

DVS Congress 2013

Große Schweißtechnische Tagung

DVS-Studentenkongress

4. DVS-Forum Schulung und Prüfung

Vorträge der Veranstaltungen in Essen
vom 16. bis 21. September 2013

Veranstalter:
DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte
Verfahren e. V., Düsseldorf

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

DVS-Berichte Band 296

ISBN 978-3-87155-614-2

Die Vorträge wurden als Manuskript gedruckt.

Alle Rechte, einschließlich Übersetzungsrecht, vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung dieses Bandes oder von Teilen desselben nur mit Genehmigung der DVS Media GmbH, Düsseldorf.

© DVS Media GmbH, Düsseldorf · 2013

Herstellung: Griebisch & Rochol Druck GmbH & Co. KG, Hamm

Vorwort

Die Internationale Fachmesse SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2013 erwartet internationale Fachbesucher vom 16. bis 21. September in Essen. Hier wird ein umfassender Überblick zu aktuellen Neuheiten der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik gegeben.

Rund 1.000 Aussteller aus über 40 Nationen präsentieren ihre Technologien, Dienstleistungen und Werkstoffe – viele davon werden auf der Messe das erste Mal dem Fachpublikum vorgestellt. Zugleich ist die SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2013 auch der bedeutendste Treffpunkt für den fachlichen Austausch, der in diesem Jahr noch zusätzlichen Andrang erfährt. Denn das IIW – International Institute of Welding ist vom 11. bis zum 15. September 2013 mit seiner Jahresversammlung in Essen zu Gast. Diese Veranstaltung sowie die zweitägige IIW-Konferenz „Automation in Welding“ erwarten etwa 1.000 internationale Experten.

Auf dem DVS Congress 2013 stellen Fachleute in 90 Vorträgen Forschungsergebnisse, Marktentwicklungen und Lösungen für Hersteller und Anwender zu folgenden Themenbereichen vor:

- Korrosions- und Verschleißschutz
- Elektronenstrahlschweißen
- Moderne Fügeverfahren
- Additive Fertigung heute
- Schneidtechnik
- Prüftechnik
- Fügen im Leichtbau und Mischmaterialverbindungen
- Fügen im Stahlbau
- Anlagen-, Rohrleitungs- und Apparatebau
- Moderne Lichtbogenverfahren in der Praxis
- Praktiker
- Regelwerke
- Qualitätssicherung
- Forschung und Entwicklung
- Fahrzeugbau
- Laserstrahlschweißen
- Schweißen im Kraftwerksbau.

Auf Initiative des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. bekommt auf der SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2013 auch der Branchen-Nachwuchs die Möglichkeit, sich der Fachwelt zu präsentieren. So bietet der DVS-Studentenkongress Studierenden und jungen Ingenieuren der Fügetechnik eine Plattform, auf der sie ihre wissenschaftlichen Arbeiten vorstellen können. Höhepunkt wird auch in diesem Jahr die Verleihung des DVS-Nachwuchs-Awards sein. Eine Studentenkommision bewertet hierfür die Aktualität der Vorträge, den wissenschaftlichen Gehalt sowie die Darstellung im Vortragsband.

Ebenfalls findet im Rahmen des DVS Congresses 2013 das 4. DVS-Forum „Schulung und Prüfung“ statt. Hier werden Angebote und Aktivitäten der Personalqualifizierung im DVS vorgestellt.

Alle Mitglieder, Freunde und Gäste des DVS sowie alle fügetechnisch interessierten Fachleute aus Wirtschaft und Wissenschaft sind herzlich eingeladen, den DVS Congress 2013 als Informations- und Wissensnetzwerk für sich zu nutzen.

Dank gilt an dieser Stelle den Programmkommissionen für die geleistete Arbeit und den Vortragenden für die Bereitstellung der Manuskripte. Wir wünschen viel Freude beim Lesen und einen hohen Nutzen für die berufliche Tätigkeit.

Düsseldorf, im August 2013

DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.

