKA Aachen

Prof. Dr.-Ing. Lindemann, IESY Magdeburg

Beginn: 01.12.2018 Laufzeitende: 31.05.2021

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.424B>

04.073
19.466 N **Entwicklung eines alternativen Fügeverfahrens zur wirtschaftlichen und prozesssicheren Herstellung von faserverstärkten Kunststoff-/Metallhybridstrukturen auf Basis des Widerstandsschweißverfahrens mittels integrierter metallischer Inserts**

Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Prof. Dr.-Ing. Hopmann, IKV Aachen

Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.466N>

04.067
19.878 B **Entwicklungen und Untersuchungen von Qualitätskriterien beim Kurzzeitwiderstandsschweißen mit hoher Wärmestromdichte**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.12.2017 Laufzeitende: 30.11.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.878B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

04.071
18.581 N **Untersuchungen zum Widerstandsbuckelschweißen zur Erzeugung elektrischer Al-Cu-Kontaktierungen**

Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 31.03.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.581N>

04.072
18.769 N **eRP-ProBe - Einfluss von Produktionsbedingungen auf das einseitige Widerstandspunktschweißen ohne Gegenlage**

Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.769N>

04.060
18.939 B **Untersuchungen zum Einfluss des Oberflächen- und Werkstoffzustandes auf die Widerstandspunktschweißbarkeit formgehärteter Bleche**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 30.04.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.939B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

04.070
19.208 B **Zerstörungsfreie Charakterisierung der Anbindungsfläche beim Widerstandspressschweißen durch bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte**

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

Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 30.09.2018

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.208B>

Fachausschuss 5 „Sonderschweißverfahren“



www.dvs-forschung.de/FA05

Vorsitzender Dr.-Ing. Axel Meyer

RIFTEC GmbH, Geesthacht

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Markus Weigl

Grenzebach Maschinenbau GmbH, Asbach Bäumenheim/Hamlar

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Ass. jur. Marcus Kubanek

T +49 211 15 91-120

F +49 211 15 91-200

marcus.kubanek@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V11 „Reibschweißen“

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

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 1:

Entwicklung eines Pressschweißverfahrens zum Fügen von Kupfer mit Aluminiumlitzen durch die kontrollierte Bildung eines Eutektikums

(IGF-Nr. 19.036 B / DVS-Nr. 05.068)

Laufzeit: 1. Februar 2016 – 31. Juli 2018

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

Mit den Ergebnissen aus dem Forschungsvorhaben werden den Anwendern und Anlagenherstellern von Pressschweißverfahren für Aluminium-Mischverbindungen Empfehlungen zur Erhöhung der Prozesssicherheit durch die gezielte Erzeugung eines niedrigschmelzenden Eutektikums bereitgestellt. Das Ziel, die stromtragende Kontaktfläche zu vergrößern und die Verbindungsfestigkeit zu erhöhen, wird durch die Benetzung aller Einzellitzen innerhalb eines Kabelquerschnittes mit der eutektischen Schmelze erreicht.

Die Übertragung und Optimierung des Rührreibpunktschweißprozesses auf technisch relevante Demonstratorgeometrien erfolgte im stirnseitigen Fügen von Aluminiumkabeln mit Kupferableitern. Das Werkzeug wurde dazu mit einem Pin und einer Schulter ausgeführt. Diese wurden so gestaltet, dass eine möglichst große plastische Verformung ohne Zerstörung des Ableiters eingeleitet wird. Der Kupfer-Ableiter wurde in Form einer Kappe ausgeführt, die auf das Kabel gesteckt und anschließend kraftschlüssig mit einer Crimpung verbunden wurde. Das Werkzeug taucht in die Stirnseite der Kappe ein, um die beiden Materialien zu schweißen. Dabei benetzt die entstehende Schmelze die einzelnen Litzen großflächig und füllt Hohlräume innerhalb der Kappe aus (Bild 58).

Die Versuche zeigten, dass die Drehzahl den größten Einfluss auf die Entstehung einer eutektischen Schmelzschicht und damit die Verbindungsfestigkeit hat (Bild 59).

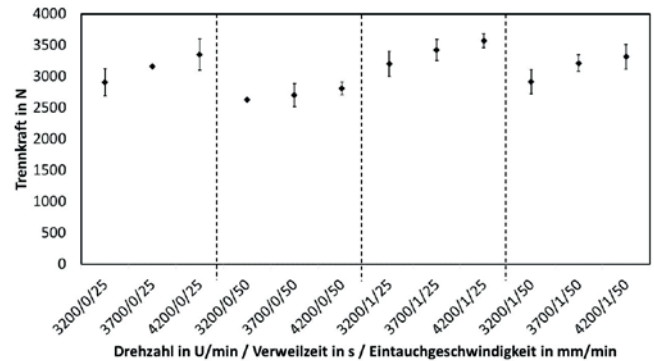


Bild 59: Trennkraft in Variation der Prozessparameter beim Rührreibpunktschweißen von Litze-Ableiterverbindungen

Um eine technisch nutzbare Verbindung zwischen Kupfer und Aluminium mit Widerstandspunktschweißen mit einer eutektischen Aufschmelzung im Bereich der Fügezone zu erreichen, ist eine gezielte Wärmeeinbringung erforderlich. Der Übertrag auf die Demonstrator-Geometrie zeigte in Abhängigkeit des Litzenkompaktierungsgrades zudem den notwendigen Einsatz einer Formelektrode. Ein hoher Verdichtungsgrad der Aluminiumlitze wirkte einem Aufspießen entgegen. Mit zunehmender Litzenbreite und der damit vergrößerten Anbindungsfläche konnten höhere Kräfte übertragen werden. Die Ausprägung der eutektischen Schmelze und die damit verbundenen mechanischen Eigen-

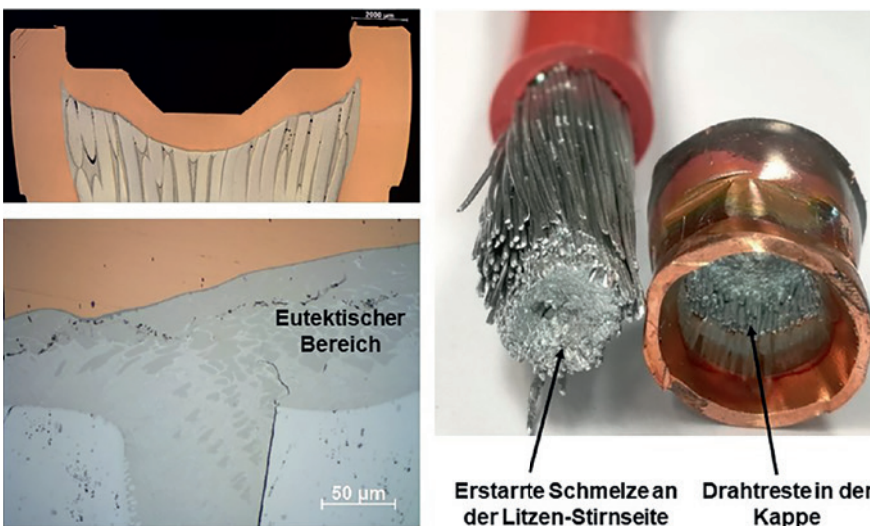


Bild 58: Rührreibpunktschweißte Verbindung aus Kupferkappe und Aluminiumkabel mit einem Querschnitt von 60 mm²

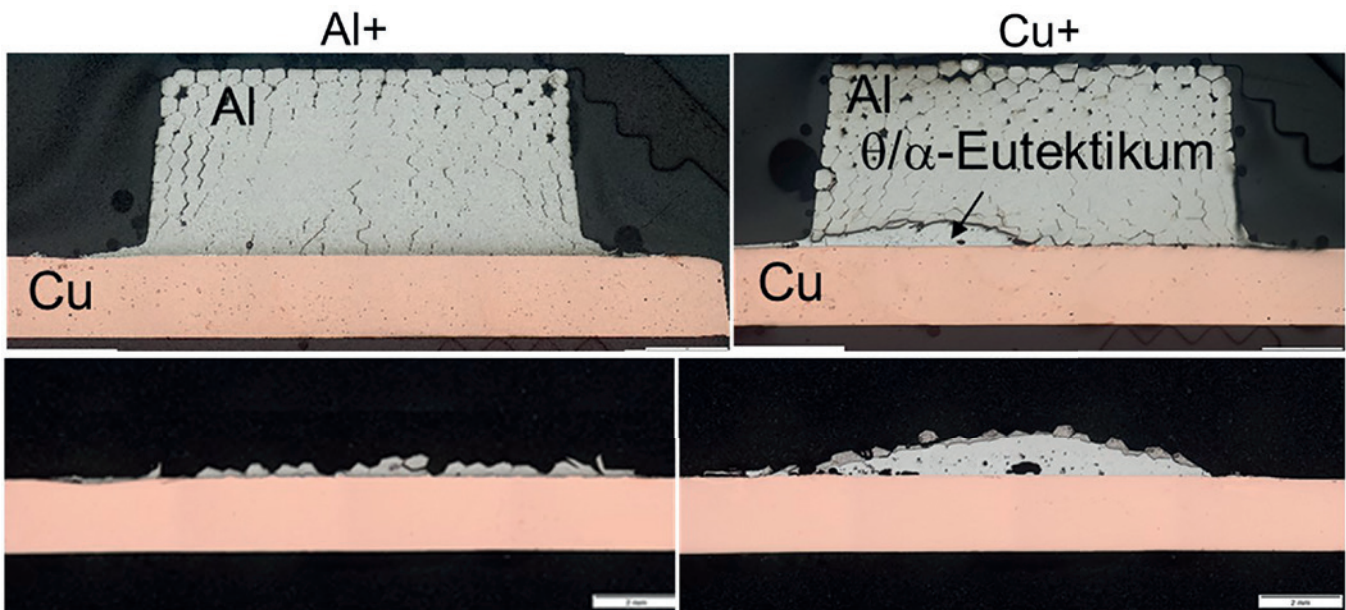


Bild 60: Fügezonenausbildung widerstandsgeschweißter Litze-Ableitverbindungen bei unterschiedlicher Polung; links Al+, rechts Cu+

schaften der Fügeverbindung stehen im direkten Zusammenhang mit der Maschinenpolung (Bild 60). Die Untersuchungen zeigten deutlich, dass die Bauteilanordnung so zu wählen ist, dass Aluminium an der positiven Polung anliegt. Dies führt zu einer duktileren Verbindung mit geringerem Sprödphasenanteil.

Dieser nimmt mit steigendem Wärmeeintrag stetig zu. Kupfer am positiven Pol der Maschinenseite führt hingegen zu einem größeren Strombereich.

Meinungen aus den Unternehmen

Dr.-Ing. Olaf Schwedler, Mansfelder Kupfer und Messing GmbH, Hettstedt:

„Der im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens stehende Fokus, die Metalle Kupfer und Aluminium thermisch und somit stoffschlüssig zu fügen, ist ein aktuelles und sehr bedeutsames Thema der Industrie. Der preisliche Vorteil und die geringe spezifische Dichte des Aluminiums ergeben in Verbindung mit den exzellenten Leitfähigkeitseigenschaften des Kupfers einen idealen Werkstoffmix für den zukünftigen Einsatz in der Halbzeug- und folgend in der Elektroindustrie, bei Automobilzulieferern sowie im Bereich der Kühltechnik. Im Vergleich zu den Gegebenheiten bei Laboruntersuchungen besitzen die zu fügenden Teile in der betrieblichen Praxis sehr unterschiedliche Oberflächeneigenschaften. Die hiermit gemeinten Einflüsse, wie Oxidschichten auf dem Ausgangsmaterial oder Verunreinigungen wie Schmutz oder Öl auf den Oberflächen, haben maßgeblich Einfluss auf den Schweißprozess und somit auf das Schweißergebnis. Diese herausgearbeiteten Erkenntnisse und abgeleiteten Abstellmaßnahmen bedeuten für die Umsetzung in der Industrie einen Zeit- und Kostenspareffekt. Ähnlich verhält es sich mit den Versuchen an Demonstratorbauteilen, die im Vergleich zu Versuchsschweißungen hinsichtlich Geometrie und Form- bzw. Lageabweichungen komplexer beschaffen sind.“

Dr.-Ing. Helmut Steinberg, Nexans autoelectric GmbH, Floss:

„Beim stoffschlüssigen Fügen von Aluminium und Kupfer ist die thermische Prozessführung entscheidend für die technologischen Eigenschaften der Verbindung. Im Rahmen des Vorhabens wurden Cu-Al Massivverbunde sowie Verbindungen aus Al-Litze und Cu-Massiv hergestellt. Untersucht wurden Widerstandspunkt-, Ultraschall- und Rührreibschweißungen mit variierten Prozessparametern. Anhand von Schliffbildern wurde nachgewiesen, dass sich zwischen beiden Materialien im Verbindungsbereich ein Eutektikum ausbildet. Durch die Temperaturführung konnte die Bildung von unerwünschten intermetallischen Cu-Al-Phasen vermieden werden, die zur Versprödung der Verbindung führen. Die Ergebnisse aus dem Vorhaben bringen neben einem grundlegenden Verständnis für die stoffschlüssige Verbindung zwischen Al und Cu mögliche neue Anwendungen, die dadurch erschlossen werden können.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 2:

Entwicklung eines Reibgesetzes zur Erfassung des Drehzahleinflusses bei der Reibschweiß-Prozesssimulation

(IGF-Nr. 18.966 BR / DVS-Nr. I2.022)

Laufzeit: 1. Januar 2016 – 31. Mai 2018

Prof. Dr.-Ing. S. Jüttner, Jüttner, Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF), OvGU Magdeburg

Das Ziel des Forschungsvorhabens war die wirtschaftliche Bereitstellung von werkstoff- und geometriespezifischen Prozessparameterkarten für den direkt angetriebenen Rotationsreibschweißprozess unter Anwendung einer prädiktiven Reibschweißprozesssimulation aus Gründen der Wirtschaftlichkeit (Bild 61) für zwei unterschiedliche Werkstoff- und Geometriekombinationen.

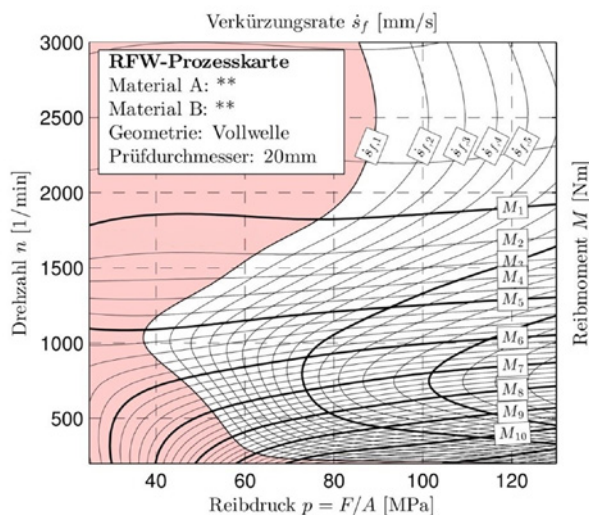


Bild 61: Exemplarische Prozessparameterkarte für den direkt angetriebenen Rotationsreibschweißprozess

Der Vorteil der neuen und innovativen Parametrierungsform ist, dass vor Prozessauslegung eben solche Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und -größen hergestellt und die Ergebnisse visualisiert aufbereitet sind, wodurch eine zielorientierte Prozessentwicklung unter Zuhilfenahme eines Parametrierungswerkzeuges stattfinden kann.

Als notwendiger Zwischenschritt zur Nutzung der prädiktiven Reibschweißprozesssimulation für die Analyse eines solch umfangreichen Parameterraums wurde die Anpassung des der Simulation hinterlegten EDT-Reibmodells („Exponential decay of transition“), einem Coulomb'schen Reibgesetz mit temperaturabhängiger Begrenzung der übertragbaren Schubspannungen und Berücksichtigung der Norton-Ansätze, notwendig, da zwischen Experiment und Simulation eine drehzahlabhängige Divergenz der Gleichgewichtsverkürzungsrate beobachtet werden konnte (Bild 62). Die vermutete Ursache hierfür war die damalige Nichtberücksichtigung der drehzahlabhängigen Schlupfgeschwindigkeit im der Simulation hinterlegten EDT-Reibmodell.

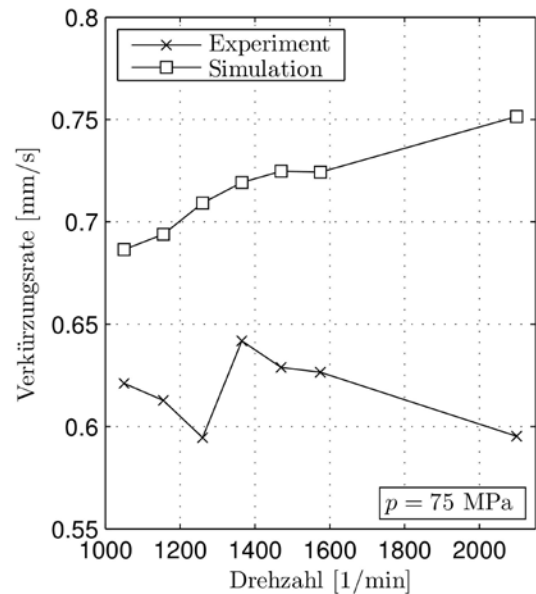


Bild 62: Vergleich der Gleichgewichtsverkürzungsrate (Verkürzungsrate in der stationären Reibphase) in Abhängigkeit von der Drehzahl bei konstantem Reibdruck zwischen Experiment und Reibschweißprozesssimulation bei standardmäßigem EDT-Reibmodell

Der Reibschweißprozesssimulation wurde für beide untersuchten Werkstoffkombinationen (Cf53 – Cf53 und Cf53 – 20MoCr4) ein experimentell ermitteltes Werkstoffmodell, welches die relevanten thermodynamischen als auch thermomechanischen Werkstoffeigenschaften beschreibt, hinterlegt.

Die anschließende Modellvalidierung zeigte unabhängig von der Werkstoffkombination eine signifikante Korrelationssteigerung zwischen Experiment und Simulation hinsichtlich der Zielgröße der Gleichgewichtsverkürzungsrate.

Durch das gewählte Vorgehen wurde gezeigt, dass sich mit Hilfe der Reibschweißprozesssimulation wirtschaftlich werkstoff- und geometriespezifische Prozessparameterkarten für den Rotationsreibschweißprozess ableiten lassen. Diese können direkt vom Personal zur Maschineneinrichtung zur Prozessparametrierung genutzt oder durch Anwendung der Prozesssimulation für den individuellen Anwendungsfall vorab berechnet werden. Die Prozesssimulation ist somit ein geeignetes Hilfsmittel, zukünftig Prozesse im Rahmen der Vorentwicklung effektiver und somit ökonomischer auszulegen.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden direkt in das Merkblatt DVS 2909-1 „Reibschweißen von metallischen Werkstoffen – Rotationsreibschweißen: Verfahren, Begriffe / Definitionen,

Werkstoffe“ überführt. Von der zukünftig vereinfachten Herangehensweise der Prozessparametrierung partizipieren sowohl Technologieanwender als auch Maschinenhersteller.

