



DVS-Technikreport 2017

Organisation und Schwerpunktthemen
der Abteilung „Forschung und Technik“ im DVS

Inhaltsverzeichnis

Forschung & Technik – hier zählt die Zukunft.....	03
Fügetechnik und ihre Bedeutung für den Industriestandort Deutschland	04
Moderne Lichtbogenprozesse: ein bedeutender Wirtschaftsfaktor in der Schweißtechnik.....	06
DVS-Merkblätter als Hilfestellung bei Prozessregelvarianten.....	09
Hohe Produktivität durch lichtbogenbasierte Additive Fertigung	10
Industrie 4.0 in der Schweißtechnik – Aktivitäten im DVS.....	11
Robotereinsatz in der Schweißtechnik sichert deutsche Arbeitsplätze	12
Richtlinie DVS 1184 – neuer Standard für die Ausbildung für vollmechanisches und automatisches Schweißen	13
Widerstandsschweißen – automatisiert und „4.0-Ready“	14
Forschungsvereinigung greift Trend „Widerstandsschweißen“ auf.....	15
Unterwassertechnik: Fügen, Trennen, Prüfen im nassen Element.....	16
Unterwassertechnik – ein etabliertes Thema im DVS	17
Treffpunkt der Branche: Tagung UNTERWASSERTECHNIK	18
Ihre Ansprechpartner	19



Bild: © zapp2photo/fotolia.com

Impressum

Herausgeber:

DVS – Deutscher Verband für Schweißen
und verwandte Verfahren e. V.
Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf
Postfach 101965
40010 Düsseldorf

T +49 211 1591-0
F +49 211 1591-200
www.dvs-ev.de

Realisation:

DVS Media GmbH
Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf
Postfach 101965
40010 Düsseldorf

T +49 211 1591-0
F +49 211 1591-150
www.dvs-media.eu

Druck:

D+L Printpartner GmbH
Schlavenhorst 10
46395 Bocholt
Deutschland

Erscheinungsdatum: September 2017

Titelbild: © Kilian Bishop/FANUC

Diese Broschüre richtet sich an Männer und Frauen in gleichem Maße. Zur besseren Lesbarkeit wurde im Text jedoch auf die durchgängige Formulierung in männlicher/weiblicher Form verzichtet und nur die männliche Form genutzt.

Forschung & Technik – hier zählt die Zukunft



Der DVS ist ein technisch-wissenschaftlicher Verband, der sich seit 120 Jahren erfolgreich am Puls der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik engagiert. Ein enges Netzwerk aus Forschung, Technik und Bildung bildet das Kernelement der technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit im DVS.

Im vorliegenden DVS-Technikreport 2017 werden aktuelle Themen und Trends aus der fügetechnischen Branche aufgegriffen, diskutiert und mit Zahlen und Fakten aus der Wirtschaft hinterlegt. Dabei stehen moderne Lichtbogenprozesse sowie Aspekte zur Industrie 4.0 mit den Schwerpunkten Automatisierung und Widerstandsschweißen im Fokus. Ein Blick auf die besonderen Anforderungen an die Unterwassertechnik rundet das breite Themenspektrum ab.

Der DVS ist mit seinen Mitgliedern nicht nur in den genannten Bereichen sehr aktiv. Er stellt seine Arbeitsergebnisse für die fügetechnisch interessierten Experten weltweit zur Diskussion – immer unter der Prämisse, die Technik stetig weiter zu entwickeln.

Auf der Weltleitmesse SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2017 werden auf verschiedene Art und Weise die Themen dieses DVS-Technikreports aufgegriffen – sei es durch neue Produkte

der Mitgliedsunternehmen oder durch das umfangreiche Angebot des DVS, wie das DVS-Bühnenprogramm, die Young Welders' Competitions oder den DVS CONGRESS, der parallel zur Messe stattfindet.

In Zusammenhang mit der Weltleitmesse werden auch die Kennzahlen der aktuellen Studie „Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge-technik in Deutschland, ausgewählten Ländern Europas sowie der EU insgesamt“ in diesem DVS-Technikreport vorgestellt. Zu jeder SCHWEISSEN & SCHNEIDEN, also alle vier Jahre, gibt der DVS die Wertschöpfungsstudie in Auftrag. Diese zeigt die wirtschaftliche Bedeutung der Füge-technik in Deutschland und in ausgewählten Ländern Europas anhand aktueller Zahlen für die Jahre 2012 bis 2015. Zentrale Aussagen aus der Studie werden in diesem Report aufgegriffen und dargestellt.

Der DVS-Technikreport macht einmal mehr deutlich, welche praxisnahen Ergebnisse die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit im DVS hervorbringt. Gleichzeitig lädt der DVS Sie herzlich dazu ein, sich an den vielfältigen Aktivitäten im Verband zu beteiligen und diesen inhaltlich mitzuprägen.