Hauptgeschäftsführer



Berthold Kösters

Leiter Forschung und Technik



Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Große Schweißtechnische Tagung I

Korrosions- und Verschleißschutz

G. Posch, W. Scherleitner, H. Weber, P. Lumpf, Wels/A, und S. Knappe, Fulda

Innovative MAG-Schweißprozesse für korrosionsbeständige Schweißplattierungen 1

A. Pelz, F. Napalowski und B. Reichmann, Thale

Entwicklung neuartiger Schweißdrähte aus Pulver – Entwicklungsstand, Eigenschaften, Potentiale 7

V. Wesling, R. Reiter, L. Lau, D. Burchards und F. Weber, Clausthal-Zellerfeld

Laserstrahlbeschichten mit eisenbasierten (Pseudo-)Legierungen zum Schutz verschleißbeanspruchter Werkzeugkanten und technischer Messer 13

H. Pokhmurska, M. Student, T. Stypnutyk, V. Pokhmurskii, Lviv/UA, und B. Wielage, Chemnitz

Ersatz von Hartchromschichten durch lichtbogengespritzte Schichten unter Verwendung eisenbasierter Fülldrähte 21

Elektronenstrahlschweißen

K.-R. Schulze, Neuberg

Elektronenstrahlschweißen im Jobshop – Chance und Herausforderung 26

Th. Haubold, D. Metzler, Th. Gilles und S. Longenrich, Oberursel/Ts.

Elektronenstrahlschweißen von Triebwerkskomponenten in der Luftfahrt – Herausforderungen beim Schweißen von Hochdruckverdichtertrommeln 32

Moderne Fügeverfahren

F. Petzoldt, K. Schrickler, K. Günther, J. P. Bergmann, Ilmenau, und M. Huebner, Mündersbach

Mechanisiertes Magnesium-MSG-Schweißen mit Laserunterstützung zur Verbesserung des Benetzungsverhaltens 39

M. Wege, Herborn, K.-P. Schmidt und J. Pitzer, Haiger

Prozesstechnische Herausforderungen beim Fügen hybrider Schweißverbindungen am Beispiel von Aluminium und Stahl 46

A. Kloshek, Cottbus, R. Jüngling, V. Krink, Finsterwalde, und V. Michailov, Cottbus

Unterpulverschweißen in Zwangspositionen mit neuem Pulvertransportsystem 50

S. M. Kussike, V. Hecht-Linowitzki, Garbsen, J. Werner, M. Peuker, Höhr-Grenzhausen, Fr.-W. Bach und T. Hassel, Garbsen

Hydrophobierung von Stabelektroden zum nassen Lichtbogenhandschweißen unter Wasser – Wo liegen die Möglichkeiten?	56
---	----

Additive Fertigung heute

S. Sändig und S. Jahn, Jena

Additive Fertigung – Verfahren mit hohem Innovationspotential	63
---	----

D. Buchbinder, W. Meiners, C. Hinke und S. Merkt, Aachen

Generative Fertigung mit Selective Laser Melting auf dem Weg zur Serienproduktion?	70
--	----

S. Kleszczynski, K. P. J. Hoeren, Duisburg, T. Töppel, Chemnitz, J. zur Jacobsmühlen, Aachen, B. Müller und G. Witt, Chemnitz

Handlungsfelder des additiven Fertigungsverfahrens Strahlschmelzen	75
--	----

D. Faidel, W. Behr und C. Hoven, Jülich

Laser-Rapid-Prototyping – Einfluss ausgewählter Prozessparameter auf Gefüge und Festigkeit von Bauteilen aus X2CrNiMo17-13-2	82
--	----

DVS-Studentenkongress 2013

Fügetechnik – Forschung und Anwendung

Ch. Kotschote, Ch. Neudel, Ingolstadt, J. P. Bergmann, Ilmenau, und H. Rudolf, Köthen

Besonderheiten beim Aluminium-Stahl-Schweißen mittels Stanzelement	88
--	----

O. Stamann, S. Jüttner und A. Hübner, Magdeburg

Untersuchungen zur Schweißignung pulvermetallurgisch hergestellter Drähte für das Laserstrahlschweißen	93
--	----

I. Sasse, L. Schleuß, R. Ossenbrink und V. Michailov, Cottbus

Fügen strukturierter Bleche – Remote-Laserstrahlschweißen im Vergleich zum Widerstandspunktschweißen	98
--	----