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing. Fritz Luidhardt, Harms & Wende GmbH & Co. KG, Hamburg:

„Die Nachfrage nach dem Rotationsreibschweißen im Bereich Industrie und Automotive steigt in den letzten zwei Jahren stetig an. Der Bedarf an Reibschweißverbindungen für rotations-symmetrische Bauteile in Mischbauweise gewinnt zunehmend an Bedeutung. Das Reibschweißen ist schnell, sicher und qualitativ reproduzierbar. Das erfolgreiche Forschungsvorhaben ist eine praktische Lösung, die den „Try and Error“ Aufwand bei der Parametrierung kundenspezifischer Vorversuche reduziert. Die klassische Vorgehensweise durch Vorversuche erfordert Zeit, Material und Personal. An die endgültigen Parameter muss man sich langsam herantasten. Die erstellten Prozessparameterkarten sind zum ersten Mal für das Rotationsreibschweißen kompakt und umfangreich dargestellt und stellen somit ein hilfreiches Werkzeug dar, um Parameterfenster bei bestimmten Werkstoffkombinationen und Bauteilgeometrien schnell und präzise zu definieren. Die Ergebnisse aus diesen informativen Karten sind für eine mittelständische Firma wie Harms & Wende GmbH & Co.KG von großer Bedeutung.“

Dr.-Ing. David Schmicker, IFA/EPD Engineering Platform Development, IFA Group, Haldensleben:

„Die Intensität zur Nutzung computergestützter Werkzeuge wie die Reibschweißprozesssimulation erhöht sich unter den steigenden technischen, wirtschaftlichen und zeitlichen Randbedingungen in der Prozessvorentwicklung im Automotive-Bereich stetig. Das Forschungsvorhaben zeigte auf anschauliche Art und Weise, wie simulative Werkzeuge erfolgreich für die Vorentwicklung von Reibschweißprozessen eingesetzt werden können. Die erstellten Prozessparameterkarten sind ein anschauliches und innovatives Hilfsmittel, Zusammenhänge zwischen Maschineneinstell- und -reaktionsparametern in Beziehung zueinander zu setzen, wodurch der Zeit- und Kostenaufwand für die Prozessparametrierung insbesondere auch für mittelständische Unternehmen reduziert werden kann. Darüber hinaus erfolgte ein Beitrag zur Weiterentwicklung des numerischen Reibmodells der Reibschweißprozesssimulation, was deren prädiktiven Einsatzbereich erweitert. Die Ergebnisse aus diesem erfolgreichen Projekt sind für unsere Arbeit von großem Wert.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

- 05.079
00.218 E **Akustisches Monitoring als prozessbegleitende Qualitätssicherungsmethode bei Pressschweißverfahren**
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Prof. Dr. Hensel, Universität Kassel
Beginn: 01.03.2018 Laufzeitende: 29.02.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.218E>
- 05.059
19.728 N **Erweiterung der Spaltüberbrückbarkeit und Vermeidung von linienförmigen Ansammlungen in der Schweißnaht durch den Einsatz von Werkzeugen mit mehreren Schweißstiften**
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.728N>
- 05.057
20.022 B **Untersuchungen zum ultraschallunterstützten Rührreibschweißen von Titan/Titan-Verbunden und Titan/Stahl-Mischverbunden**
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz (Vwst)
Beginn: 01.06.2018 Laufzeitende: 31.05.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.022B>

- 05.080
20.161 N **Systemidentifikation und Monitoring von Metall-Ultraschallschweißprozessen**
Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Corves, IGM Aachen
Beginn: 01.05.2018 Laufzeitende: 31.10.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.161N>
- 05.3052
20.217 N **Untersuchungen zu Umformeingenschaften von rührreibgeschweißten Mischverbindungen**
Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
Prof. Dr.-Ing. Hirt, RWTH Aachen
Beginn: 01.08.2018 Laufzeitende: 31.01.2021
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.217N>
- 05.3030
20.240 N **Untersuchungen und Weiterentwicklung stoffschlüssiger Fügevorgänge zum Verbinden von additiv gefertigten Bauteilen**
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 31.10.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.240N>

05.082
20.376 B **Erarbeitung von Bewertungsstrategien für ultraschallgeschweißte Aluminiumlitzen-Verbindungen**

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

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz (Vwst)

Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 31.10.2020

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.376B>

05.076
19.516 N **Entwicklung einer prozessmomentbasierten Temperaturregung für das Rührreibschweißen (MobaReg)**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, iwB Garching

Beginn: 01.05.2017 Laufzeitende: 31.12.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.516N>

05.072
19.566 B **Einfluss des Verhältnisses aus Drehrichtung und Geschwindigkeit am FSW-Werkzeug auf die Ermüdungsfestigkeit von Al-Legierungen (FSW-Fatigue)**

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

Prof. Dr.-Ing. Walther, WPT Dortmund

Beginn: 01.10.2017 Laufzeitende: 30.09.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.566B>

05.070
19.729 N **FriCoat – Untersuchungen zum Rührreibschweißen von beschichteten Aluminiumblechen**

Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.10.2017 Laufzeitende: 30.09.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.729N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

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

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

Beginn: 01.11.2016 Laufzeitende: 31.01.2019

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

05.067
19.389 N **Steigerung der industriellen Anwendbarkeit des Rührreibschweißens durch ein wissensbasiertes und anwenderfreundliches Bedienkonzept**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, iwB Garching

Prof. Dr.-Ing. Middendorf, IFB Stuttgart

Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 31.08.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.389N>

05.065
19.396 N **Untersuchungen zum Einfluss der Oberflächentopographie und Korrosion auf die Schwingfestigkeit magnetpuls geschweißter Stahl/Aluminium Hybridbleche**

Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel

Prof. Dr.-Ing. Walther, WPT Dortmund

Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 30.11.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.396N>

05.073
19.434 N **Punktschweißkleben höherfester Dickblechaluminiumverbindungen**

Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel

Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.434N>

05.061
19.485 B **Erarbeiten von Prozessstrategien zum Ultraschallschweißen von Kupfer mit Aluminium unter Berücksichtigung der metallischen Überzüge**

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

Beginn: 01.07.2017 Laufzeitende: 30.06.2019

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.485B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

12.022
18.966 B **Entwicklung eines Reibgesetzes zur Erfassung des Drehzahleinflusses bei der Reibschweißprozesssimulation**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 31.05.2018

Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.966B>

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

Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle

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

Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.07.2018

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

Fachausschuss 6 „Strahlverfahren“



www.dvs-forschung.de/FA06

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

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

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
M. Sc. Marvin Keinert
T +49 211 15 91-188
F +49 211 15 91-200
marvin.keinert@dvs-hg.de

Veranstaltungen

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission IV „Schweißen mit hoher Energiedichte“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

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

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

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

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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben:

Steigerung der Prozesseffizienz beim Laserstrahllöten (SPL)

(IGF-Nr. 18.386 N / DVS-Nr. 06.093)

Laufzeit: 1. April 2015 – 31. März 2017

Prof. Dr.-Ing. F. Vollertsen, BIAS – Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH, Bremen

In diesem Forschungsvorhaben wurde nachgewiesen, dass mit Hilfe einer neuartigen Anordnung von Laserstrahl und Drahtachse beim Laserstrahllöten die vom Zusatzwerkstoff reflektierte Laserstrahlung erstmalig nutzbringend zur Vorwärmung verwendet werden kann. Dadurch wurde die Prozesseffizienz erhöht, eine Steigerung der Lötgeschwindigkeit und Abschmelzleistung sowie eine Verbesserung der Benetzungseigenschaften erzielt. Gezeigt wurde dies für das Löten verzinkter Karosseriebleche mit Kupferbasis-Zusatzwerkstoff. Bei der neuartigen Anordnung von Laserstrahl und Drahtachse ist der Einstrahlwinkel des Laserstrahls flacher als der Winkel des schleppend zugeführten Zusatzdrahtes, wodurch vom Draht reflektierte Strahlung in den Vorlauf der Benetzung gerichtet wird (**Bild 63**). In dieser Prozessanordnung konnten zwischen 24 % und 37 % der eingestrahelten Laserleistung für die Vorwärmung der Fugestelle genutzt werden, wodurch vergleichbare Benetzungseigenschaften erreicht wurden, wie bei einem deutlich aufwändigeren

Zweistrahllötprozess, bei dem die Fugestelle mit einem zusätzlichen Laserstrahl separat vorgewärmt wird. Dank der zusätzlichen Vorwärmung wurden die Prozessgrenzen des Einstrahl-lötens deutlich erweitert. Verglichen mit dem Laserstrahl-löten in konventioneller Anordnung wurde eine Steigerung der Lötgeschwindigkeit und der Abschmelzleistung auf ≥ 9 m/min bzw. auf ≥ 5 kg/h erzielt.

Die Übertragbarkeit des neuen Ansatzes in die Anwendung wurde anhand von praxisnahen Bördelstoß- und Überlappstoß-lötungen sowie 2D-Funktionsmustern mit Konturenradien von ≥ 5 mm demonstriert. Dank der hohen erreichbaren Prozessgeschwindigkeit von 0,5 m/min und 12 m/min wird ein sehr geringer Wärmeeintrag erreicht, sodass neben den typischerweise laserstrahlgelöteten verzinkten Karosserieblechen auch weitere Werkstoffe mit hoher Qualität gelötet werden können, wie anhand von Edelstahlfeinblechen demonstriert.

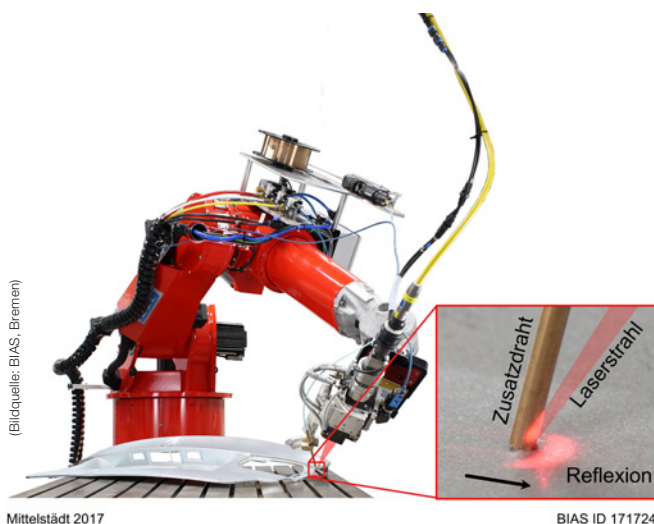


Bild 63: Versuchsaufbau zum Löten in neuartiger Anordnung von Strahl und Drahtachse und Detailaufnahme des freien Drahtendes mit Projektion des Pilotlasers

(Bildquelle: BIAS, Bremen)

Mittelstadt 2017

BIAS ID 171724

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl. Wirtschaftsingenieur René Plewa, Scansonic MI GmbH, Berlin:

„Der Vorteil des Laserstrahllötlens besteht in einem vergleichsweise sehr geringen Wärmeeintrag mit dementsprechend geringem Verzug sowie dem vergleichsweise geringen Nacharbeitsaufwand. Um das Verfahren auch in anderen Anwendungen erfolgreich etablieren zu können, sind eine Steigerung der Prozesseffizienz und die Übertragbarkeit auf weitere Werkstoffe zwingend erforderlich. Die in diesem Forschungsvorhaben erreichten Ergebnisse, die eine deutliche Qualitätssteigerung als auch einen wesentlichen größeren Bereich an Prozessgeschwindigkeiten im Ergebnis brachten, sind für Scansonic als Marktführer im Bereich Systemtechnik für das Laserstrahllöten von hoher Wichtigkeit und sollen weiter untersucht werden, da sich daraus gute Chancen ergeben, das Verfahren auch in der Zukunft insbesondere bei neuen Applikationen und Werkstoffen zu etablieren.“

Dipl.-Ing. Yvonne Gürtler, TRUMPF Laser und Systemtechnik GmbH, Ditzingen:

„Dass eine Vorwärmung des Fügebereiches eine positive Wirkung auf den Gesamtprozess hat, konnte in diesem Projekt erfolgreich nachgewiesen werden. Die Machbarkeit ohne zusätzliche Betriebsmittel, allein durch eine veränderte Anordnung von Strahl und Draht, eröffnet die Chance, in den Serienfertigungen Effizienzsteigerungen zu erreichen, ohne zusätzliches Equipment beschaffen zu müssen. Die durch dieses Setup realisierte sehr gute Benetzung zeigt gute Festigkeitseigenschaften bei geringem Wärmeeintrag, was zusammen genommen Anwendungsfelder auch außerhalb des Automobilbaus denkbar macht.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

06.097
19.933 N **Fugenvorgeregulation für das Fügen mit Laserstrahlung mittels koaxialer texturbasierter Bildverarbeitung**

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

Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.01.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.933N>06.118
19.940 N **Laserstrahlschweißen verzinkter Stahlbleche im Überlappstoß mit Mehrbadtechnik – MultiZink**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.07.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.940N>06.3046
19.941 N **Steigerung der Standzeiten von Mikroabformwerkzeugen durch den Einsatz laserdispersierter MMC-Werkstoffschichten**

Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Uhlmann, IPK Berlin

Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.07.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.941N>06.109
19.961 N **Zeitlich und örtlich geregelte Temperaturfelder bei der Materialbearbeitung mit dem Elektronenstrahl und Laserstrahl „StrahlClosedLoop“**

Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Prof. Dr. phil. Graf, IFSW Stuttgart

Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.07.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.961N>06.3047
19.987 N **Laserstrahllöten mit oszillierendem Kaltdraht zur Verbesserung der Nahtqualität**

Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen

Beginn: 01.03.2018 Laufzeitende: 29.02.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.987N>06.119
20.023 B **Strategien zur Wärmeentkopplung beim gepulsten Laserstrahlauftragschweißen von Nickelbasisbauteilen zur Steigerung der Produktivität**

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

Beginn: 01.07.2018 Laufzeitende: 31.12.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.023B>06.112
20.070 N **Laserstrahlschweißen von Gusseisen mit induktiver Temperaturführung sowie oszillierender Strahlführung (LaserCast)**

Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel

Beginn: 01.08.2018 Laufzeitende: 31.07.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.070N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

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

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

Prof. Dr. Sinzinger, Techn. Optik TU Ilmenau

Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 31.01.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.582B>

- 06.095
18.828 N **Laser-Plasma-Auftragschweißen als hybrides Beschichtungsverfahren für hohe Auftragraten mit geringer thermischer Belastung**
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Uhlmann, IPK Berlin
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.828N>
- 06.106
19.228 N **Verbesserung der Nahtigenschaften von Laserschweißverbindungen an dickwandigen Strukturen mittels laseraufgetragenen Pufferschichten**
Prof. Dr.-Ing. Rethmeier, BAM 9.3 Berlin
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.228N>
- 06.114
19.435 N **Schweißen und Löten von Al-Legierungen mittels NV-EBW und Einsatz von Zusatzwerkstoff bei geringer Beschleunigungsspannung (Low Acceleration Voltage – LAV)**
Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.435N>
- 06.110
19.467 N **Prädiktion von Schweißparametern für das Elektronenstrahlschweißen und das Laserstrahlschweißen unter Vakuum durch inverse Nutzung eines Ersatzmodells**
Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.467N>
- 06.104
19.565 N **Verfahren zum fehlerfreien Laserstrahl-Hybridschweißen von geschlossenen Rundschweißnähten**
Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Uhlmann, IPK Berlin
Beginn: 01.09.2017 Laufzeitende: 29.02.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.565N>
- 06.111
19.626 N **Laserstrahlschweißen verdeckter T-Stöße durch anforderungsgerechte Kantenvorbereitung und Positionsregelung**
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen
Beginn: 01.07.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.626N>
- 06.100
19.674 N **Kontrolliertes Laser-Heißdrahtbeschichten**
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen
Beginn: 01.09.2017 Laufzeitende: 31.08.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.674N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

- 06.102
18.840 N **Einfluss der Schwankungen von Kathodeneigenschaften auf die Strahlqualität und das Schweißergebnis beim Elektronenstrahlschweißen**
Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Beginn: 01.10.2015 Laufzeitende: 31.03.2018
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.840N>

Fachausschuss 7 „Löten“



www.dvs-forschung.de/FA07

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

Stellvertretender Vorsitzender Franz Wetzl
Robert Bosch GmbH, Renningen

**Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Dipl.-Ing. Michael M. Weinreich**
T +49 211 15 91-279
F +49 211 15 91-200
michael.weinreich@dvs-hg.de

Veranstaltungen

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission XVII „Hartlöten, Weichlöten und Diffusionsschweißen“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

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

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

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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 1:

Untersuchung der Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen von Eisenbasisloten

(IGF-Nr. 18.284 B / DVS-Nr. 07.076)

Laufzeit: 1. Juli 2014 – 30. Juni 2017

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

Ziel des Forschungsvorhabens war es zum einen, die im Vorgängerprojekt (AiF 15.405 B) entwickelten Eisenbasislote Fe I, Fe II und Fe III hinsichtlich ihrer Gefüge-Eigenschaftsbeziehungen zu untersuchen, zum anderen die Korrosionsuntersuchungen nach DIN EN 15664 systematisch fortzuführen, um den Nachweis der Einsatzfähigkeit der häufig eingesetzten Nickelbasislote wie auch der entwickelten niedrigschmelzenden Eisenbasislote für den Trinkwasserbereich zu erbringen (siehe Prüfstand, **Bild 64**).



Bild 64: Trinkwasserprüfstand nach DIN EN 15664 mit automatischem Probennehmer.

Hierdurch besteht die Möglichkeit, die Lotwerkstoffe auf die Liste der unbedenklichen Werkstoffe aufzunehmen und eine europaweite Zulassung zu gewährleisten. Das Spaltfüllvermögen der Lote Fe I und Fe III ist vergleichbar mit dem Standardlot Ni 650. Die mechanischen Eigenschaften von mit Fe I und Ni650

gelöteten Verbindungen sind bei allen untersuchten Spaltbreiten vergleichbar, siehe **Bild 65**.

Die mit Fe III hergestellten Verbindungen weisen geringere Festigkeiten mit größeren Streubreiten auf. Die Korrosionsuntersuchungen zeigen, dass die untersuchten Eisenbasislote im Vergleich zum Nickelbasislot Ni650 eine ähnliche Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Hinsichtlich der Nickelionenabgabe ins Trinkwasser wurde festgestellt, dass die untersuchten Eisenbasislote für die Herstellung von Baugruppen im Trinkwasser- und Lebensmittelbereich geeignet sind.

Die Ergebnisse der in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen bestätigen, dass die entwickelten niedrigschmelzenden Eisenbasislote zu den bislang häufig eingesetzten Nickelbasisloten konkurrenzfähig sind.

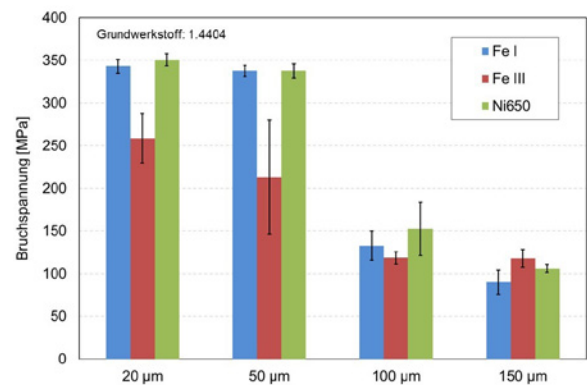


Bild 65: Bruchspannungen der Lötverbindungen in Abhängigkeit der Spaltbreite, Grundwerkstoff: 1.4404.