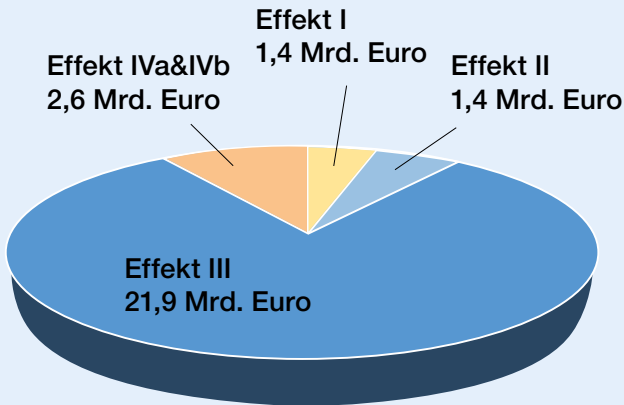
Fügetechnik und ihre Bedeutung für den Industriestandort Deutschland

Die Fertigungsverfahren Fügen, Trennen und Beschichten (FTB-Technik) sind hoch spezialisierte Verfahren. Diese werden zur Herstellung und Bearbeitung von Investitions- und dauerhaften Konsumgütern des Produzierenden Gewerbes, des Baugewerbes und für Dienstleistungen des Reparaturgewerbes eingesetzt. Ohne den Einsatz der FTB-Technik wären viele Güter nicht herzustellen. Ein beachtlicher Teil des erschaffenen Wertes – also die Wertschöpfung – dieser Güter ist direkt auf den Einsatz von FTB-Techniken zurückzuführen. Die Wertschöpfung beschreibt die Gesamtheit der in einem Wirtschaftszweig oder der gesamten Volkswirtschaft geschaffenen Werte (Wertschöpfung = Produktionswert - Vorleistungen).

Seit mehr als 15 Jahren lässt der DVS regelmäßig die wirtschaftliche Bedeutung verschiedener Fügetechniken alle vier Jahre zur Weltleitmesse SCHWEISSEN & SCHNEIDEN in einem wissenschaftlichen Gutachten untersuchen. Ziel der aktuellen Studie „Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der

Produktion und Anwendung von Fügetechnik in Deutschland, ausgewählten Ländern Europas sowie der EU insgesamt“ ist es, alle verfügbaren statistischen Informationen zusammenfassend auszuwerten. Somit kann der Wertschöpfungsbeitrag abgeschätzt werden, der in den untersuchten Volkswirtschaften im Jahre 2015 – das ist der aktuelle Datenrand zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie 2017 – durch die Herstellung und die Anwendung von FTB-Technik entsteht. Als Datenquellen wurden einerseits Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes für Deutschland (DESTATIS), andererseits für die übrigen europäischen Länder durch Veröffentlichungen des Europäischen Amtes für Statistik (EUROSTAT) ausgewertet. Ergänzt werden die Daten durch Verbandsinformationen der International Federation of Robotics sowie durch Expertenwissen aus dem DVS. Die Wertschöpfung durch die FTB-Techniken liegt allerdings höher, als es die Daten des statistischen Bundesamts für Deutschland im Jahr 2015 vermuten lassen.

Summe der Wertschöpfungseffekte



Wertschöpfung (gesamt): 27,3 Mrd. Euro
Erwerbstätige: 451.000 Personen

Die verschiedenen Wertschöpfungsquellen zur Herstellung und zum Einsatz von FTB-Technik werden in drei dominierende direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte unterteilt:

- **Effekt I:** aus der Herstellung von FTB-Technik
- **Effekt II:** aus der Herstellung der benötigten komplementären Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe (Schweißelektroden und -gase, Klebstoffe, Nieten u. ä.) sowie Dienstleistungen (Aus- und Weiterbildung) für den Einsatz von FTB-Technik
- **Effekt III:** aus der Anwendung von FTB-Technik

Zusätzlich sind auch die indirekten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch Vorleistungsverflechtungen mit anderen Branchen zu berücksichtigen:

- **Effekt IVa:** aus der Herstellung von FTB-Technik (indirekte Effekte zu Effekt I)
- **Effekt IVb:** aus der Herstellung von komplementären Gütern (indirekte Effekte zu Effekt II)

Der Hauptanteil an der Wertschöpfung und der Beschäftigung entsteht durch die Anwendung von FTB-Techniken:

Den größten Anteil an der Wertschöpfung der FTB-Techniken hat die Anwendung des Fügens, Trennens und Beschichtens mit 21,9 Mrd. Euro. Die FTB-Technik stellt somit einen Motor für viele Wirtschaftszweige dar und sichert mehr als 451.000 Arbeitsplätze alleine in Deutschland. Durch die Automatisierung und Digitalisierung wird die Tendenz der Steigerung der Wertschöpfung und der Produktivität in den nächsten Jahren anhalten.

Ein Euro Wertschöpfung, der bei der Produktion von FTB-Technik entsteht, verursacht das 19-fache durch die Anwendung von Fügen, Trennen und Beschichten in der Wirtschaft.