M. Güpner, A. Patschger und J. Bliedtner, Jena

Prozessuntersuchungen zum scannerbasierten Mikroschweißen mit Multi-Mode-Faserlasern	104
--	-----

Lichtbogenschweißen

A. Lüderitz, S. Jahn und S. Sändig, Jena

WIG-Stichlochschiessen von Duplexstählen	110
--	-----

U. Reisgen, K. Willms, R. Sharma, J. von der Heydt und S. Jochindke, Aachen

Einfluss verschiedener Schweißverfahren auf das Erstarrungsverhalten und die Heißrissneigung von Nickelbasiswerkstoffen	116
---	-----

M. Ebert-Spiegel, S.-F. Goecke, Brandenburg an der Havel, und M. Rethmeier, Berlin	
Adaptive Regelung ermöglicht Fügespaltkompensation beim MAG-Schweißen	121
M. Bednarzik und S. Schulz, Halle/Saale	
Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen beim Einsatz des GSI-SLV-Schweißtrainers in der Ausbildung	127

Große Schweißtechnische Tagung II

Schneidtechnik

K. Nachbargauer, Baden-Baden	
Produktivitätssteigerung durch effiziente Automatisierung des autogenen Schneidprozesses	130
V. Krink, M. Radigk, N. Dönicke und T. Steudtner, Finsterwalde	
Gut und schnell mit Plasma schneiden – neue Technologie macht es möglich	132
L. Nickenig, I. Göller, M. Maid und I. Staudinger, Groß-Umstadt	
Produktivitätssteigerung beim thermischen Schneiden – wohin geht der Trend?	137

Prüftechnik

T. Ekkel, A. M. Meyer, T. Luhmann, H. Hastedt und F. Bethmann, Oldenburg	
Untersuchungen zur laserbasierten photogrammetrischen Erfassung von Schweißnähten unter Wasser	140
H. C. Schröder, J. Schenkel und C. Lehmkuhl, Mannheim	
ZfP für neue Werkstoffentwicklungen: Neue Technologien, Einsatzgrenzen und Anwendungen bei der Schweißnahtprüfung dickwandiger Komponenten und bei Nickelbasislegierungen	146
D. Liebenow, H. Musa und S. Gorny, Wilhelmshaven	
ARGOS – InterActive and Real Guided Modular Online Quality System – systemübergreifende intelligente Qualitätsüberwachung in schweißtechnischen Arbeitssystemen	149
T. Kräker und H. Schneider, Halle/Saale	
TOFD – Das Non-Plus-Ultra bei der Ultraschallprüfung von Schweißnähten?	155

4. DVS-Forum „Schulung und Prüfung“

W. Hildebrandt-Peters, Oberhausen	
Einsatz des Virtual-Welding-Training-Systems (VWTS) im DVS-Bildungssystem	159
H. Heuser, Hamm	
Der neue Ausbildungsberuf „Fachkraft für Metalltechnik“	163

L. Wolters, Aachen	
Qualifizierungsmaßnahmen im Bereich der Kunststofffügetechnik nach dem DVS-Regelwerk	166
R. Rühlmann, Magdeburg	
Ausbildung im Bereich „Flammrichten“	169

Große Schweißtechnische Tagung III

Fügen im Leichtbau und Mischmaterialverbindungen I

M. Mahlberg und U. Russek, Köln	
Leichtbau und Mischmaterialverbindungen – Motivationen, Konzepte und Anwendungen	172
Ch. Engelmann, A. Rösner, A. Olowinsky und V. Mamuschkin, Aachen	
Mikrostrukturen zum lasergestützten Fügen von Kunststoff und Metall	179
M. Menacher, C. Leisen und D. Drummer, Erlangen	
Formschlüssiges Fügen von Metallen mit Faserverbundkunststoffen mittels Vibrationsschweißtechnik	183