Meinungen aus den Unternehmen

Norbert Janissek, Innobraze GmbH, Esslingen:

„Die Entwicklung von Alternativen zu Nickelbasisloten ist für viele Industriezweige wirtschaftlich und technisch bedeutend. Begründen lässt sich dies nicht nur mit dem Rohstoffpreis, sondern auch mit den Nachteilen, die mit dem Einsatz von Nickelbasisloten verbunden sind. Charakteristisch ist hier die starke Abhängigkeit der Verbindungseigenschaften und somit der Bauteilqualität von der Lötspaltbreite. Durch die systematische Untersuchung der mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit der Lötspaltbreite wird die Überführung von Eisenbasisloten in die industrielle Praxis erleichtert.“

Matthias Funke, Kelvion Brazed PHE, Nobitz:

„Für Hersteller von Plattenwärmeübertragern für Trinkwasseranwendungen ist die Korrosionsbeständigkeit von essenzieller Bedeutung. Deshalb kommen hoch chrom- und nickelhaltige Lot- und Grundwerkstoffe zum Einsatz. Da insbesondere Nickel bereits in geringen Mengen gesundheitsschädigende Wirkungen haben kann, ist es notwendig, die Metallionenmigration gelöteter Baugruppen nach DIN EN 15664 systematisch zu untersuchen. Die Ergebnisse der im Forschungsvorhaben durchgeführten Langzeittests ermöglichen die zeitnahe Etablierung von Eisenbasisloten im Bereich trinkwasserkontakterter Baugruppen.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 2:

Verbesserung der Gebrauchseigenschaften hochtemperaturgelöteter Verbindungen durch thermodynamisch angelegte Temperatur-/Zeitzyklen

(IGF-Nr. 17.776 N / DVS-Nr. 07.071)

Laufzeit: 1. Januar 2014 – 31. März 2017

Prof. Dr.-Ing. habil. J. Wilden, Hochschule Niederrhein, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Funktionswerkstoffe und Beschichtungen, Krefeld

Univ.- Prof. Dr. rer. nat. W. Müller, TU Berlin, Institut für Mechanik, Fachgebiet Kontinuumsmechanik und Materialtheorie, Berlin

Beim Hochtemperaturlöten mit Nickelbasisloten besteht seit langem das Problem der Bildung spröder Phasen in der Lötnaht. Dieses ist nur für wenige Einzelfälle gelöst. Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Gebrauchseigenschaften dieser Verbindungen nachhaltig zu verbessern und die gewonnenen Erkenntnisse in die industrielle Praxis zu überführen. Dazu wurden Verbindungen der Lote Ni 620, Ni 650 und B-Ni60CrPSi-980/1020 mit den Stählen 1.2343, 1.4301, 1.4404 und 16Mo3 untersucht. Da diese Werkstoffe kommerziell verfügbar sind und heute zum Hochtemperaturlöten eingesetzt werden, ist die industrielle Umsetzung begünstigt.

Auf Grundlage thermodynamischer Simulationen und Diffusionsberechnungen wurden für die betrachteten Verbindungen optimale Temperatur-/Zeitzyklen bestimmt. Diese wurden anhand von Lötproben hinsichtlich ihrer mechanisch-technologischen Eigenschaften sowie metallografischer Untersuchungen evaluiert. In dem Forschungsvorhaben wurde nachgewiesen, dass Lötungen, die nach optimierten Zyklen gefertigt wurden, eine signifikant höhere Verbindungsfestigkeit aufweisen als ihre konventionellen Äquivalente. Es werden Festigkeiten im Bereich der Grundwerkstoffe erreicht (Bild 66).

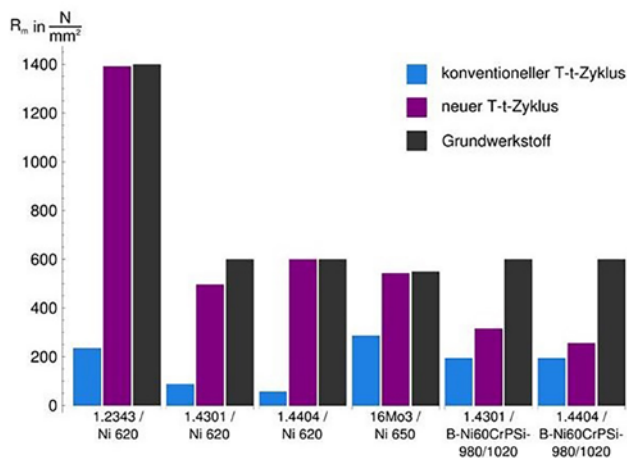


Bild 66: Vergleich der Zugfestigkeiten von Lötverbindungen nach konventionellen und neuen Temperatur-/Zeitzyklen sowie der zugehörigen Grundwerkstoffe

Ferner zeigten die metallografischen Untersuchungen, dass die entstandenen Lötnahte in der Regel frei von spröden Phasen und anderen Fehlstellen sind (Bild 67). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch die erarbeiteten Resultate die Gebrauchseigenschaften von Hochtemperaturlötverbindungen nachhaltig verbessert wurden.

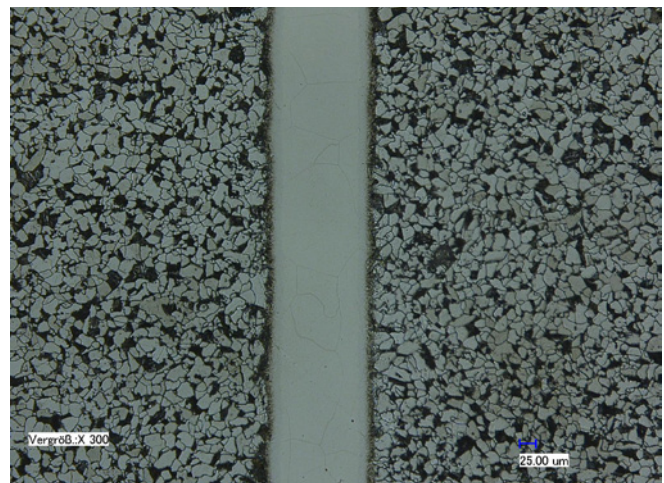


Bild 67: Lichtmikroskopische Aufnahme der Lötverbindung Ni 650-16Mo3, gelötet bei 1220 °C, 70 min, und anschließend Normalisiert bei 930 °C, 30 min

Meinungen aus den Unternehmen:

Dipl.-Ing. Ingo Reinkensmeier, Siemens AG, Power and Gas Division, Products, Manufacturing Competitiveness, Berlin:

„In Anlagen zur Energieerzeugung sind heute Schweißverbindungen Stand der Technik, obgleich die Bauteilfertigung infolge der lokalen Wärmeeinbringung und der daraus resultierenden thermisch induzierten Eigenspannungen sowie veränderten Festigkeiten in der Wärmeeinflusszone anspruchsvoll ist. Hochtemperaturlötverbindungen mit Nickelbasisloten bieten vielfältige Vorteile, wenn es gelingt, die Bildung von Sprödphasen auch bei größeren Spaltbreiten zu vermeiden. Mit dem im Forschungsvorhaben verfolgten thermodynamisch fundierten Ansatz zur Auslegung von Lötzyklen kann die Bildung spröder Phasen sicher vermieden werden. Im Ergebnis wurde die Festigkeit bei dem von uns eingesetzten Werkstoff 16Mo3 verdoppelt und damit auf das Niveau des Grundwerkstoffes gesteigert. Die entwickelten Lötzyklen befinden sich in der industriellen Umsetzung. Basierend auf den Forschungsergebnissen werden weitere Temperatur-Zeitzyklen für Nickelbasislegierungen zum Löten von Gasturbinen-Brenner-Komponenten entwickelt.“

Dr.-Ing. Manfred Boretius, Listemann Technology AG, Benden/LI:

„Im industriellen Alltag löttechnischer Betriebe stellen die Nickelbasislote quasi die „Allzweckwaffe“ dar. Mit diesen Loten hergestellte Verbindungen zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit, gute Korrosionsbeständigkeit, Kompatibilität mit Wärmebehandlungstemperaturen und ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis aus. Nachteilig ist die Abhängigkeit der Eigenschaften von der Spaltbreite, was einen hohen Aufwand bei der Vorbereitung der Fügepartner verursacht. Das Forschungsvorhaben hat gezeigt, dass sich durch Anwendung thermodynamischer Simulationen und Diffusionsberechnungen dieses Hauptproblems reduzieren oder sogar vermeiden lässt. Die daraus resultierenden Prozessoptimierungen haben zu einer bemerkenswerten Verbesserung der Anwendungseigenschaften geführt. Nun ist es uns als industrieller Dienstleister möglich, das Löten mit Nickelbasisloten auch für höchstbeanspruchte Bauteile anzuwenden und so neue Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen und die eigene Wettbewerbsposition zu stärken.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

- 07.088
19.839 N **Entwicklung von Kupfer-Aluminium-Verbundloten zur in situ-Bildung von CuAl-Lotlegierungen beim Ofenlöten von CrNi-Stählen**
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.839N>
- 07.085
19.894 B **Einfluss von fertigungstechnischen und geometrischen Parametern auf die Betriebstauglichkeit lichtbogengelöteter verzinkter Stahlkonstruktionen $t > 3$ mm**
Prof. Dr. Flügge, IGP Rostock
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.894B>
- 07.2260
20.021 N **Prozessüberwachung beim Löten großflächiger Fügeverbunde**
Prof. Dr.-Ing. Tillmann, LWT Dortmund
Beginn: 01.03.2018 Laufzeitende: 29.02.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.021N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

- 07.087
18.796 B **Hybrid-Reibbeschichten zur Applikation des Lotes**
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 31.08.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.796B>

- 07.083
19.201 N **Optimierung von Hartmetall-Stahl-Lötverbindungen hinsichtlich Festigkeit, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit durch Verbesserung der Prozesskontrolle beim Induktionslöten**
Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.201N>
- 07.086
19.242 N **Herstellung und Applikation thermoplastumhüllter Lotpartikel für die löttechnische Fertigung mit pulverförmigen Hartloten**
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
Beginn: 01.02.2017 Laufzeitende: 31.01.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.242N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

- 07.084
19.056 B **Untersuchungen zum Einfluss von Stickstoff in der Lötatmosphäre auf die Lebensdauerfestigkeit Ni-Basis-gelöteter Cr-Ni-Stahl-Verbindungen unter korrosiver Belastung**
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz (Vwst)
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 30.09.2018
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.056B>

Fachausschuss 8 „Klebtechnik“



www.dvs-forschung.de/FA08

Vorsitzender Dipl.-Ing. Peter Hellwig
Siemens AG, Krefeld

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Horst Stepanski (bis 31.12.2018)
Stepanski Engineering, Leverkusen

Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“



Vorsitzender des Vorstands Dr.-Ing. Hans Christian Schmale
Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter

Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands Dr. Wolfgang Wittwer
Kömmerling Chemische Fabrik GmbH, Pirmasens

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Ass. jur. Marcus Kubanek
T +49 211 15 91-120
F +49 211 15 91-200
marcus.kubanek@dvs-hg.de

Veranstaltungen

Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

In der Forschungsvereinigung des DVS

- FA 11 „Kunststofffügen“

www.dvs-forschung.de/FA11

Tragende AiF-Mitgliedsvereinigungen des Gemeinschaftsausschusses „Klebtechnik“

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



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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

Dr.-Ing. Horst Stepanski wirkte seit 2003 als stellvertretender Vorsitzender im Fachausschuss 8 „Klebtechnik“ der Forschungsvereinigung des DVS mit. Seit 2005 gab Herr Stepanski als aktives Mitglied im Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“ wichtige Impulse und Anregungen in die Arbeit des Gremiums, und hat viele Forschungseinrichtungen bei der Ausarbeitung und Durchführung ihrer Vorhaben auf dem Weg zum Erfolg begleitet. Das gilt ebenso für seine Tätigkeit im Vorstand des Gemeinschaftsausschusses, in dem er stets die Belange der Forschungsvereinigung nachhaltig vertrat. Darüber hinaus hat Herr Stepanski sein technisch-wissenschaftliches Knowhow auch in den Ausschuss für Technik im DVS eingebracht. Dort stand er in den klebtechnischen Arbeitsgruppen bei der erfolgreichen Entwicklung neuer DVS-Regelwerke für die Klebtechnik mit Rat und Tat engagiert den Gremien zur Seite. Dr. Stepanski, der seit 1986 als Mitglied dem DVS angehört, ist am 31. Dezember 2018 in den Ruhestand getreten.

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 1:

Klebeignung generativ gefertigter Systeme (GeneSys)

(IGF-Nr. 19.206 N / DVS-Nr. 08.104)

Laufzeit: 1. Oktober 2016 – 30. September 2018

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

Prof. Dr.-Ing. T. Vietor, Institut für Konstruktionstechnik (IK), TU Braunschweig

Aufgrund von Verbesserungen in den Bereichen der Materialentwicklung und Anlagentechnik sind die Anwendungen additiv gefertigter Bauteile nicht mehr nur auf prototypische Anwendungen limitiert, sondern eignen sich auch für eine direkte Herstellung von Endprodukten. Da die Kosten der additiven Fertigung vergleichsweise hoch und der verfügbare Bauraum der Fertigungsanlagen begrenzt sind, lohnt sich ein Einsatz nur dort, wo ein Mehrwert erzeugt werden kann. Eine systematische Untersuchung geeigneter Fügeverfahren zur industriellen Etablierung der additiven Fertigung wurde bisher jedoch nicht durchgeführt.

Im Rahmen dieses IGF-Vorhabens wurde die Klebeignung additiv gefertigter Polymer- und Metallbauteile untersucht sowie ein Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren gezogen.

Aus den Ergebnissen wurden Einflussfaktoren identifiziert und Gestaltungsregeln abgeleitet, die den Anwender aus dem Bereich der kleinen und mittleren Unternehmen bei der Bauteilauslegung unterstützen werden. Dabei standen insbesondere die Verfahren Fused Layer Modeling (FLM), Lasersintern (LS) und Laserschmelzen im Vordergrund. Im Vorhaben wurden auf Basis von Prüfkörpern unterschiedliche Belastungsarten, Vorbehandlungsmaßnahmen und das Alterungsverhalten untersucht.

Die experimentellen Ergebnisse zeigten, dass die vergleichsweise hohe Oberflächenrauheit additiv gefertigter Bauteile die Klebeignung nicht beeinträchtigt, sondern diese zum Teil sogar positiv durch Mikroformschlüsse beeinflussen kann, wie das Beispiel des LS zeigt (**Bild 68**, nächste Seite).

Beim FLM wird die Klebfestigkeit hingegen durch die innere Schichthaftung begrenzt und ist daher, im Vergleich zum Spritzguss, bei hochfesten Klebstoffen geringer. Das Laserschmelzen zeigt hingegen keine Reduzierung der Klebfestigkeit, wobei Vorbehandlungsmaßnahmen zur Trennmittelentfernung wie bspw. beim Druckguss nicht erforderlich sind.

Zudem wurden konstruktive Möglichkeiten zur Anpassung der Fügezonengeometrie von schwer klebbaren Polymeren anhand von Polypropylen untersucht, indem Verankerungsstrukturen



Bild 68: Bruchbild einer mittels Lasersintern hergestellten Zugscherprobe

sowie eine flächige Struktur aus einem gut klebbaren Material in die Fügezone eingebracht wurden (**Bild 69**). Hierdurch wurde eine deutliche Steigerung der Klebfestigkeit erzielt, ohne dass eine Vorbehandlung mittels Plasma erforderlich war. Mit Hilfe der abgeleiteten Gestaltungsregeln und identifizierten Einflussfaktoren wurde für die Anwenderindustrie eine Wissensbasis geschaffen, die das Kleben und die Gestaltung der Fügezonengeometrie additiv gefertigter Bauteile unterstützt.

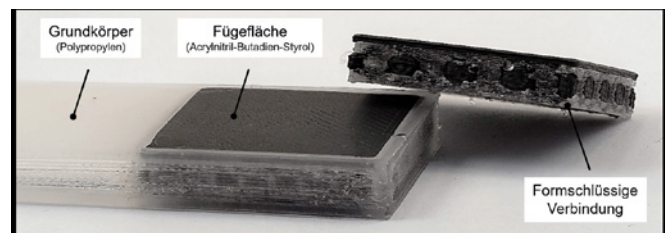


Bild 69: Mittels FLM hergestelltes Fügepart mit einem Grundkörper aus Polypropylen und einer Fügefläche aus ABS

Meinungen aus der Industrie

Alina Richter, Volkswagen AG, Wolfsburg:

„Leitthemen wie die Additive Fertigung werden hinsichtlich der Weite der Produktionsmöglichkeiten für Unternehmen immer bedeutender. Ihre Kombination und Kompatibilität mit anderen Herstellungsverfahren sind Grundstein für eine erfolgreiche Integration in das Produktionsumfeld. Durch regelmäßigen Austausch im projektbegleitenden Ausschuss wurde eine gewinnbringende Diskussionsplattform geschaffen. Die Arbeitspakete und Versuchsplanung wurden durch Anregungen von unternehmensspezifischen Sachverhalten angeregt und erweitert, so dass neues Wissen entstand.“

Dr.-Ing. Horst Stepanski, Stepanski Engineering, Leverkusen:

„Mit den Projektergebnissen liegt ein allgemein verfügbares Wissen vor, welches vorher lediglich vereinzelt firmenspezifisch vorhanden war. Die Ergebnisse schaffen somit eine Basis für weitere Forschungsvorhaben. Insbesondere die Freiheiten der additiven Fertigung in Bezug auf die Fügezonengeometriegestaltung sollten noch detaillierter untersucht werden.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 2:

Monitoring von Klebverbindungen mittels faseroptischem Messsystem

(IGF-Nr. 17.777 BR / DVS-Nr. 8084)

Laufzeit: 1. Mai 2013 - 31. Dezember 2015

Jun. Prof. Dr.-Ing. J. Hildebrand, Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Bauhaus-Universität Weimar

Prof. Dr.-Ing. C. Könke, Materialforschungs- und -Prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar

Das Kleben von Strukturbauteilen, sogenanntes strukturelles Kleben, mit Hochleistungsklebstoffen nimmt auf Grund seiner vorteilhaften Eigenschaften eine immer bedeutendere Rolle ein. Um die Sicherheit in der Klebtechnik zu erhöhen, werden Monitoring-Verfahren benötigt, die es ermöglichen, den Zustand der

Klebfuge während der Produktentwicklungsphase und im eingebauten Zustand zu bewerten. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die Möglichkeiten der Nutzung von faseroptischen Sensoren (FOS) und Messsystemen für die Zustandserfassung und -überwachung von Klebverbindungen untersucht (**Bild 70**).

Zum Einsatz kamen μm -dünne Faser-Bragg-Gitter-Sensoren und verteilt messende Sensorfasern, bei denen die Dehnungsmessung über die Auswertung der Rayleigh-Streuung mittels Frequenzbereich-Reflektometrie erfolgte. Es wurde gezeigt, dass bereits bei der Herstellung und Aushärtung der Klebverbindungen temperatur- und schrumpfinduzierte Dehnungen mittels Fasersensoren gemessen werden können. Dies ermöglicht eine qualitative Bewertung des Aushärtungsverhaltens.

Während der mechanischen und thermo-mechanischen Belastung der Klebverbindungen wurden mittels in der Klebfuge

integrierten FOS sehr genau und ortsauflösend lokale Dehnungen sowie inhomogene Dehnungszustände in der Klebfuge als Resultat der äußeren globalen Belastung ermittelt. Somit ist es möglich, tatsächliche Beanspruchungen (i.e. lokale Dehnungen und Dehnungszustände in Sensorfaserrichtung) in der Klebfuge von Bauteilen an definierten Stellen zu ermitteln. Mit Vorkenntnissen zum mechanischen Verhalten der Bauteile und Simulationsrechnungen können kritische Zustände sowie die Traglastgrenzen von Strukturen bzw. Konstruktionen abgeschätzt werden.

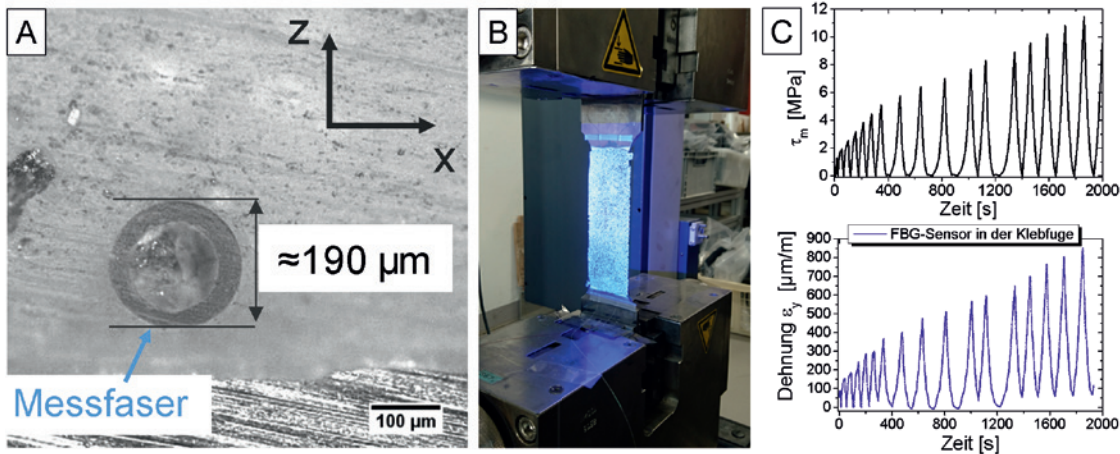


Bild 70: Zustandserfassung mit faseroptischen Sensoren in Klebverbindungen A) Mikroskopie-Bild einer eingebetteten Sensorfaser; B) Bild einer Klebverbindung mit integrierten Fasersensoren unter Zugbelastung C) globale Schubspannung (oben) und lokale Dehnungsdaten (unten) ermittelt in der Klebfuge während eines zyklischen Zugscherversuchs

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing. Torsten Thiel, Advanced Optics Solutions GmbH, Dresden:

„Im Forschungsvorhaben wurden in einer ersten Machbarkeitsstudie die Möglichkeiten des Einsatzes von Faser-Bragg-Gitter-Sensoren für das Zustandsmonitoring von Klebverbindungen aufgezeigt. Die Ergebnisse aus dem Projekt sind aus unserer Sicht wissenschaftlich hervorragend und zeigen enormes Potenzial für die Überwachung von Klebverbindungen und andere vergleichbare Anwendungen. Wir empfehlen, die Forschung mit neuem Fokus fortzusetzen. Dieser sollte nach unserer Meinung Schwerpunkte umfassen, die im Projekt aufgrund des Grundlagentyps noch nicht erforscht werden konnten. Das betrifft zum Beispiel die Entwicklung und Untersuchung neuer Sensoren für dünnere Klebschichten und die quantitative Auswertung

der Sensordaten für eine valide Zustandsbestimmung der strukturellen Integrität der Verbindungen mit Hilfe von autarken Auswerte- und Steuerungssystemen.“

Dr. sc. ETH Zürich Christoph Mayer, Sika Technology AG, Tüfienwies :

„Die Forschungsergebnisse aus dem Projekt zeigen eine ganz neue Methode zur Dehnungsmessung in Klebfugen. Dies kann besonders in der Klebstoffevaluierung und der Auslegung der Klebeverbindung sehr hilfreich sein und eröffnet zudem neue Möglichkeiten der Langzeitüberwachung von Klebeverbindungen. Die Praxistauglichkeit des Messverfahrens muss aber in weiteren Projekten erprobt werden.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

08.101 19.672 N	<p>Einfluss der Alterung von Klebstoffen auf die Sauberkeit und Biokompatibilität von chirurgischen Instrumenten (Biocaaadh)</p> <p>Prof. Dr. Schenke-Layland, NMI Uni Tübingen (Reutlingen)</p> <p>Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen</p> <p>Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.672N</p>	08.2033 19.909N*)	<p>Effiziente Zustandsüberwachung struktureller Klebungen</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen</p> <p>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schröder, SLA Aachen</p> <p>Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019</p> <p>*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung: DE-CHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.909N</p>
08.107 19.727 N	<p>Prozessbeobachtung und -regelung der Klebvorbereitung PUR- und thermoplastbasierter, faserverstärkter Kunststoffe mittels Laser</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen</p> <p>Dr. Kaielerle, LZH Hannover</p> <p>Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 30.06.2020</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.727N</p>	08.2243 19.955N*)	<p>Auslegungsmethode für Klebverbindungen mit KTL-beschichteten Fügeteilen und polymeren, faserverstärkten Werkstoffen</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn</p> <p>Beginn: 01.05.2018 Laufzeitende: 30.04.2020</p> <p>*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung: FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.955N</p>
08.109 19.730 N	<p>Berechnung des instationären mechanischen Verhaltens von alternden Klebverbindungen unter Einfluss von Wasser auf den Klebstoff</p> <p>Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen</p> <p>Prof. Dr. Ing. Diebels, LTM Saarbrücken</p> <p>Prof. Possart, LAIP Saarbrücken</p> <p>Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 30.06.2020</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.730N</p>	08.2254 19.963N*)	<p>Klebtechnische Ertüchtigung von Ermüdungsschäden für Konstruktionen des Stahlbaus</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Engelhardt, LSL München</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Feldmann, STB Aachen</p> <p>Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.07.2020</p> <p>*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung: FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.963N</p>
08.1820 19.765N*)	<p>Entwicklung einer Bewertungsmethode zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks von Klebanwendungen</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel</p> <p>Dr. Dipl.-Ing. Hesselbach, TU Braunschweig</p> <p>Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019</p> <p>*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung: DE-CHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.765N</p>	08.3050 20.030 N	<p>Untersuchung der Einflüsse des Spritzgießprozesses auf die Klebbarkeit von Thermoplasten</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig</p> <p>Beginn: 01.05.2018 Laufzeitende: 30.04.2020</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.030N</p>
08.098 19.795 N	<p>Untersuchung des Einsatzpotentials der Klebtechnik zum Fügen von endlos naturfaserverstärkten Kunststoffen im Automobil-Bereich (EndNatBond)</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel</p> <p>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gries, ITA, RWTH Aachen</p> <p>Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.795N</p>	08.3026 20.035 N	<p>Kombination von flexiblen Trennfolien und vorbeschichtbaren Klebstoffen für das vorbehandlungsfreie Kleben von faserverstärkten Kunststoffen</p> <p>Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen</p> <p>Beginn: 01.03.2018 Laufzeitende: 29.02.2020</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.035N</p>
08.094 19.873 N	<p>Kleben von Strukturbauteilen aus dünnwandigem Magnesium-Druckguss</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel</p> <p>Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Fehlbier, GT Kassel</p> <p>Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.873N</p>	08.2165 20.080N*)	<p>Experimentelle und numerische Untersuchung der Dämpfungseigenschaften geklebter Strukturen unter dynamischer Belastung</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Matzenmiller, IFM Kassel</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn</p> <p>Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 30.04.2021</p> <p>*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung: FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.</p> <p>Weitere Informationen siehe: https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.080N</p>

- 08.2253
20.093 N **Flexibles Kleben von flexiblen Hybrid-Kunststoff-Bipolarplatten**
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Prof. Dr. rer. nat. Heinzel, ZBT Duisburg
Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.01.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.093N>
- 08.2251
20.306 N **Methodenentwicklung zur numerischen Lebensdauerprognose von hyperelastischen Klebverbindungen infolge zyklischer Beanspruchung mittels bruchmechanischer Ansätze**
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn
Prof. Dr.-Ing. Kullmer, FAM Paderborn
Beginn: 01.10.2018 Laufzeitende: 31.03.2021
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.306N>
-
- Durchlaufende Forschungsprojekte**
- 08.108
00.201 E **Fast and Stable Adhesive Curling with De-bonding Option – Prozesssichere Schnellaushärtung von Klebstoffen mit Entklebungsoption**
Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen
Prof. Dr. Hanke, IZFP Saarbrücken
Beginn: 01.09.2017 Laufzeitende: 31.08.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.201E>
- 08.105
18.824 N **Einsatz der THz-Sensorik zur Bestimmung der Alterung von Klebverbunden**
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Prof. Dr. Koch, EHP Marburg
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.04.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.824N>
- 08.102
19.207 N **Kleben von Nitinol-Mischverbindungen in der Medizintechnik**
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Prof. Dr. Schenke-Layland, NMI Uni Tübingen (Reutlingen)
Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 31.03.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.207N>
- 08.106
19.390 N **Reduktion des Fadenzugs bei der Dosierung hochviskoser Klebstoffe (Fadenfrei)**
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 30.11.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.390N>
- 08.096
19.391 N **Methoden zur zerstörungsfreien prozessintegrierten Qualitätssicherung elementar geklebter Strukturen**
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 31.08.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.391N>
- 08.1966
19.417 N*) **Wirtschaftliche Herstellung hochwertiger Holz-Beton-Verbundelemente unter Anwendung einer innovativen Schnellklebtechnik und Einsatz von Laubholz – SpeedTeCC**
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Kasal, WKI Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Seim, FHB Kassel
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019
*) Federführende AIF-Mitgliedsvereinigung: Internationaler Verein für technische Holzfragen e. V.
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.417N>
- 08.2104
19.499 N*) **Baustellenoptimierte Schnellaushärtung im Holzbau**
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.05.2017 Laufzeitende: 30.04.2019
*) Federführende AIF-Mitgliedsvereinigung: Internationaler Verein für technische Holzfragen e. V.
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.499N>
-
- Abgeschlossene Forschungsprojekte**
- 08.104
19.206 N **Klebeignung generativ gefertigter Systeme**
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Vietor, IK Braunschweig
Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 30.09.2018
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.206N>

Fachausschuss 9 „Konstruktion & Festigkeit“



www.dvs-forschung.de/FA09

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

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Manfred Kaßner †
Falkensee

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Dr.-Ing. Calin-Marius Pogan
T +49 211 15 91-123
F +49 211 15 91-200
Calin-Marius.Pogan@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Q1 „Konstruktion und Berechnung“

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

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

www.iiwelding.org

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

Dr.-Ing. Manfred Kaßner verstarb überraschend am 20. April 2018 im Alter von 67 Jahren. Hauptberuflich bei Alstom Transport Deutschland für die Berechnung und Gestaltung von Schweißverbindungen im Waggonbau verantwortlich, hat Herr Kaßner während seiner Zeit als Vorsitzender des damaligen Fachausschusses 9 „Konstruktion und Berechnung“ der Forschungsvereinigung seit 2001 die Entstehung zahlreicher Forschungsvorhaben in der IGF unterstützt und fachlich begleitet. Darüber hinaus engagierte er sich in verschiedenen Arbeitsgruppen des Ausschusses für Technik im DVS. Als Vorsitzender des Fachausschusses 9 „Konstruktion und Festigkeit“ war er bis zum Jahr 2016 Mitglied im Forschungsrat. Herr Kaßner hat umfangreiche Verdienste für die fúgetechnische Gemeinschaftsarbeit und den DVS geleistet, für die ihm stets ein ehrendes Andenken bewahrt wird.

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

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

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

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben:

Versagensverhalten von Mischschweißverbindungen unter crashartiger, mehrachsiger Beanspruchung am Beispiel von EMPT-Blechsweißungen

(DVS-Nr. 09.064 / IGF-Nr. 17.883 N)

Laufzeit: 1. Januar 2014 – 30. Juni 2017

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

Prof. Dr. Ing. T. Melz, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt

Die anhaltende Suche der Automobilindustrie an kostengünstigen Leichtbaulösungen führt häufig zu der Notwendigkeit, Stahl- und Aluminiumlegierungen zu verbinden. Mit der elektromagnetischen Puls-Technologie (EMPT) steht ein Fügeverfahren zur Verfügung, das insbesondere in Bezug auf die Fügezeiten anderen Verfahren weit voraus ist. In dem durchgeführten Vorhaben wurde gezeigt, dass auch die Schwingfestigkeit dieser Verbindungen hohen Ansprüchen genügt. Zudem wurde eine Vorgehensweise zur Durchführung einer Schwingfestigkeitsbewertung auf der Basis des Kerbspannungskonzepts (Bild 71) entwickelt, die eine zuverlässige Auslegung zyklisch beanspruchter EMPT-Verbindungen ermöglicht. Der Vergleich mit konventionellen Laserstrahlschweißverbindungen als Referenz

zeigt vergleichbare Festigkeiten der Verbindung unter schwingender Belastung.

Die Crashbewertung wurde von Probenuntersuchungen bis zu repräsentativen Bauteilen durchgeführt und durch Modellbildung auf Probenbasis und FEM-Simulationen begleitet.

Die Simulation konnte die Bauteilversuche abbilden. Die Verbindung zeigte in den Untersuchungen großes Potenzial, aber auch noch Forschungsbedarf an verschiedenen Punkten. Die Untersuchungen am finalen Bauteil, einem EMPT-optimierten T-Stoß in Aluminium-Stahl-Hybridbauweise (Bild 72, nächste Seite), zeigt direkt das Anwendungspotenzial an einem industriell umsetzbaren Beispiel.

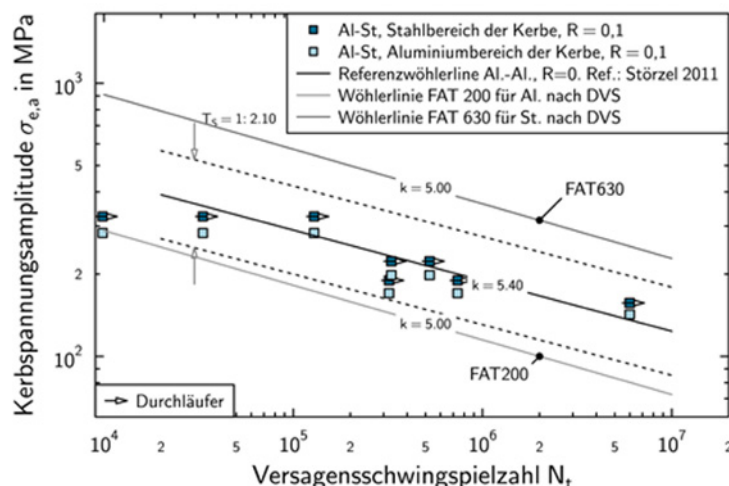


Bild 71: Vergleich der Schälzugproben im Kerbspannungskonzept mit einer Referenzwöhlerlinie für konventionell geschweißte Proben und Bemessungswöhlerlinien der Klassen FAT200 (Aluminium) und FAT630 (Stahl)

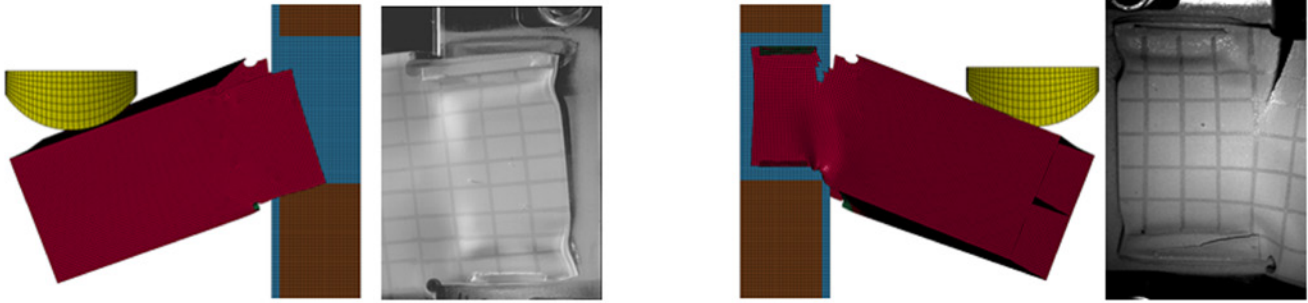


Bild 72: Bauteilsimulation T-Stoß und Impaktversuch am Bauteil; Versagensbilder linke Seite, Verbindungszonen versagen in Simulation und Experiment; rechte Seite Versagen im Aluminium-Grundwerkstoff, Abreißen des Flansches auf einer Seite

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl. Ing. Thomas Überreiter, Waldaschaff Automotive GmbH, Waldaschaff:

„Die Waldaschaff Automotive als Entwickler und Hersteller von Crashmanagementsystemen, Modul-Querträgern und Batteriekästen hat ein gesteigertes Interesse an der Verwirklichung von hybriden Füge-Techniken, welche uns ermöglichen, unsere Produkte aus unterschiedlichen Metallen zu fügen. Das in diesem Forschungsvorhaben erlernte Wissen werden wir in die Weiterentwicklung von Produktkonzepten investieren, um in absehbarer Zeit Produkte wie oben beschrieben am Markt zu platzieren. Gerade die Untersuchungen zur Crashauslegung und Simulation solcher Verbindungen sind wichtige Basisarbeiten zur Entwicklung von Mischverbindungen zur Anwendung im Automotive-Bereich.“

Wir sind uns sicher, dass wir mit den Forschungsergebnissen im Hintergrund einige tiefergehende Fragestellungen unserer Kunden zum Verhalten der Fügeverbindung mittels EMPT nun beantworten können.“

Rene Wolf, Opel Automobile GmbH, Rüsselsheim:

„Die Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben bilden die Grundlage, um EMPT-gefügte Verbindungen in der Fahrzeugentwicklung berücksichtigen zu können. Das Vorhaben hat hierzu Kennwerte und Methoden zur Abschätzung der Crash- und Schwingfestigkeit geliefert. Mit diesen Ergebnissen wird es uns ermöglicht, den Leichtbau von Karosserien weiter voranzutreiben.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

09.073
19.537 N **Festwalzen zur Schwingfestigkeitserhöhung bzw. Lebensdauererlängerung zyklisch beanspruchter Schweißkonstruktionen aus Stahl und Aluminiumlegierungen**

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

Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 30.06.2020

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.537N>

09.087
20.025 N **Modellierung von Schweißnähten zum Nachweis der Ermüdungsfestigkeit mit dem örtlichen Konzept**

Prof. Dr.-Ing. Esderts, IMAB TU Clausthal

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

Beginn: 01.03.2018 Laufzeitende: 29.02.2020

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.025N>

09.085
20.179 B **Bewertung von Unregelmäßigkeiten in Bezug auf die Ermüdungsfestigkeit unter der besonderen Berücksichtigung der Blechdicke**

Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle

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

Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 30.04.2021

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.179B>

09.1014
20.350 N **Konzept zur Vermeidung von Sprödbruch hoch- und ultrahochfester Stähle**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 30.04.2021

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.350N>

09.3051
20.366 B **Nutzung von Potentialen höherfester Stähle durch Schweißprozessoptimierung und Entwicklung neuer lokaler Bemessungskonzepte**

Prof. Dr. Ing. Melz, SAM TU Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle

Beginn: 01.10.2018 Laufzeitende: 30.09.2020

Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.366B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

09.081
18.848 N **Beanspruchungsreihenfolgeeffluss auf bearbeitungsbedingte Verfestigungen und Eigenspannungen und die Betriebsfestigkeit nachbehandelter Kerbdetails**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Engelhardt, LSL München
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.848N>

12.021
18.988 N **Entwicklung einer verifizierten Prozedur für die zuverlässige schweißtechnische Instandsetzung von Großbauteilen: Ausführung, Bemessung und Lebensdauerbewertung**

Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe
Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg
Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.988N>

09.072
19.032 B **Einsatz von geklebten Kohlestoff-Faserverbundwerkstoffen zur Sanierung ermüdungsgeschädigter Stahlkonstruktionen (FASS)**

Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. habil. Pasternak, SuH BTU Cottbus
Prof. Dr.-Ing. Feldmann, STB Aachen
Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.01.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.032B>

09.079
19.033 N **Berücksichtigung der höchstbeanspruchten Schweißnahtlängen im Kerbspannungskonzept**

Prof. Dr.-Ing. Esderts, IMAB TU Clausthal
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.033N>

09.800
19.187 B*) **Lebensdauerberechnungen hybrider Verbindungen**

Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn
Prof. Dr. rer. nat. Jäger, ILK Dresden
Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen
Prof. Dr. Ing. Melz, SAM TU Darmstadt
Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 31.12.2019
*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung:
Forschungsvereinigung Automobiltechnik
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.187B>

09.080
19.227 N **Rechnergestütztes Bewertungstool zum Nachweis der Lebensdauererlängerung von mit dem Hochfrequenz-Hämmerverfahren (HFMI) behandelten Schweißverbindungen aus hochfesten Stählen**

Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg
Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.227N>

09.083
19.470 B **Tragfähigkeit von Stumpfnähten höherfester Stähle im Stahlbau**

Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, Fertigungstechnik TU Ilmenau
Prof. Dr.-Ing. Kuhlmann, IKE Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.470B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

09.074
18.789 N **Bedeutung der Qualitätsmerkmale freier Schnittkanten nach DIN EN 1090 für deren Schwingfestigkeit unter Berücksichtigung von Eigenspannungen**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.08.2015 Laufzeitende: 31.01.2018
Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.789N>

09.076
18.842 N **Erweiterte Schädigungskonzepte für thermomechanische Beanspruchung unter variablen Amplituden und plastischer Deformation**

Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg
Prof. Dr.-Ing. Vormwald, Werkstoffmechanik TU Darmstadt
Beginn: 01.09.2015 Laufzeitende: 31.08.2018
Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.842N>