Fügen im Leichtbau und Mischmaterialverbindungen II

S. Friedrich, W. Georgi, M. Gehde und P. Mayr, Chemnitz	
Hybride Fügetechnologien – Eine neue Methode zur Herstellung von Metall-Kunststoff-Mischverbindungen	188
E. Moritzer und J. Krugmann, Paderborn	
Schraubblindniet – Verbinden durch selbst verformende Verschraubung	194
M. Stambke, J. P. Bergmann und C. Huse, Ilmenau	
Laserbasierte Herstellung von Tailored Hybrid Blanks aus thermoplastischen Kunststoffen und Metall	199
P. Woizeschke und F. Vollertsen, Bremen	
Laserstrahlfügen von Übergangsstrukturen zur Verbindung von CFK und Aluminium	205

Fügen im Stahlbau I

M. Höfemann, W. Flügge, Salzgitter, J. Wiebe und W. Scheller, Duisburg	
Untersuchungen zum Laser-MSG-Hybridschweißen hochfester, dickwandiger Stahlwerkstoffe mit Hochleistungsfestkörperlasern	212
S. Brumm, R. Agsten, M. Kusch und G. Bürkner, Chemnitz	
MSG-Dickdrahtschweißen von unlegierten Stählen	217
M. Lohse, Dresden, M. Schnick, H. Schuster, B. Sperling, Finsterwalde, und U. Füssel, Dresden	
Fügen dicker Bleche mit dem kathodenfokussierten WIG-Verfahren	224

K.-M. Henkel, R. Peters, A. Gericke und A. Sumpf, Rostock

Wirtschaftliches UP-Quer-Schweißen an größeren Blechdicken in der Offshore-Struktur- und Schiffskörperendmontage 229

Fügen im Stahlbau II

M. Albiez und T. Ummenhofer, Karlsruhe

Kleben im Bauwesen – Innovationen durch Technologietransfer? 235

A. Zwick, R. Imhoff, Dortmund, und D. Kruse, Schwerte

Laser-MSG-Hybridschweißen von hochfesten Feinkornbaustählen – Umsetzung in einer Produktionsanlage für Mobilkranauslegerprofile 241

A. Hachmann, Recklinghausen

Aus Fehlern lernen – Schäden oder fehlerhafte Ausführungen im Stahlbau 247

R. Falkenberg, Dresden

Begutachtung und Sanierung eines Schienensystems in einem Hochregallager 250

Anlagen-, Rohrleitungs- und Apparatebau

M. Häßler, S. Rose, U. Füssel, Dresden, H.-I. Schneider und C. Werner, München

WIG-Engspaltschweißen im Anlagen- und Behälterbau 253

C. Fink und M. Zinke, Magdeburg

Einsatzpotentiale geregelter Kurzlichtbogenprozesse für das MSG-Verbindungsschweißen von Ni-Basislegierungen 259

B. Hoberg, V. Groß, Hamm, und M. Zinke, Magdeburg

Optimierung der Schweiß Eigenschaften und Korrosionsbeständigkeit – Eine Herausforderung für Superduplex-Schweißzusatzwerkstoffe 266

P. Langenberg und S. Münstermann, Aachen

Zähigkeitsanforderungen für Druckbehälter im Europäischen Regelwerk EN 13445 in Hinblick auf den Einsatz von Stählen bis 200 mm Dicke 271

Moderne Lichtbogenverfahren in der Praxis

D. Kocab, Mündersbach

Moderne Lichtbogenverfahren – ein Überblick 277

S. Weise, Bremerhaven

Konzeption, Entwicklung, Umsetzung und Optimierung – Ein Erfahrungsbericht aus dem Stahlbau für Offshore-Gründungsstrukturen 280

M. Feyer, Hamburg

Werkstoff- und Schweißverfahrensprüfung – Bewertung nach dem Stand der Technik 287

Praktiker

M. Warzawa, Stuttgart

Die Schweißnaht in der Pharmazie vor dem Hintergrund aktueller Anforderungen 289

A. Jenicek, München, G. Forster, K. Hartz-Behrend, Neubiberg, M. Müller, München, T. Reiter, Wörthsee-Ettersschlag, J. Schein, Neubiberg, und H. Soyer, Wörthsee-Ettersschlag

Reproduzierbare Schweißqualität durch Bolzenschweißen mit Hubzündung und magnetisch bewegtem Lichtbogen 295