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

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 31.12.2018
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.985N>

09.067
18.986 N **Induktionsrichten geschweißter Stahlkonstruktionen (IrigS)**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 31.12.2018
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.986N>

09.071
19.102 B **Numerisch basierte Auslegung und Konstruktion für thermisch beschichtete, eigenspannungssensible Bauteilstrukturen auf polymerer Basis**

Prof. Dr.-Ing. habil. Lampke, IWW Chemnitz (WOt)
Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.07.2018
Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.102B>

Fachausschuss 10 „Mikroverbindungstechnik“



www.dvs-forschung.de/FA10

Vorsitzender Dr.-Ing. Godehard Schmitz

Robert Bosch GmbH, Renningen

Stellvertretender Vorsitzender Dipl.-Ing. Bernhard Petermann

Miele & Cie. KG, Gütersloh

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Dipl.-Ing. Michael M. Weinreich

T +49 211 15 91-279

F +49 211 15 91-200

michael.weinreich@dvs-hg.de

Veranstaltungen

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

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

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

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

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

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

Auf den Forschungsfeldern

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

ergeben sich in den strategischen Marktfeldern folgende Forschungsschwerpunkte:

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

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 1:

Hermetisches Fügen von MEMS-basierten Bauelementen mithilfe von reaktiven Multischichtsystemen (RMS)

(IGF-Nr. 19.069 BG / DVS-Nr. 10.093)

Laufzeit: 1. März 2016 – 30. November 2018

Prof. Dr.-Ing. C. Leyens, Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik Dresden (IWS)

Prof. Dr. A. Dehé, Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V., Villingen-Schwenningen

Fügeprozesse müssen in der Mikrosystemtechnik neben einer dauerhaften Verbindung zwischen Komponenten einer Baugruppe meist noch zusätzliche Funktionen abdecken, z. B. hermetische Dichtheit. Bei den derzeit eingesetzten Fügeverfahren werden zum Teil hohe Prozesstemperaturen benötigt, die beim Einsatz verschiedener Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu thermomechanischem Stress in der Fügezone führen. Dieser kann vermieden werden, wenn die zum Fügeprozess erforderlichen Temperaturen nur auf die Fügestelle begrenzt wirken, die Bauteile selbst aber davor verschont bleiben. Dies ist aufgrund der Anpassbarkeit der reaktiven Multischichtsysteme (RMS) möglich.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden hochenergetische Zr/Si-RMS entwickelt und zur Erzielung hermetisch dichter Verbindungen genutzt. Dieses System bietet mehrere Vorteile. So kann im Vergleich zum Ni/Al-System die doppelte Energie freigesetzt werden, wodurch die für das Fügen notwendigen Schichtdicken auf wenige Mikrometer reduziert werden. Gleichzeitig besitzt diese RMS eine geringere Schwindung, was zu einer Minimierung der Rissbildung führt. Für Fügeversuche mit Testsubstraten wurden Zr/Si-RMS sowohl als freistehende, optional vorbelotete Folien als auch in Form integrierter, direkt auf Bauteil- und Waferlevel abgeschiedener Schichtsysteme hergestellt (Bild 73).

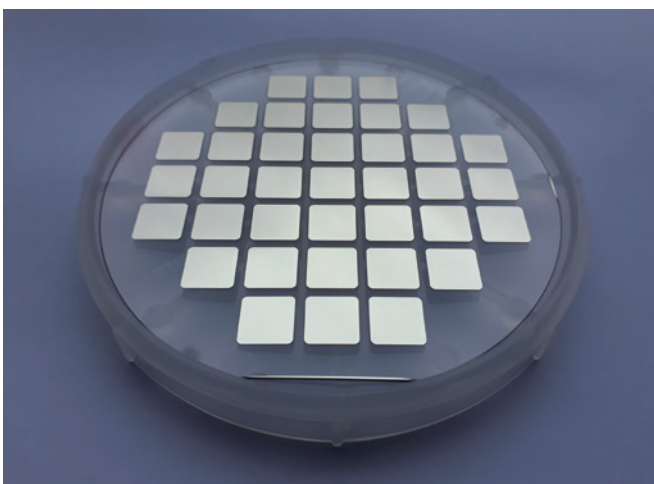


Bild 73: 100 mm Borosilikatglaswafer mit strukturiert abgeschiedener 12 µm Zr/Si-RMS und 2 µm beidseitiger Belotung mit Silberbasislot (InCuSil)

Zum reaktiven Fügen von Einzelbauteilen wurde ein Diebonder mit Anpressvorrichtung eingesetzt, wobei die Zündung der Reaktivschichten mittels Zünder Elektroden erfolgte. Durch Erweiterung eines kommerziellen Waferbonders mit einer geeigneten Anpress- und Zündeinrichtung konnten Einzelchips unter Reinraumbedingungen und im Vakuum reaktiv gefügt werden, was neue Möglichkeiten vor allem im Hinblick auf die Realisierung von evakuierten MEMS-Strukturen eröffnet.

Testchips aus Silizium und Borosilikatglas mit integrierten RMS- und Lotschichten wurden reaktiv gefügt, und das Fügeergebnis wurde hinsichtlich der Rissbildung in den Fügepartnern und der Lotanbindung analysiert (Bild 74).

Erste Untersuchungen zur Nutzung von Zr/Si-RMS bei der Deckelung von Keramikgehäusen zeigten eine gute Rissvermeidung bei Deckelchips aus Borosilikatglas und führten zu hermetisch dichten Verbindungen im Feinleckbereich.

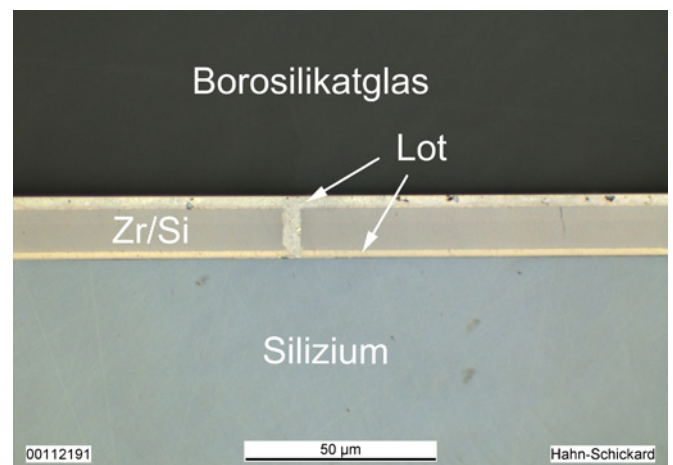


Bild 74: Querschliff einer Fügeverbindung aus Borosilikatglas und Silizium mit integrierter 12 µm Zr/Si-RMS und Weichlotschichten.

Meinungen aus den Unternehmen

Steffen Melcher, Forschung und Entwicklung, First Sensor Microelectronic Packaging GmbH, Dresden:

„Wie kann ein temperaturempfindlicher Chip hermetisch eingeschlossen werden? Wenn höhere Alterungsbeständigkeit als bei Klebungen erzielt werden soll, benötigen die Verfahren normalerweise lange Prozesszeiten bei höheren Temperaturen. Durch Verwendung reaktiver Multischichten wurde ein Weg aufgezeigt, hermetischen Verschluss bei begrenzter Temperaturbelastung herstellen zu können. Wenn es im weiteren gelingen kann, die Anforderungen an die Ebenheit der Grenzfläche zu senken oder aber ein System zu entwickeln, was diese hohe Ebenheit der Fügepartner nicht benötigt, steht durch die reaktiven Multischichten ein leistungsstarker Fügeprozess zur Verfügung.“

Dr. Katja Nicolai, IL Metronic Sensortechnik GmbH, Ilmenau-Unterpörlitz:

„Die im Vorhaben entwickelten speziellen Fügetechnologien können bei Kleinserien und Sonderanfertigungen eingesetzt werden.“

Dr. Jan Freitag, CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH, Erfurt:

„Es wurden von uns bereitgestellte Testmuster beschichtet und diese schon vor dem Ende des Projekts einer industrienahen Evaluierung unterzogen. Durch die stets beidseitige positive Befruchtung war der Projektbegleitende Ausschuss für uns ein wichtiges Gremium, die dortige Forschungsarbeit in unserem industriellen Kontext zu transformieren.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 2:

Herstellung von Kupfermetallisierungen auf Leistungsbau-elementen – HERKULES

(IGF-Nr. 19.101 N / DVS-Nr. 10.084)

Laufzeit: 1. April 2016 – 30. September 2018

Prof. Dr.-Ing. J. Franke, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik, FAPS Nürnberg

Dr. A. Müller-Groeling, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT, Itzehoe

Der Prozess der thermischen Beschichtung mittels plasmabasierter Anregung der Kupferpartikel zeigt ein großes Potenzial für elektronische Anwendungen. Mittels geeigneter Analysemethoden wurde im Forschungsvorhaben ein umfangreiches Prozessverständnis erarbeitet und eine Adaption für Fertigungstechnologien in der Leistungselektronik ermöglicht. Mittels thermischer Beschichtung wurde ein funktionaler Kupferauftrag auf Halbleiterbauelementen realisiert, deren oberseitige Verbindung im Anschluss mittels Bonddrähten umgesetzt wurde. Die auftretende höhere mechanische Belastung durch die Verwendung von Kupferdickdraht wurde von der Beschichtung absorbiert, was eine schadungsfreie Ausbildung der Bondverbindung gewährleistete. Eine anwendungsspezifische Parametrierung erlaubte die Einstellung der thermischen Belastung bei gleichzeitiger Wahl benötigter mechanischer und elektrischer Kenngrößen an den zu verwendenden Substraten.

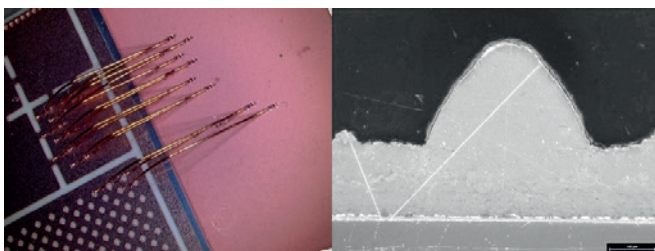


Bild 75: 300µm Kupfer-Dickdrahtbond auf Silizium

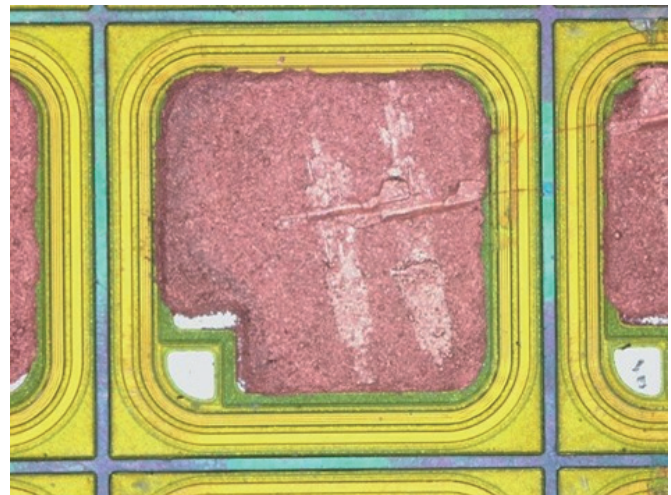


Bild 76: Mangelnde Bondhaftung aufgrund von Verunreinigungen der Oberfläche durch den Lötprozess

Weiterhin ermöglichte die thermische Nachbehandlung eine Verbesserung dieser Kennwerte um mehrere Faktoren. Die Verwendung folienbasierter Maskensysteme ermöglicht eine klar auflösende und rückstandsfreie Strukturierung, wodurch eine flexible selektive Metallisierung der Oberflächen erreicht wird. Die auftretenden mechanischen Spannungen, welche auf die Diskrepanz des CTE zwischen Kupfer und Silizium zurückzuführen

ren sind, haben eine Einschränkung der Prozessparameter zur Folge. Daher sollte der Temperaturunterschied zwischen den zu beschichtenden Bauelementen und dem Beschichtungswerkstoff möglichst gering gehalten werden.

Der Schichtaufbau sowie der Test der Bondbarkeit wurden auf Siliziumproben und verlöteten IGBT-Technologiemustern durchgeführt (Bild 75, linke Seite). Eine auf den Lötprozess zurückzuführende Verunreinigung der Oberfläche führte zu einer mangelnden Bondhaftung (Bild 76, linke Seite).

Auf identisch prozessierten Schichten auf ungelöteten Mustern konnte wiederum der Bondprozess reproduzierbar appliziert werden. Darüber hinaus wurden Module, die für erste Bondversuche verwendet wurden, in der durchgeführten Charakterisierung als weiterhin funktionsfähig geprüft.

In Abstimmung mit dem Projektbegleitenden Ausschuss wurde, basierend auf den erarbeiteten Ergebnissen, die Diskussion von Folgeprojekten für die weitere Qualifizierung der thermischen Beschichtungstechnologie für elektronischen Anwendungen beschlossen.

Meinungen aus den Unternehmen

Dr. Olga Isakin, ECKART GmbH, Hartenstein:

“Die Untersuchungen zum thermischen Atmosphärenplasma ergaben, dass die Beschaffenheit der gesprühten Pulverpartikel signifikanten Einfluss auf die abgedichteten Kupferschichten hat. Neben offensichtlichen Eigenschaften – wie Werkstoff und dessen Reinheit, Partikelform und -größenverteilung – sind Feuchtigkeitsgehalt und die Oberflächenbeschichtung der Partikel ausschlaggebende Charakteristika des verwendeten Pulvers. Anhand der erarbeiteten Ergebnisse wurden wertvolle Anregungen zur Optimierung der Pulverherstellung gewonnen.”

Michael Bisges, Plasma Innovations GmbH, Regensburg

“Im Rahmen des Forschungsvorhaben wurden erstmalig die relevanten Prozessparameter des thermischen Atmosphärenplasmas und deren Einfluss auf die abgedichteten Kupferschich-

ten bestimmt, die in dieser Ausführlichkeit in unserem Unternehmen nicht hätten erstellt werden können. Der Abscheideprozess wurde in situ überwacht, systematisch untersucht und charakterisiert. So wurde beispielsweise festgestellt, dass entgegen aller Erwartung die Partikeltemperatur im Wesentlichen vom Gasfluss und nicht von der Plasmaleistung bestimmt wird. Die Ergebnisse bilden die Basis für technische Kundenberatung und die Akquisition neuer Kunden.”

Dr. Stefan Stegmeier, Siemens AG, München

“Das thermische Atmosphärenplasma ist ein Beschichtungsverfahren, das für unterschiedlichste Anwendungen aussichtsreiche Möglichkeiten eröffnet. Anhand der erzielten Ergebnisse lassen sich weitere Einsatzgebiete bei der Fertigung elektronischer Baugruppen projektieren.”

Neu begonnene Forschungsprojekte

10.082
19.539 N **Thermische Simulation von Wellen- und Selektivlötprozessen zur Optimierung des Leiterplattendesigns und der Anlagenparameter für IPC-konforme Kontaktierung von THT-Bauelementen**

Prof. Dr.-Ing. Franke, FAPS Erlangen

Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.539N>

10.099
20.120 B **Induktives Sintern von gedruckten mikro- und nanoskalierten Zwischenschichten zum Fügen mikroelektronischer Komponenten**

Prof. Dr. Otto, ZfM Chemnitz

Prof. Dr. Ing. Kräusel, UFF TU Chemnitz

Beginn: 01.06.2018 Laufzeitende: 31.05.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.120B>

10.090
20.137 B **Einflussgrößen-Wirkungsanalyse zur einfachen Lebensdauerabschätzung hoch stabiler Verbindungen in der Leistungselektronik**

Prof. Dr. Otto, ZfM Chemnitz

Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg

Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 31.10.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.137B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

10.098
00.209 E **WelConTex – Reliable ultrasonic welded electrical interconnection technology for smart textiles (Zuverlässige elektrische Kontaktierungstechnologie durch Ultraschallschweißen für Smart Textiles)**

Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Lang, IZM Berlin

Beginn: 01.09.2017 Laufzeitende: 31.08.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.209E>

- 10.085
18.879 N **Methodenentwicklung zur quantitativen Bewertung und Vorhersage der Alterung von Klebungen unter [Hoch-] Temperatur-Belastung**
Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Lang, IZM Berlin
Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 31.03.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.879N>
- 10.094
18.989 B **Erarbeitung einer induktiven Füge-technologie zum Bonden von mikroelektromechanischen Systemen (MEMS)**
Prof. Dr. Otto, ZfM Chemnitz
Prof. Dr. Ing. Kräusel, UFF TU Chemnitz
Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 31.03.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.989B>
- 10.800
19.230 N **Entwicklung eines keramisch spritzgegossenen 3D-Schaltungsträgers für die Kontaktierung und Integration von Leistungselektronik mittels widerstandsarmen Aktivlots (ActivePower)**
Prof. Dr.-Ing. Fleischer, WBK, Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Franke, FAPS, Erlangen
Prof. Dr.-Ing. habil. Schulze, IAM AWP, Karlsruhe
Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 31.03.2019
*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung:
Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e. V.
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.230N>
- 10.095
19.271 B **Korrelation von Schertesterggebnissen und Zuverlässigkeit feinkristalliner Aluminium-basierter Dickdrahtbondkontakte**
Prof. Dr. Wehrspohn, FhG IMWS, Halle (Saale)
Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Lang, IZM Berlin
Beginn: 01.11.2016 Laufzeitende: 30.04.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.271B>
- 10.087
19.282 N **Mikro-Elektronenstrahlschweißen der Mischverbindungen aus Nitinol und nichtrostenden Stählen ohne Zusatzwerkstoff**
Prof. Dr.-Ing. Böhm, TFF Kassel
Prof. Dr. Schenke-Layland, NMI Uni Tübingen (Reutlingen)
Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 28.02.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.282N>
- 10.088
19.392 B **Heterogene Integration von Substraten mittels nanoporöser Metallschichten**
Prof. Dr. Otto, ZfM Chemnitz
Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 31.08.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.392B>
- 10.080
19.468 B **Auswirkungen von Verwindungen und Verwölbungen während des Lötens auf die Qualität und Zuverlässigkeit von Lötstellen**
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Bock, IAVT Dresden
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.09.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.468B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

- 10.902
18.476 N*) **Stressarme Montage von Mikrosystemen für Hochtemperaturanwendungen durch TLP-Bonden (Sensor-TLP)**
Prof. Dr. Dehé, HSG, Villingen-Schwenningen
Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg
Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 31.12.2018
*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung:
Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V.
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.476N>
- 10.093
19.069 B **Hermetisches Fügen von MEMS-basierten Bauelementen mithilfe von reaktiven Multischichtsystemen (RMS)**
Prof. Dr.-Ing. Leyens, IWS Dresden
Prof. Dr. Dehé, HSG, Villingen-Schwenningen
Beginn: 01.03.2016 Laufzeitende: 30.11.2018
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.069B>
- 10.084
19.101 N **Herstellung von Kupfermetallisierungen auf Leistungsbauelementen mittels kaltaktiven Atmosphärenplasmas**
Prof. Dr.-Ing. Franke, FAPS Erlangen
Dr. Müller-Groeling, ISIT Itzehoe
Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 30.09.2018
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.101N>

Fachausschuss 11 „Kunststofffügen“



www.dvs-forschung.de/FA11

Vorsitzender Dr.-Ing. Joachim Natrop
KLN Ultraschall AG, Heppenheim

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Odo Karger
Hella KGaA Hueck & Co., Lippstadt

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Dipl.-Ing. Axel Janssen
T +49 211 15 91-117
F +49 211 15 91-200
axel.janssen@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- W4 „Fügen von Kunststoffen“

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

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission XVI „Fügen von Polymeren und Klebtechnologie“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

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

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

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

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

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

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

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

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

■ Mischmaterialverbunde

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben:

Neue Fügemethode zur Herstellung von Thermoplast- und Thermoplast-Metall-Verbindungen mittels reaktiven Multischichtsystemen

(IGF-Nr. 19.035 BR / DVS-Nr. 11.058)

Laufzeit: 1. Februar 2016 – 31. Juli 2018

Prof. Dr.-Ing. C. Leyens, Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik Dresden (IWS)

Konventionelle Fügeprozesse erzeugen meist einen hohen Wärmeeintrag über die relevante Fügestelle hinaus in das Bauteil. Dadurch können unerwünschte Eigenschaftsdegradationen entstehen. Zudem sind teilweise Vor- und Nachbehandlungen notwendig. Ziel des Forschungsvorhabens war es, durch das Fügen mit reaktiven Multischichtsystemen (RMS) die Grenzen der herkömmlichen Verbindungstechnologien ganz oder teilweise zu überwinden und dabei schädigungsarme, feste und langzeitstabile Kunststoffverbindungen in sehr kurzen Prozesszeiten herzustellen. Anhand von fünf thermoplastischen Kunststoffen erfolgte eine Entwicklung der RMS-Technologie unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren. Eine wichtige Rolle spielten dabei die RMS, der Fügedruck und das Probenesign.

In Abhängigkeit des thermoplastischen Kunststoffes konnten über eine geeignete Wahl der Einflussgrößen Festigkeiten zwischen 15 MPa (PP) und 32 MPa (PPS) erzielt werden, die 30 bis 40% der Grundwerkstofffestigkeit entsprechen, **Bild 77**. Die Festigkeit setzt sich aus einer stoffschlüssigen Verbindung und mechanischen Verklammerung zusammen. Ein besonderer Vorteil besteht darin, dass keine Vor- und Nachbehandlungen erforderlich sind.

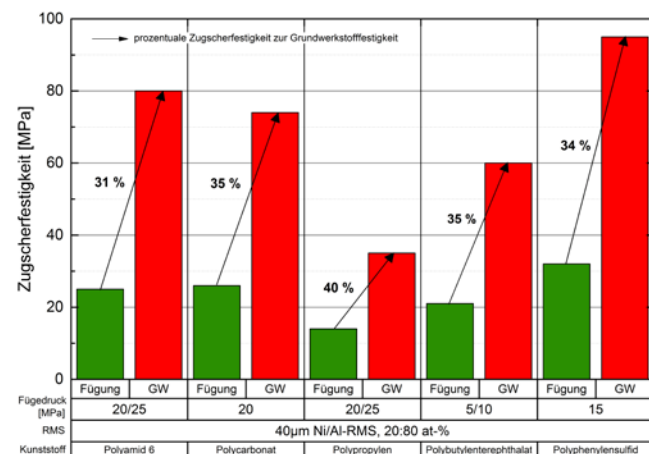


Bild 77: Zugscherfestigkeiten RMS gefügter thermoplastischer Kunststoffverbindungen (GW = Grundwerkstoff)

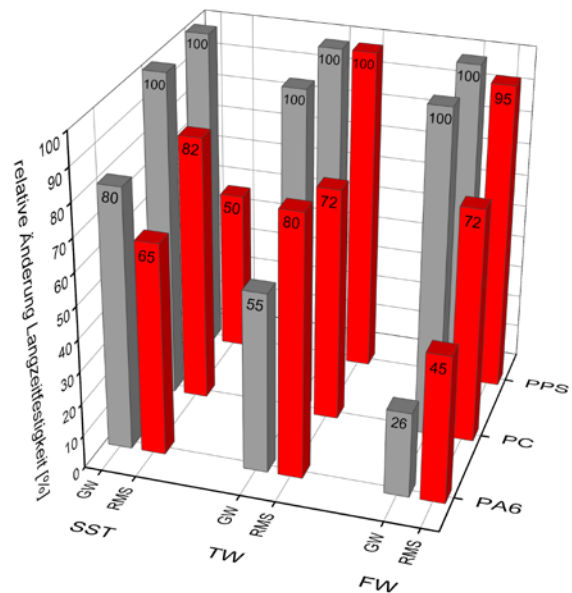


Bild 78: Relative Änderung der Festigkeit von RMS-Verbindungen von PA6, PC und PPS; jeweils im Vergleich zum Grundwerkstoff (GW). Ergebnisse für Salzsprühtest SST (1000 h nach VDA 621-415); Temperaturwechseltests TW (-40°C bis 125°C; 330 Zyklen für 1000 h) und Feuchte-Wärme-Auslagerungen FW (85°C bei 85% Luftfeuchtigkeit für 1500 h).

Die Langzeitbeständigkeit wurde über Temperaturwechseltests (TW), Feuchte-Wärme-Auslagerungen (FW) und Salzsprühtests (SST) ermittelt. Die Kunststoffe lassen sich dabei in drei Klassen einteilen (**Bild 78**).

In einer ersten Klasse mit dem Vertreter PA6 wurde eine Abnahme der Festigkeit vor allem bei feuchter Umgebung beobachtet, bedingt durch die Alterung des Grundwerkstoffs. Bei der zweiten Klasse mit PC entstand ein Festigkeitsverlust von 20 bis 30%, verursacht durch einen Fügestelleneffekt. Die dritte und hinsichtlich industrieller Anwendungen am besten geeignete Klasse (PPS) zeichnete sich durch hohe Beständigkeit des Grund-

werkstoffs aus, die auch für RMS-Verbindungen erhalten bleibt. Verbindungen von thermoplastischen Kunststoffen mit Metallen konnten über einen thermoplastischen Haftvermittler, der auf die Metallfügestelle aufgetragen wird, erreicht werden. Somit wurden Verbindungsfestigkeiten von PA6 mit Kupfer-DHP und Aluminium von bis zu 12 MPa erreicht. Von weiterem Interesse sind

Verbindungen mit Metallstrukturierung, die bei anderen Fügeverfahren genutzt werden. Derzeit können Zugscherfestigkeiten von 4 MPa erreicht werden. Für diesen Lösungsansatz besteht weiterer Forschungsbedarf, um zu einem besseren Verständnis der Wirkmechanismen zu gelangen und auf dieser Basis feste und langzeitstabile Verbindungen zu erzeugen.

Meinungen aus den Unternehmen

Prof. Dr. Matthias Türpe, MAHLE Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart:

„Die RMS-Technologie bietet interessante Potenziale, jedoch erschien bislang eine Umsetzung in weiter Ferne, ein Übertragen auf andere Anwendungen, beispielsweise mit größeren Geometrien als die in der Mikroelektronik praktizierten, sehr schwierig. Dank der am IWS erfolgten intensiven Untersuchungen haben sich ganz neue Ansätze ergeben, durch die eigene Entwicklungsarbeiten jetzt ermöglicht werden und die einen zielgerichteten Einsatz von Entwicklungsaufwendungen erlauben.“

Martin Schuerer, Robert Bosch GmbH:

„Die RMS-Technologie erlaubt entgegen konventionellen Fügeverfahren eine große Bandbreite an Materialkombinationen. Durch die im Forschungsvorhaben untersuchten Konzepte/Varianten/Geometrien und gewonnenen Ergebnisse, Einflussfaktoren und Wirkmechanismen können neue konstruktive Ansätze nun zielgerichtet in das Design und die Entwicklungsarbeiten einfließen.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

- 11.061
20.068 B **Analyse zum anwendungsgerechten Schweißen von geschäumten Thermoplasten in Sandwichbauweise**
Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz
Prof. Dr. Ing. Altstadt, FfIW, Bayreuth
Beginn: 01.04.2018 Laufzeitende: 31.03.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.068B>
- 11.3056
20.119 B **Wargasschweißen von Kunststoffen – Analyse der Wärmeübergangsmechanismen und Grenzen der Technologie**
Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz
Prof. Dr.-Ing. Schöppner, KV Paderborn
Beginn: 01.04.2018 Laufzeitende: 31.03.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.119B>
- 11.3019
20.326 N **Untersuchung verschiedener Vorbehandlungs- und Fügeverfahren im Hinblick auf das Alterungsverhalten und die Gebrauchseigenschaften beim Thermischen Direktfügen von Metallen und Kunststoffen**
Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen
Beginn: 01.11.2018 Laufzeitende: 30.04.2021
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.326N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

- 11.053
18.586 N **Entwicklung einer neuartigen Fügeverfahren für Organoblech-Hybridverbindungen**
Prof. Dr.-Ing. Moritzer, KTP Paderborn
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.09.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.586N>
- 11.035
19.031 N **Wechseldehnungsschweißen – Entwicklung einer Fügeverfahren für 3D-Geometrien**
Prof. Dr.-Ing. Schöppner, KV Paderborn
Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 31.01.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.031N>
- 11.060
19.212 B **Tragfähigkeitserhöhung von geklebten FKV- und Multi-Material-Verbindungen durch optimierte Gestaltung und Fertigung der FKV-Fügeteilwerkstoffe**
Prof. Dr. Flüge, IGP Rostock
Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 28.02.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.212B>
- 11.055
19.395 N **Absorberfreies Laserdurchstrahlenschweißen von Thermoplasten durch Ausnutzung intrinsischer Absorptionsbanden**
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen
Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 28.02.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.395N>

11.1993
19.458 B*)**Entwicklung einer Laseroptik und Prozessführung sowie Prozesskontrolle für das prozesssichere und qualitätsgerechte Laserfügen flexibler Kunststoffverbunde**

Prof. Dr. Ing. Majschak, FhG IWV, Dresden

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

Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 30.06.2019

*) Federführende AiF-Mitgliedsvereinigung: Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V.

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.458B>11.063
19.513 N**Auswirkungen von thermisch bedingten Eigenspannungen auf die Verbindungsfestigkeit von pressgefügt Hybridstrukturen**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.05.2017 Laufzeitende: 30.04.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.513N>11.049
19.670 B**Qualitätsgerechtes Heizelementstumpfschweißen dickwandiger Halbzeuge aus Polyethylen**

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.09.2017 Laufzeitende: 31.08.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.670B>11.059
19.796 N**Spritznieten als neue Organoblech-Metall-Hybridfügetechnik**

Prof. Dr.-Ing. Moritzer, KTP Paderborn

Beginn: 01.12.2017 Laufzeitende: 30.11.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.796N>**Abgeschlossene Forschungsprojekte**11.052
18.964 B**Konstruktions- und Prozessgestaltung halbschalig geschweißter Hochleistungsbauteile aus Organoblechen**

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 31.12.2018

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.964B>11.058
19.035 B**Neue Fügemethode zur Herstellung von Thermoplast- und Thermoplast-Metall-Hybridverbindungen mittels reaktiven Multischichtsystemen (RMS)**

Prof. Dr.-Ing. Leyens, IWS Dresden

Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.07.2018

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.035B>11.057
19.103 B**Quantifizierung der Werkstoff-Dämpfungseigenschaften zur Prozessauslegung beim Ultraschallschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.03.2018

Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.103B>

Fachausschuss 13 „Additive Fertigung“



www.dvs-forschung.de/FA13

Vorsitzender Dr.-Ing. Wilhelm Meiners

TRUMPF Laser- und Systemtechnik GMBH, Ditzingen

Stellvertretender Vorsitzender Cersten Zilian

SLM Solutions Group AG, Lübeck

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

M. Sc. Marvin Keinert

T +49 211 15 91-188

F +49 211 15 91-200

marvin.keinert@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V7 „Thermisches Spritzen und gespritzte Schichten“
- V9.1 „Elektronenstrahlschweißen“
- V9.2 „Laserstrahlschweißen und verwandte Verfahren“

<http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V7>

<http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V9/V9.1>

<http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V9/V9.2>

In der Forschungsvereinigung des DVS

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

www.dvs-ev.de/fv/FA01

www.dvs-ev.de/fv/FA02

www.dvs-ev.de/fv/FA06

Grundsätze der Forschungsplanung

Der Fachausschuss 13 befasst sich in den Forschungsfeldern der additiven Fertigung mit metallischen und nicht-metallischen Werkstoffen und betrachtet diese unter Berücksichtigung der gesamten Prozesskette hinweg, inklusive der Vor- und Nachbehandlung. Dabei stehen die Technologieentwicklung, die Steigerung der Akzeptanz zur Nutzung dieser Technologie bei KMU und die Schaffung neuer Anwendungsbereiche im Vordergrund. Der Fokus wird auf das Bauteil selbst gelegt. Arbeiten zur Entwicklung von kundenrelevanten Oberflächen werden ausgeschlossen. Der Fachausschuss ist das Expertengremium in Deutschland, in dem Hersteller und Anwender der generativen Fertigung sowie federführende Forschungsstellen vertreten sind, um gemeinsam die Forschungslandschaft zu prägen. Der Fachausschuss 13 kooperiert eng mit dem Fachausschuss 105 des VDI.

Forschungsbedarf

Selektives Laserstrahlschmelzen:

- Größe der Bauteile (Zeitvorteil gegenüber Gussbauteilen)
- Kostenreduzierung
- Prozesseffizienz (insbesondere bei Nickelbasislegierungen)
- Rissneigung (Parameterfenster für Rissfreiheit)

Kunststoffsintern:

- Prozessfähigkeit, Prozesssicherheit, Reproduzierbarkeit (bei wiederholten Baujobs)
- Oberflächenqualitäten verbessern
- Serienprozesse wirtschaftlich gestalten bei großen Stückzahlen (> 10.000 Stück)

Pulver:

- Verzahnung/Abstimmung von Anlagenherstellern und Werkstoffherstellern
- Brand- und Explosionsschutz
- Toxizitätsuntersuchungen
- Langzeitatmosphärenbelastung

Serienfertigung:

- Fertigungsprobleme bekommen mit Einführung und Umsetzung der Serienfertigung einen neuen Stellenwert. Seit wenigen Jahren werden Probleme sichtbar.
- Große Einflussfaktoren evaluieren. Der wissenschaftliche Anspruch wird hier wesentlich gesehen.
- Werkstoffe global evaluieren, dabei sollen keramische Werkstoffe immer mit untersucht werden.
- Produkthaftung, Wirtschaftlichkeit und Eigenschaftsgewährleistung berücksichtigen.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Prozessbezogene Erweiterung der Werkstoffpalette
- Werkstoffe / neue Werkstoffe / Werkstoffveränderung / Gefügestrukturen (Metall, Kunststoff, Keramik)
- Robuste Fertigungsprozesse, Serienfertigung
- Pulverqualität
- Strahlführungssysteme

- Schaffen von wirtschaftlichen Prozessketten
- Eingliedern in vorhandene Prozessketten
- Lebensdauerbewertung /-steigerung von Komponenten / Qualitätssicherung
- Leichtbau, Funktionsintegration, Steigern der Bauteilgröße
- Design Bauteil / Konstruktion
- Prozesssimulation (Verzug und Eigenspannung)
- Arbeitssicherheit

Additive Fertigung als Technologiefeld in der Forschungsvereinigung und im DVS

Bisher haben Forschungsthemen aus dem Bereich „Additive Manufacturing“ (AM), insbesondere zum Pulverbettverfahren, ihre Heimat im Fachausschuss 13 der Forschungsvereinigung gefunden. Durch Beschluss des Forschungsrates aus 2018 wurde der FA 13 in „Additive Fertigung“ umbenannt. Das ansteigende hohe Interesse an allen Aktivitäten des Gremiums zeigt sich durch das große Engagement der Mitwirkenden aus Industrie und Forschung.

2010 - der erste Schritt

Im Jahr 2010 wurden von der Forschungsvereinigung zwei Veranstaltungen zum Thema „Strahlschweißen“ initiiert:



Bild 79: Programmbroschüre der Kolloquiums von 2010

Das DVS Forschungsseminar „Strahlschweißen von Aluminium“, federführend durch den Fachausschuss 6 organisiert, sowie das DVS/VDI Forschungsseminar „Generative Fertigungsverfahren – Rapid Technologien“ (Bild 79), das am 22. April 2010 in der Handwerkskammer Düsseldorf stattfand und inhaltlich durch den Fachausschuss 1 begleitet wurde.

Ziel dieses ersten gemeinsamen Dialoges war es, den Forschungsbedarf für die Qualifizierung des Verfahrens für die Serienfertigung von Endprodukten zu ermitteln, sowie die zukünftigen Handlungsbedarfe für die Aus- und Weiterbildung und die Standardisierung und Normung zu definieren.

Die Forschungsvereinigung des DVS beschloss, die generativen Verfahren als zukunftsweisende Technologie umfassend in die technisch-wissenschaftliche Arbeit aufzunehmen, konsequent zu fördern und andere Forschungsvereinigungen der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) zur Unterstützung und Mitwirkung einzuladen.

Im Ergebnis wurde auf Beschluss des Forschungsrates am 10. November 2010 der FA 13 unter der damaligen Bezeichnung „Generative Fertigungsverfahren - Rapidtechnologien“ gegründet.

Aktuelle Entwicklungen

Seit der Gründung des FA 13 hat die industrielle Bedeutung der Additiven Fertigung enorm zugenommen. Neben den Pulverbettverfahren sind zunehmend auch andere additive Fertigungsverfahren in das industrielle Interesse getreten. So haben unter anderem additive Lichtbogen- und Strahlschweißprozesse gänzlich neue Anwendungsmöglichkeiten in den Fokus der Additiven Fertigung gerückt. Neben prozessspezifischen Fragestellungen ergeben sich daraus aus industrieller Sicht verstärkt auch Forschungsbedarfe zu metallurgischen Fragestellungen, zur Festigkeit, Simulation oder zum Arbeitsschutz. Diese Entwicklung hat dazu geführt, dass Forschungsvorhaben zur Additiven Fertigung zunehmend auch in anderen Fachausschüssen der Forschungsvereinigung regelmäßig auf der Agenda stehen und bearbeitet werden:

- FA 1 „Schweißmetallurgie und Werkstoffverhalten“
- FA 2 „Thermisches Beschichten & Autogentechnik“
- FA 3 „Lichtbogenschweißen“
- FA 6 „Strahlverfahren“
- FA 8 „Klebertechnik“
- FA 11 „Kunststoff-Fügen“
- FA Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“

Für die Forschungsvereinigung stellt sich damit die besondere Herausforderung, all diese spezifischen Anforderungen zukünftig für den Anwender und die Forschungseinrichtungen in ihrer Struktur optimaler abzubilden und in einer gemeinsamen Forschungsagenda zu beschreiben.

Neu begonnene Forschungsprojekte

13.020
19.538 B **Simulationsbasierte Vorhersage des Kornwachstums für laserstrahlgeschmolzene Bauteile aus Titanlegierungen (SimKorn)**
Prof. Dr.-Ing. Ploshikhin, BCCMS Bremen
Dr.-Ing. Jahn, IFW Jena
Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 31.12.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.538B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

13.800
18.712N*) **Simulative Optimierung und generative Fertigung von statischen Mischern für die Extrusion von Kunststoffen**
Prof. Dr.-Ing. Hopmann, IKV Aachen
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen
Beginn: 01.09.2016 Laufzeitende: 28.02.2019
*) Federführende AIF-Mitgliedsvereinigung: Vereinigung zur Förderung des Instituts für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen e. V.
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.712N>

13.013
19.204 B **Systematische Analyse von Einflussgrößen auf die Pulverqualität beim Strahlschmelzen – am Beispiel von Ti-6Al-4V**
Prof. Dr.-Ing. Emmelmann, ILAS Hamburg
Dr.-Ing. Jahn, IFW Jena
Prof. Dr.-Ing. Emmelmann, FhG IAPT Hamburg
Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 31.07.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.204B>

13.014
19.394 N **Qualitätssteigerung laseradditiv gefertigter Bauteile durch Optimierung des lokalen Wärmeeintrags unter Berücksichtigung des globalen Temperaturfeldes**
Prof. Dr.-Ing. Ploshikhin, BCCMS Bremen
Prof. Dr.-Ing. Emmelmann, ILAS Hamburg
Prof. Dr.-Ing. Emmelmann, FhG IAPT Hamburg
Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 28.02.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.394N>

13.025
19.469 N **Entwicklung von Systemtechnik und Verfahren zur frühzeitigen Detektion von Prozessabweichungen und Identifikation von Fehlern im Bauprozess beim Selektiven Laserschmelzen (SLM) durch lagenfeine Analyse ortskorrelierter Emissionssignale.**
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen
Beginn: 01.04.2017 Laufzeitende: 31.03.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.469N>

13.026
19.549 N **Additive Fertigung von Bauteilen aus Rein-Kupfer mittels SLM und 'grüner' Laserstrahlung**
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen
Beginn: 01.06.2017 Laufzeitende: 31.05.2019
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.549N>

13.017
19.673 B **Einsatzgrenzen beim Strahlschmelzen von Glaswerkstoffen**
Dr.-Ing. Jahn, IFW Jena
Prof. Dr.-Ing. Gebhardt, FH Aachen FB8
Beginn: 01.09.2017 Laufzeitende: 29.02.2020
Weitere Informationen siehe:
<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.673B>

Fachausschuss Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“



www.dvs-forschung.de/FAQ6

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

Alexander Binzel Schweißtechnik GmbH & Co. KG, Buseck

Stellvertretender Vorsitzender Jürgen Gleim

3M Deutschland GmbH, Kleinostheim

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck

T +49 211 15 91-173

F +49 211 15 91-200

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“

www.dvs-aft.de/AFT/Q/Q6

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission XIII „Arbeits- und Gesundheitsschutz“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Das ständig wachsende Sicherheitsbewusstsein, die permanenten Bestrebungen des Staates und der Sozialpartner zur Verbesserung der Arbeitswelt und das Bemühen der Betriebe, ihre Arbeitnehmer bestmöglich zu schützen, führen auch in der Fügetechnik zu verstärkten Anstrengungen auf allen Gebieten des Arbeitsschutzes.