E. Schubert, Buseck

Modular aufgebaute MSG-Brennerlinie für bedarfsgerechtes Arbeiten auch in Zwangslagen 299

B. Jaeschke, Auenwald, W. Ernst und M. Luritzhofer, Linz/A

Verringerung von Fehlern bei der werkstoffspezifischen Bestimmung von Streckenenergie und Wärmeeinbringung moderner Lichtbogenschweißprozesse 302

Regelwerke

J. W. Mußmann, Düsseldorf

Kritische Betrachtungen zur Entwicklung der Beschreibungen von Anforderungen in Regelwerken 308

J. Heyer, J. Lechtenböhmer, M. Holthaus, C. Rothbauer, Duisburg, W. Schneider und A. Vogelsang, Groß-Umstadt

Qualifizierung von thermischen Schneidprozessen nach DIN EN 1090-2 – Entwicklung der Prüfverfahren und Prozessoptimierung gehen Hand in Hand 311

W. Kleinkröger, Krefeld

Schweißen von Gusseisen durch Normung qualitätsdefiniert und -gesichert möglich 316

Qualitätssicherung

B. Ivanov, Mündersbach

Qualitätssteigerung durch den Einsatz virtueller Trainersysteme in der Schweißer-ausbildung 319

J. Pitzer, Ch. Paul, Haiger, und M. Wege, Herborn

Roboter-Schweißtechnik als integraler Bestandteil moderner Fertigungsketten mit vor- und nachgelagerter, automatisierter Qualitätsprüfung 322

J. P. Bergmann, R. Schürer, M. Bielenin, W. Frisch, M. Stambke, D. Andreas und T. Feustel, Ilmenau

Entkopplung von Wärmeanteilen beim Schweißen als Schlüssel für verbesserte Schweißbedingungen 327

U. Beyer, Hamburg

Vorher wissen, was herauskommt – Simulation von mechanischen und thermischen Fügeprozessen 333

Forschung und Entwicklung

D. Schröpfer, T. Kannengießer und T. Lausch, Berlin

Untersuchungen zum Einfluss der Wärmeleitung auf die Eigenspannungsbildung und Gesamtbeanspruchung in Schweißverbindungen aus hochfestem Feinkornbaustahl 339

Th. Nitschke-Pagel, J. Hensel, J. Klassen, M. Workowski und K. Dilger, Braunschweig

Eigenspannungen in unterschiedlichen Kehlnahtverbindungen 346

A. Hälsig, M. Kusch und P. Mayr, Chemnitz

Kalorimetrische Betrachtung des Energieeintrages ins Bauteil 353

P. Stritt, R. Weber und T. Graf, Stuttgart

Gewährleistung der Lasersicherheit durch Pressspankonzepte 362

Fahrzeugbau

G. Meschut, T. Olfemann, V. Janzen und M. Matzke, Paderborn

Vergleich innovativer thermischer Fügeverfahren zum Verbinden von ultrahochfesten Stählen in Mischbaustrukturen 365

S. Frank, Aachen

Flussmittelfreies Laserstrahlhartlöten von Stahl-Aluminium-Verbindungen 372

U. Reisgen, M. Angerhausen, C. Geffers, K. Willms, Aachen, K. Deckert, Duisburg, S. Hof, Düsseldorf, und F. Prenger, Duisburg

Energiearmes thermisches Fügen mit Zinkbasisloten für den Einsatz im Fahrzeugbau 378

Laserstrahlschweißen

U. Reisgen, S. Olschok, S. Jakobs, Aachen, und M. Mücke, Maintal

Potentiale des Laserstrahlschweißens unter Vakuum 384

L. Richter und T. Schmidt, Jena

Fügen von Glas mittels Laserstrahlung 390

Schweißen im Kraftwerksbau

Th. Gräß, Essen, und F. Stahl, Dortmund

Schweißen von Nickelbasis-Legierungen in Vorfertigung und Montage für 725-°C-Testschleifen 394

B. Bouquin, Holtzwihr/F, und H. Lakhnati, Weinheim

Automatisiertes Orbitalschweißen von warmfesten Werkstoffen mit Fülldrähten im Kraftwerksbau 397

Autorenverzeichnis 401