Der DVS bündelt seine Aktivitäten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes in seinem Fachgremium Q6, das sowohl Arbeitsgruppe im Ausschuss für Technik im DVS als auch Fachausschuss der Forschungsvereinigung des DVS ist.

Fachleute aus den verschiedenen Bereichen von Industrie, Instituten, Berufsgenossenschaften und staatlicher Seite diskutieren ausführlich aktuelle Entwicklungen und Aktivitäten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes. Dabei stehen neben der nationalen und internationalen Gremienarbeit unter anderem auch die aktuelle Gesetzgebung, Normung sowie technische Regelwerke im Aktivitätsbereich des Gremiums. Darüber hinaus werden auch konkrete Forschungsprojekte geplant und Entscheidungen über Forschungsanträge zu den Themen „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“ getroffen.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

Weiterentwickeln von Verfahren und Geräten zur Minimierung von Gefahrstoffemissionen bzw. von Anlagen, um Emissionen nachhaltig zu minimieren (Absauganlagen, Geräte und Brenner mit integrierter Absaugung). Der Fokus liegt dabei auf den industriell bedeutsamen Verfahren zum Schweißen und Trennen, dem Schutzgasschweißen und Laserstrahlschweißen und -schneiden

Erarbeiten von Industriestandards zur „Emissionsbeherrschung“: u. a. Best Practice bei der Absaugung, Ermitteln von Emissionskennwerten für verschiedene Verfahren und Werkstoffe. Aufbauend auf den erarbeiteten Ergebnissen werden auch DVS-Regelwerke erstellt. Ebenso fließen die Ergebnisse in das BG-Regelwerk und in die Normung, z. B. Normung von Verfahren zur Bestimmung von Emissionen etc., ein.

Neu begonnene Forschungsprojekte

Q6.3048 **Minimierung der Gefahren durch Kontamination und Verschleppung im Arbeitsumfeld bei der laseradditiven Verarbeitung von Metallpulvern**
19.935 N

Dr. Kaierle, LZH Hannover

Beginn: 01.02.2018 Laufzeitende: 31.01.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.935N>

Q6.2270 **Ermittlung von Schweißrauchexpositionen beim MSG-Schweißen unter definierten, realitätsorientierten Umgebungsbedingungen**
20.047 N

Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Prof. Dr. med. Kraus, UKA Aachen

Beginn: 01.03.2018 Laufzeitende: 29.02.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.047N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

Q6.023 **Effiziente Emissionsabsaugung und Bauteilreinigung für die großflächige Laser-Remote-Bearbeitung mit Hochleistungslasern**
19.239 B

Prof. Dr.-Ing. Leyens, IWS Dresden

Prof. Dr. Kaskel, FMN Dresden

Beginn: 01.01.2017 Laufzeitende: 30.06.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.239B>

Q6.024 **Reduzierung der Schweißrauchemissionen beim MSG-Fülldrahtschweißen durch Einsatz von Impulstechnik**
19.615 B

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Mayr, IFMT Chemnitz

Beginn: 01.07.2017 Laufzeitende: 30.06.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.615B>

Fachausschuss V4 „Unterwassertechnik“



www.dvs-forschung.de/FAV4

Vorsitzender/Obmann Dipl.-Ing. Rudolf Kolbusch
KWE Ingenieurbüro, Oldenburg

Stellvertretender Vorsitzender/Obmann Dipl.-Ing. SFI Walter Henz
Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Hannover
Niederlassung der GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Dipl.-Ing. Axel Janssen
T +49 211 1591-117
F +49 211 1591-200
axel.janssen@dvs-hg.de

Veranstaltungen

Sondertagung - „Unterwassertechnik“

Korrespondierende Gremien

- Arbeitsgruppe V4 „Unterwassertechnik“
- FA Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“
- FA 3 „Lichtbogenschweißen“

www.dvs-aft.de/AFT/V/V4
www.dvs-forschung.de/FAQ6
www.dvs-forschung.de/FA03

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Die Unterwassertechnik gehört zu einem Umfeld mit stetig wachsender Bedeutung, denke man nur an die Bereiche Energieerzeugung und Rohstoffgewinnung in Küstenregionen oder im offenen Meer und durch den Klimawandel bedingten zukünftigen Küstenschutz.

Dabei gehören zur Unterwassertechnik nicht nur spektakuläre Bauwerke wie Windkraftanlagen, Bohrseln und Offshore-Pipelines. In Deutschland liegen die Anwendungen der Unterwassertechnik auch besonders im Binnenland und küstennahen Regionen im Bau und Erhalt von:

- Binnenschiffahrtswegen und -hafenanlagen
- Wasserkraftwerken
- Anlagen zur Trinkwasserversorgung
- Hafenanlagen und Wasserwegen für die Seeschifffahrt
- Anlagen für den Hochwasserschutz
- Wehre, Stauanlagen, Sperrwerke
- Brückenbauwerke und andere Ingenieurbauwerke

In diesen Bereichen spielen das Fügen, Trennen, Beschichten und Prüfen in nasser Umgebung entscheidende Rollen.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Neue Schweiß- und Schneidprozesse und -verfahren
- Physik des Lichtbogens in nasser Umgebung
- Einfluss der nassen Umgebung auf den Werkstoff beim Schweißen und Schneiden
- Prüftechnik, neue Prüfverfahren für den Einsatz unter Wasser
- Visualisierung
- Automatisierung

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 1:

Verminderung der wasserstoffinduzierten Kaltrissigkeit beim nassen Unterschweißen von höherfesten Feinkornstählen durch die Integration von austenitischem Schweißgut in die Schweißfolge

(IGF-Nr. 19.211 N / DVS-Nr. V4.016)

Laufzeit: 1. Dezember 2016 – 30. November 2018

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

In diesem Forschungsvorhaben wurde der Einsatz von austenitbildenden Stabelektroden zum nassen Schweißen ferritisch-perlitischer Grundwerkstoffe mit einem Kohlenstoffäquivalent von $CEV > 0,4$ unter Wasser untersucht. Ziel war es, der Herausforderung der wasserstoffinduzierten Rissbildung werkstoffseitig zu begegnen. Da austenitische Materialien mehr Wasserstoff residual lösen können als ferritische Stähle, kann ein niedriger diffusibler Wasserstoffgehalt im Schweißgut erreicht werden. Der Effekt konnte anhand von über 300 Wasserstoffmessungen nach ISO 3690 nachgewiesen werden. Dabei wurden sechs unterschiedliche Stabelektroden ein-, zwei- und dreilagig verschweißt. Somit wurde ebenfalls die wasserstoffreduzierende Wirkung des Temperatureffektes auf den diffusiblen Wasserstoff in ferritischem Schweißgut nachgewiesen. Durch die Verwendung von austenitischen Stabelektroden wurde der diffusible Wasserstoffgehalt im Schweißgut gegenüber Schweißungen mit ferritischer Elektrode um bis zu 90% reduziert. Der niedrigste diffusible Wasserstoffgehalt wurde durch mehrlagige Schweißungen mit austenitischen Stabelektroden erzielt. Es wurden hier Werte unterhalb von $HD = 4 \text{ ml} / 100 \text{ g}$ Schweißgut beim hyperbar nassen Schweißen erreicht (hierzu [Bild 80](#)).

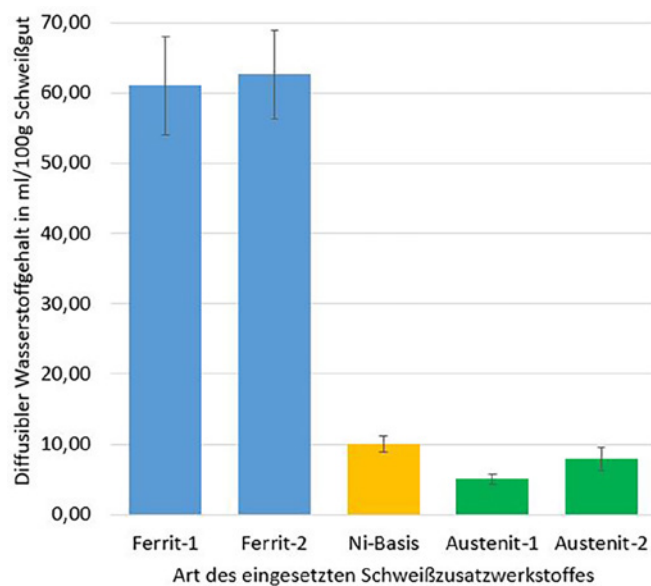


Bild 80: Einfluss des Schweißzusatzwerkstoffes auf den diffusiblen Wasserstoffgehalt (Grundwerkstoff S355JO; Wassertiefe 50 cm)

Um die Einsatzmöglichkeit der austenitischen Stabelektroden weiter zu validieren, wurden 3-Punkt-Biegeproben untersucht ([Bild 81](#)). Die Festigkeit der Schweißverbindungen wurde durch den Einsatz austenitbildender Stabelektroden bis über jene des Grundwerkstoffes erhöht.

Abschließend wurde ein neuartiger Belastungstest erprobt, um die Auswirkung der Wasserstoffreduktion auf die Kaltrissneigung aufzuzeigen. Hierfür wurden Proben unter geringer Krafteinwirkung über längere Zeit elastisch verspannt. Proben mit hohem diffusiblen Wasserstoffgehalt brachen ohne Vorwarnung innerhalb kurzer Zeit in der WEZ. Proben mit reduziertem Wasserstoffgehalt hielten der Belastung ohne Einschränkungen stand. Dies gilt sowohl für die bei 100 °C ausgelagerten (wasserstoffarm geglühten) Proben als auch für Proben mit austenitischem Schweißgut.

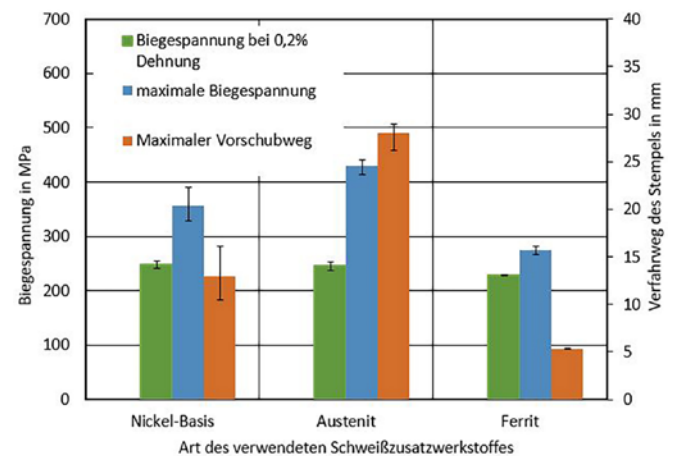


Bild 81: Einfluss des Schweißzusatzwerkstoffes auf die Kennwerte des 3-Punkt-Biegeversuchs (Grundwerkstoff S460NL mit $CEV=0,54$; Wassertiefe 20 m)

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing. Rudolf Kolbusch, KWE Ingenieurbüro, Oldenburg:
 „Im Unterwasserbereich gilt ein Kohlenstoffäquivalent von CEV = 0,4 allgemein als kritische Grenze. Höhere Kohlenstoffäquivalente lassen sich aufgrund der rapiden Abschreckung nicht nass schweißen. Durch die hohen Anforderungen, gerade im Offshore-Bereich werden aber zunehmend höherfeste Stähle verbaut, deren CEV über 0,4 liegt. Im Reparaturfall führt dies zu großen Herausforderungen, da unter Wasser bislang keine Möglichkeiten zur Vorwärmung etabliert sind. Die Ergebnisse dieses For-

schungsvorhaben bringen uns einen großen Schritt voran, auf dem Weg, höherfeste Stähle nass zu schweißen.“

Dipl.-Ing. Markus Mayer, Tauchmayer GmbH, Seelze:
 „Für uns als Tauchunternehmen bietet der hier erforschte Einsatz austenitbildender Stabelektroden ein neues Verfahren für das nasse Schweißen höherfester Stahlstrukturen unter Wasser. Die Senkung des Kaltrissrisikos kann die Einsatzgebiete für Tauchunternehmen erhöhen.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Forschungsvorhaben, Beispiel 2:

Werkstofftechnisch basiertes Abschreckmodell für die Simulation des Unterwasserschweißens

(IGF-Nr. 19.029 B / DVS-Nr. V4.014)

Laufzeit: 1. April 2016 – 31. Mai 2018

Prof. Dr.-Ing. habil. O. Keßler, Lehrstuhl für Werkstofftechnik, Universität Rostock

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

Die numerische Simulation des Schweißens üblicher Baustähle unter trockenen Bedingungen zur Bestimmung des Verzuges sowie der Verteilungen von Eigenspannungen und von Eigenschaften gehört zum Stand der Technik und gilt in der Praxis zunehmend als probate Methode zur Planung von Schweißarbeiten. Für die Auslegung von Unterwasser nass geschweißten Verbindungen finden numerische Simulationen bisher noch keine Anwendung, was wesentlich an den fehlenden Erkenntnissen hinsichtlich der Besonderheiten einer nassen Umgebung, wie Wärmeübergang zwischen Bauteil und Wasser und dem Werkstoffverhalten bei höchsten Kühlraten, liegt.

Das Forschungsvorhaben reagiert auf den zunehmenden Bedarf an Schweißarbeiten im Zusammenhang mit zunehmenden Errichtung von Wasserbauten und Offshore-Konstruktionen aus höherfesten Stählen und der damit verbundenen Unsicherheit bei der Bewertung der Schweißbeignung, indem es praktikable Lösungen aufzeigt, die Besonderheiten des nassen Schweißens in Simulationsprogrammen zu implementieren.

Umfangreiche experimentelle Arbeiten zur Werkstoffanalytik und dem Unterwasserschweißen (**Bild 82**) ermöglichten zutreffende Simulationen zur Abschätzung wesentlicher Merkmale des Zustandes nach Ausführung der Schweißarbeiten, wie die Gefügeverteilung in der Wärmeeinflusszone (**Bilder 83, 84**), sowie eine systematische Studie zum Einfluss veränderbarer Kennwerte des Ausgangszustandes oder des Schweißprozesses auf die Ergebnisgrößen.



Bild 82: Unterwasserschweißen in der Innenüberdruckkammer des IW Hannover

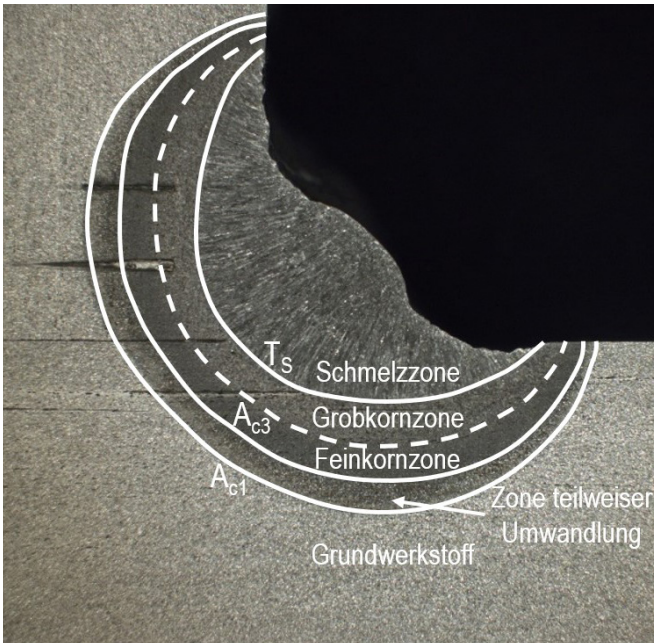


Bild 83: Ausbildung von Schmelzzone und WEZ im Experiment

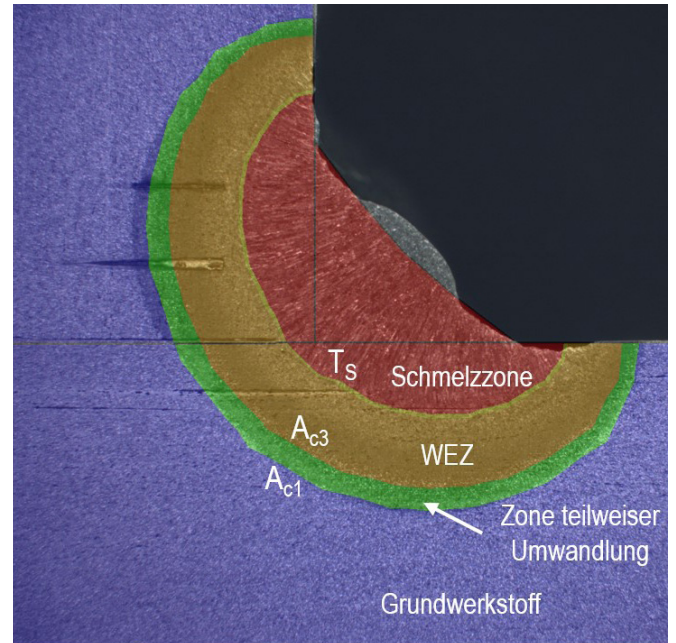


Bild 84: Ausbildung von Schmelzzone und WEZ in der Simulation

Meinungen aus den Unternehmen

Oliver Gregor, ArcelorMittal Commercial Long Deutschland GmbH (technisches Büro), Hagen:

„Stahlspondwände sind seit über 100 Jahren ein bewährtes Produkt im Stahlwasserbau. In der jüngeren Vergangenheit kommen aus wirtschaftlichen Gründen und infolge steigender Beanspruchungen immer häufiger Stahlsorten mit höheren Streckgrenzen zum Einsatz. Für diese Spundwandstähle wurden nun erstmals vollständige Schweiß-Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubilder erstellt, die eine Bewertung der Gefügeentwicklung beim Schweißen insbesondere auch im Unterwasserbereich ermöglichen. Durch die Entwicklung eines vollständigen Datensatzes für Werkstoffmodelle dieser Stähle wird es möglich, Schweißsimulationen in einem FEM-Programm durchzuführen, die so die Auslegung der Schweißverbindungen unter Betrachtung der thermischen Randbedingungen und des Werkstoffverhaltens erleichtern. Dies erlaubt eine genauere Vorhersage der Schweißnahtqualität, die schon bei der Planung berücksichtigt werden kann. So lassen sich in Zukunft auch höherfeste Spundwandstähle zuverlässig sowohl bei neuen Bauwerken als auch bei Reparaturaufgaben im Unterwasserbereich verschweißen.“

Pavel Khazan, Simufact Welding GmbH, Hamburg:

„Das Projekt wurde von unserer Seite während der Laufzeit begleitet. Das Schweißen unter Wasser ruft einige neue Herausforderungen hervor, insbesondere da das Abkühlverhalten und die thermischen Randbedingungen, die dieses Verhalten steuern, sich sehr rapide verändern können, was wiederum einen wesentlichen Einfluss auf die Werkstoffeigenschaften und sich daraus resultierende Verzüge und Eigenspannungen hat. Im Rahmen des Projektes wurden diese Zusammenhänge mit Erfolg untersucht, es wurde gezeigt, dass mit Hilfe der Schweißsimulation solche Fragestellungen beantwortet werden können. Mehrere aus diesem Projekt gewonnene Erkenntnisse wurden bereits während der Projektlaufzeit in der Weiterentwicklung von Simulationssoftware umgesetzt.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

V4.019
19.671 N **Sichere Offshore-Schraubverbindungen – verlässliche Überwachung der Vorspannkraft mit Ultraschall**

Prof. Dr. Hanke, IZFP Saarbrücken

Prof. Dr.-Ing. Oechsner, IFW Darmstadt

Beginn: 01.01.2018 Laufzeitende: 30.06.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.671N>

V4.3120
20.199 B **Induktionswärmetechnik als praxisrelevantes Vor- und Nachbehandlungsverfahren zur Verbesserung der Schweißnahtqualität beim Unterwasserschweißen von Feinkornstählen mit erhöhtem Kohlenstoffäquivalent**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Prof. Dr. Flügge, IGP Rostock

Beginn: 01.07.2018 Laufzeitende: 30.06.2020

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=20.199B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

V4.017
19.493 B **Entwicklung eines Verfahrens zum prozesssicheren Kleben von Halterungen unter Wasser**

Prof. Dr. Flügge, IGP Rostock

Beginn: 01.03.2017 Laufzeitende: 31.05.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.493B>

V4.015
19.675 B **Qualifizierung eines Verfahrens zur Montage und vorspannkrafterhaltenden Sicherung von Schraubenverbindungen im Unterwasserbereich**

Prof. Dr. Flügge, IGP Rostock

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

Beginn: 01.09.2017 Laufzeitende: 31.08.2019

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.675B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

V4.014
19.029 B **Werkstofftechnisch basiertes Abschreckmodell für die Simulation des Unterwasserschweißens**

Prof. Dr.-Ing. habil. Keßler, LWT Rostock

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.05.2018

Weitere Informationen inkl. Schlussbericht siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.029B>

V4.018
19.210 B **Optimierung des Tragverhaltens unter Wasser gefügter Bolzenschweißverbindungen großer Dimensionen für Reparatur- und Instandhaltungsmaßnahmen**

Prof. Dr. Flügge, IGP Rostock

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 30.09.2018

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.210B>

V4.016
19.211 N **Verminderung der wasserstoffinduzierten Kalttrissigkeit beim nassen Unterwasserschweißen von höherfesten Feinkornstählen durch die Integration von austenitischem Schweißgut in die Schweißfolge**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 30.11.2018

Weitere Informationen siehe:

<https://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.211N>



DVS-Studien und Berichte aus der Forschungsvereinigung

DVS-Berichte Band 347 Laser- und Elektronenstrahl- schweißen von Aluminium

Zusammenstellung von
Forschungsprojekten

2018
Broschur, DIN A4
84 Seiten
Artikel-Nr.: 300347
ISBN: 978-3-96144-041-2



DVS-Berichte Band 345 Grundlegende wissenschaftliche Konzepterstellung zu bestehenden Herausforderungen und Perspektiven für die Additive Fertigung mit Lichtbogen

2018
Broschur, DIN A4
52 Seiten
Artikel-Nr.: 300345
ISBN: 978-3-96144-038-2



Die Ergebnisse aus sieben Forschungsprojekten von 2011 bis 2016 werden in dieser Publikation zusammengefasst und stellen aktuelle Lösungsansätze zum Themenkreis Strahlschweißen von Aluminiumlegierungen vor.

Neben Erläuterungen zur Additiven Fertigung metallischer Bauteile und zur Additiven Fertigung mittels Lichtbogen ist das Herzstück der Studie die persönliche Befragung von 26 Unternehmen zu Herausforderungen und Potenzialen der lichtbogenbasierten Additiven Fertigung, deren Ergebnisse in dieser Veröffentlichung vorgestellt werden.

DVS-Berichte Band 330 DVS-Studie „Industrie 4.0 – Bedeutung für die Füge-technik“ (Deutsch/Englisch)

2016, DIN A4
44 Seiten



DVS-Berichte Band 329 DVS-Studie „Situation der Füge-technik im Windenergieanlagenbau“ (Deutsch/Englisch)

2016, DIN A4
44 Seiten



In der Studie wird das Grundverständnis von „Industrie 4.0“ hinsichtlich der Auswirkungen auf die Füge-technik anhand von Publikationen formuliert sowie über eine Befragung mit Industrievertretern ein realer Bedarf an branchenspezifischen fügetechnischen Lösungen abgeleitet.

Studie über die gesamte Wertschöpfungskette der Offshore-Windenergie hinsichtlich der Einflussgröße „Füge-technik“ mit Schwerpunkt im Bereich Stahlbau (Gründungsstruktur und Turm). Ziel war es Bereiche zu identifizieren, an denen über eine optimierte Füge-technik effektive und unmittelbare und vor allem auch mittelbare Kostenoptimierungen möglich sind.

Mitgliedern der Forschungsvereinigung des DVS stehen diese Publikationen kostenlos auf der Seite www.dvs-forschung.de zur Verfügung. Die DVS-Berichte Bände 347 und 345 sind darüber hinaus im Online-Shop bei DVS Media unter www.dvs-media.eu erhältlich.

Forschende Mitglieder der Forschungsvereinigung

Aachen

RWTH Aachen
Institut für Eisenhüttenkunde
Lehrstuhl Werkstofftechnik der Metalle
Bleck

RWTH Aachen
Institut für Oberflächentechnik im Maschinenbau
Bobzin

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

Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie
und Handwerk an der RWTH Aachen
Hopmann

RWTH Aachen
Institut für Eisenhüttenkunde
Lehrstuhl Werkstoff-/Bauteilintegrität
Münstermann

Fraunhofer-Gesellschaft e.V.
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
Poprawe

RWTH Aachen
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik
Reisgen

Augsburg

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-,
Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
Reinhart

Berlin

Bundesanstalt für Materialforschung und
-prüfung BAM
FB 9.4 – Integrität von Schweißverbindungen
Kannengießler

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und
Mikrointegration IZM
Lang

Technische Universität Berlin
Institut für Mechanik – Fakultät V
Fachgebiet für Kontinuumsmechanik und
Materialtheorie
Müller

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Berlin-Brandenburg
Pöge

Bundesanstalt für Materialforschung und
-prüfung BAM
FB 9.3 – Schweißtechnische Fertigungsverfahren
Rethmeier

Technische Universität Berlin
Institut für Werkzeugmaschinen und
Fabrikbetrieb – Beschichtungstechnik
Rupprecht

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und
Konstruktionstechnik IPK
Uhlmann

Braunschweig

Technische Universität Braunschweig
Institut für Füge- und Schweißtechnik
Dilger

Bremen

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und
angewandte Materialforschung IFAM
Mayer

Universität Bremen
Bremer Center for Computational Materials
Science BCCMS
Ploshikhin

BIAS – Bremer Institut für
angewandte Strahltechnik GmbH
Vollertsen

Chemnitz

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen
und Umformtechnik IWU
Drossel

Technische Universität Chemnitz
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe
Gehde

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkstoffwissenschaft und
Werkstofftechnik
Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik
Lampke

Technische Universität Chemnitz
Institut für Füge- und Montagetechnik
Professur Schweißtechnik
Mayr

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Elektro- u. Informationstechnik
Professur für Mikrotechnologien ZfM
Otto

CeWOTec gGmbH
Chemnitzer Werkstoff- und Oberflächentechnik
Reif

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkstoffwissenschaft und
Werkstofftechnik
Professur Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde
Wagner

Clausthal-Zellerfeld

Technische Universität Clausthal
Institut für Maschinelle Anlagentechnik und
Betriebsfestigkeit IMAB
Esderts

Technische Universität Clausthal
Institut für Schweißtechnik und Trennende
Fertigungsverfahren ISAF
Wesling

Cottbus

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-
Senftenburg
Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik
Michailov

Brandenburgische Technische Universität Cottbus -
Senftenburg
Lehrstuhl Stahl- und Holzbau
Pasternak

Darmstadt

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässig LBF
Melz

Zentrum für Konstruktionswerkstoffe
Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt
Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde
Oechsner

Dortmund

Technische Universität Dortmund
Lehrstuhl für Werkstofftechnologie
Fakultät Maschinenbau
Tillmann

Dresden

Technische Universität Dresden
Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der
Elektronik
Bock

Technische Universität Dresden
Institut für Fertigungstechnik
Professur für Fügetechnik u. Montage
Füssel

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und
Strahltechnik IWS
Leyens

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und
Systeme IKTS
Michaelis

Duisburg

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Duisburg
Vogelsang

Universität Duisburg Essen
Institut für Produkt Engineering – ipe
Lehrstuhl Fertigungstechnik
Witt

Erlangen

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Kunststofftechnik
Drummer

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und
Produktionssystematik – FAPS
Franke

Bayerisches Laserzentrum GmbH
Schmidt

Fellbach

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Fellbach
Rotaru

Freiburg

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
Gumbusch

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Mikrosystemtechnik
Professur für Aufbau und Verbindungstechnik
Wilde

Garbsen

Leibniz Universität Hannover
Institut für Werkstoffkunde
Maier

Garching

Technische Universität München
Institut für Werkzeugmaschinen und
Betriebswissenschaften (iwB)
Zäh

Geesthacht

Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH
Kaysser

Greifswald

INP Greifswald e. V.
Leibniz-Institut für Plasmaforschung und
Technologie e. V.
Weltmann

Halle

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt
Halle GmbH
Keitel

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen
und Systemen IMWS
Wehrspohn

Hamburg

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Einrichtung für Additive
Produktionstechnologien IAPT
Emmelmann

Helmut-Schmidt-Universität
Universität der Bundeswehr Hamburg
Institut für Werkstofftechnik
Laboratorium für Werkstoffkunde
Klassen

Hannover

Laser Zentrum Hannover e. V.
Kaierle

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Hannover
Mittelstädt

Ilmenau

Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Maschinenbau
Fachgebiet Fertigungstechnik
Bergmann

Itzehoe

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT
Müller-Groeling

Jena

Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und
Werkstoffprüfung GmbH
Jahn

Jülich

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren
Guillon

Kaiserslautern

Technische Universität Kaiserslautern
Lehrstuhl für Werkstoffkunde
Beck

Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie
KIT Stahl- und Leichtbau
Versuchsanstalt für Stahl, Holz u. Steine
Ummenhofer

Kassel

Universität Kassel
Institut für Produktionstechnik und Logistik
Fachgebiet Trennende und Fügende
Fertigungsverfahren
Böhm

Universität Kassel
Institut für Werkstofftechnik
Fachgebiet Kunststofftechnik
Heim

Universität Kassel
Institut für Werkstofftechnik Metallische Werkstoffe
Niendorf

Köthen

Hochschule Anhalt
Fachbereich EMW – Spanlose Fertigung
Rudolf

Krefeld

Hochschule Niederrhein
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Funktionswerkstoffe und Beschichtungen
Wilden

Magdeburg

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Werkstoff- und Fügetechnik
Lehrstuhl Fügetechnik
Jüttner

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Institut für Elektrische Energiesysteme
Lehrstuhl für Leistungselektronik
Lindemann

München

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV München
Dey

Hochschule für angewandte Wissenschaften
München
Labor für Stahl- und Leichtmetallbau
Engelhardt

Neubiberg

Universität der Bundeswehr München
Fakultät für Elektro- und Informationstechnik
Institut für Plasmatechnik u. Mathematik
Professur Plasmatechnik und Grundgebiete der
Elektrotechnik
Schein

Paderborn

Universität Paderborn
Fakultät für Maschinenbau
Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik LWF
Meschut

Universität Paderborn
Fakultät Maschinenbau
Institut für Kunststofftechnik
Kunststofftechnologie
Moritzer

Universität Paderborn
Fakultät Maschinenbau
Institut für Kunststofftechnik
Kunststoffverarbeitung
Schöppler

Universität Paderborn
Fakultät Maschinenbau
Lehrstuhl für Dynamik u. Mechatronik LDM
Sextro

Reutlingen

NMI Naturwissenschaftliches und
Medizinisches Institut an der Universität Tübingen
Schenke-Layland

Rostock

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der
Produktionstechnik IGP
Flügge

Universität Rostock
Fakultät Maschinenbau und Schiffstechnik
Lehrstuhl für Werkstofftechnik
Keßler

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt
Mecklenburg-Vorpommern GmbH
Peters

Saarbrücken

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren
IZFP
Hanke

Stuttgart

Universität Stuttgart
Institut für Strahlwerkzeuge
Graf

Materialprüfungsanstalt MPA
Universität Stuttgart
Weihe

Weimar

Materialforschungs- und Prüfanstalt an der Bauhaus
Universität Weimar
Könke

Wissen/Sieg

TIME Technologie-Institut
für Metall & Engineering GmbH
Polzin

Würzburg

FSKZ e. V.
Hochrein



HIER ZÄHLT DIE ZUKUNFT FORSCHUNG IM DVS



Sie möchten sich in der Forschungsvereinigung des DVS engagieren? Werden Sie mit Ihrem Unternehmen Mitglied!

Forschung für den Mittelstand

Aus der Firmenmitgliedschaft 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 Füge-technik.

Mission der Forschungsvereinigung

- Füge-technische Gemeinschaftsforschung ist bedarfsge-recht, innovativ, nachhaltig und erfolgreich!
- Die Forschungsvereinigung des DVS bietet der Fachwelt über ihre Fachausschüsse werkstoff-, verfahrens- und bran- chenspezifische fachliche Schwerpunkte rund um das Fügen, Trennen und Beschichten.
- Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung bieten of- fene Diskussionsforen für neue, laufende und abgeschlos- sene Forschungsthemen.
- In den Fachausschüssen wird unmittelbar über den Bedarf zur Umsetzung neuer Forschungsideen entschieden.
- Anfängen von der Auslegung und Konstruktion über die füge-technische Fertigung bis hin zur Prüfung und Festig- keitsbewertung werden Forschungsinhalte abgebildet. Da- bei wird die gesamte Prozesskette der Füge-technik abge- deckt.

- Im Netzwerk der Forschungsvereinigung engagieren sich erfolgreich mehr als fünfhundert Experten aus Industrie und Wissenschaft. Jährlich werden über hundert laufende Forschungsprojekte begleitet und unterstützt.
- Über die inhaltliche Themenvielfalt ist die Forschungsvereinigung interdisziplinär ausgerichtet und aufgeschlossen für unterschiedlichste branchenübergreifende Forschungsoperationen.
- Die Forschungsvereinigung ist eine moderne, professionelle und serviceorientiert ausgerichtete Institution für die Füge-technik.

Sie interessieren sich bereits für einige wissenschaftlich-technische Themen oder für die Mitarbeit in einem Fachausschuss? Sprechen Sie uns an:

Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck
Geschäftsführer
T +49 211 15 91-173
F +49 211 15 91-200
jens.jerzembeck@dvs-hg.de



Informationen zur Firmenmitgliedschaft in der Forschungsvereinigung finden Sie hier:
www.dvs-forschung.de/Firmenmitgliedschaft

Die Mitgliedschaft in der Forschungsvereinigung setzt die Mitgliedschaft im DVS voraus.

Darüber hinaus eröffnet Ihnen eine Firmenmitgliedschaft im DVS noch weitere Möglichkeiten:

Seit 120 Jahren ist der DVS kompetenter Ansprechpartner für alle Angelegenheiten rund um das Fügen, Trennen und Beschichten. Mit dieser Erfahrung machen wir die Branche fit für die Zukunft. Im DVS ist jeder willkommen, der sich für die Füge-technik interessiert. Unser Netzwerk umfasst rund 19.000 Personen, Unternehmen und Organisationen. Gemeinsam mit bundesweiten Forschungsinstituten arbeiten wir daran, dass die Füge-technik sauberer, sicherer und anwendungsfreundlicher wird.

Das Plus für Unternehmen:

Unternehmen, Institutionen und Organisationen haben Zugang zu einem umfangreichen Fachwissen und die Chance auf Mitarbeit bei fügetechnischen Forschungsvorhaben und Regelwerken. Und natürlich profitieren auch die DVS-Mitgliedsunternehmen vom kostenfreien Zugriff auf das technische Regelwerk des DVS unter www.dvs-regelwerk.de. Darüber hinaus bietet Ihnen der DVS Lehrmedien und Leitfäden für firmeninterne Schulungen an sowie die Chance auf eine professionelle Präsenz in relevanten Fachmedien, bei fügetechnischen Messen und auf Tagungen im In- und Ausland.

www.dvs-forschung.de

Das Team der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck | Geschäftsführer**

T +49 211 1591-173
F +49 211 1591-200
jens.jerzembeck@dvs-hg.de

[Fachausschüsse 1, 2, Q6](#)

**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

T +49 211 1591-117
F +49 211 1591-200
axel.janssen@dvs-hg.de

[Fachausschüsse 4, 11, V4](#)

**M. Sc. Marvin Keinert**

T +49 211 1591-188
F +49 211 1591-200
marvin.keinert@dvs-hg.de

[Fachausschüsse 6, 13](#)

**Ass. jur. Marcus Kubanek**

T +49 211 1591-120
F +49 211 1591-200
marcus.kubanek@dvs-hg.de

[Fachausschüsse 5, I2, GA-K](#)

**Dr.-Ing. Calin-Marius Pogan**

T +49 211 1591-123
F +49 211 1591-200
calin-marius.pogan@dvs-hg.de

[Fachausschüsse 3, 9](#)

**Dipl.-Ing. Michael M. Weinreich**

T +49 211 1591-279
F +49 211 1591-200
michael.weinreich@dvs-hg.de

[Fachausschüsse 7, 10](#)

**Nina Hemmi**

T +49 211 1591-113
F +49 211 1591-200
nina.hemmi@dvs-hg.de

[Projektadministration](#)

**Christian Habel**

T +49 211 1591-118
F +49 211 1591-200
christian.habel@dvs-hg.de

[Systemadministration](#)

**Dr. rer. nat. Sylvia Musch**

T +49 211 1591-182
F +49 211 1591-200
sylvia.musch@dvs-hg.de

[Projektadministration](#)

**Jutta Altenburger**

T +49 211 1591-181
F +49 211 1591-200
jutta.altenburger@dvs-hg.de

[Sekretariat](#)

**Marion Winter**

T +49 211 1591-180
F +49 211 1591-200
marion.winter@dvs-hg.de

[Projektadministration](#)

Impressum

Herausgeber

**Forschungsvereinigung Schweißen
und verwandte Verfahren e. V. des DVS**

Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf
www.dvs-forschung.de

Redaktion

Christian Habel

Nina Hemmi

Jens Jerzembeck

Marcus Kubanek

Dr. Sylvia Musch

Michael Weinreich

Titelfoto

Borosilikatglaswafer mit strukturiert abgeschiedener 12 µm
Zr/Si-RMS und 2 µm beidseitiger Belotung mit Silberbasislot
(InCuSil)

Quelle:

IGF-Projekt
Hermetisches Fügen von MEMS-basierten Bauelementen
mithilfe von reaktiven Multischichtsystemen (RMS)
(IGF-Nr. 19069 BG / DVS-Nr. 10.093)

Mit freundlicher Genehmigung:

Prof. Dr.-Ing. C. Leyens, Fraunhofer Institut für Werkstoff-
und Strahltechnik Dresden (IWS)

Prof. Dr. A. Dehé, Hahn-Schickard, Villingen-Schwenningen

Gestaltung

DVS Media GmbH
Düsseldorf

Druck

WIRmachenDRUCK GmbH
Backnang

**Forschungsvereinigung Schweißen
und verwandte Verfahren e. V. des DVS**

Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf

T +49 211 1591-0
F +49 211 1591-200

www.dvs-forschung.de