Weitere Informationen sind in der Kurzfassung der Wertschöpfungsstudie abrufbar: www.dvs-ev.de/wertschoepfung



Moderne Lichtbogenprozesse: ein bedeutender Wirtschaftsfaktor in der Schweißtechnik

Ausfuhren und Einfuhren – die wichtigsten Handelspartner Deutschlands

Land	Rang Ausfuhren Deutschlands	Rang Einfuhren Deutschlands
China	1	4
USA	2	7
Russland	3	33
Frankreich	4	6
Polen	5	17
Italien	6	2
Tschechische Republik	7	5
Österreich	8	3
Vereinigtes Königreich	9	9
Niederlande	10	8
Spanien	11	14
Schweiz	12	1

In vielen Ländern befand sich die Wirtschaft zu Beginn des neuen Jahrtausends in der Krise, unter anderem bedingt durch die „Börsenblasen“. Seit einigen Jahren steigen die realen Bruttoinlandsprodukte wieder stetig, vor allem China zeigt eine sehr gute Entwicklung. Während die Wirtschaftszahlen in den Vereinigten Staaten und in den Ländern der Europäischen Union (EU) einen kontinuierlichen positiven Trend bieten, stagnierte die Wirtschaft in Deutschland noch bis etwa 2005. Seit 2006 legt das Bruttoinlandsprodukt in Deutschland wieder kräftig zu und man kann sagen, dass sich seitdem die Weltwirtschaft in einer Aufschwungsphase befindet (* siehe Seite 7).

Diese konjunkturellen Entwicklungen machen sich auch in der deutschen Schweißtechnik bemerkbar. Das betrifft die Struktur und Entwicklung der Gesamtproduktion sowie der Ein- und Ausfuhrmärkte (siehe nebenstehende Tabelle).

Die Entwicklung des Produktionswertes der deutschen Schweißtechnik insgesamt und die Differenzierung in Maschinen, Teile für Maschinen sowie Schweißzusätze und Hilfsstoffe sind in Bild 1 zu erkennen. Man kann an den Verläufen die Auswirkung der Finanzkrise 2009 ablesen, aber auch den stetigen Anstieg danach.

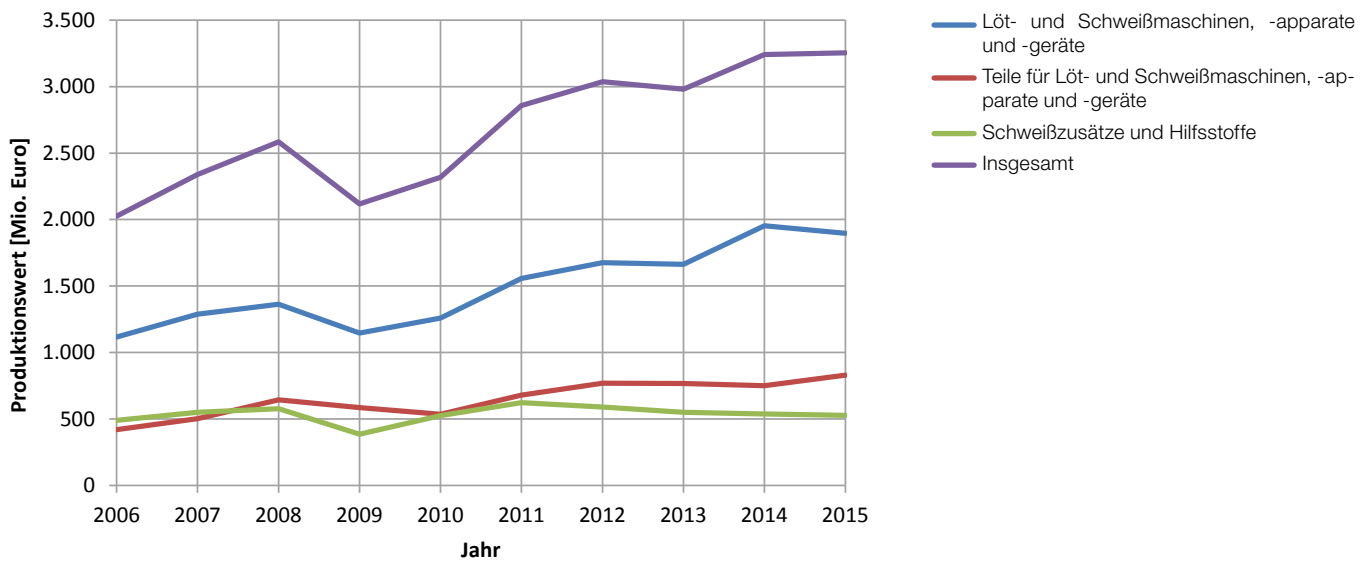


Bild 1: Entwicklung der Produktionswerte deutscher Schweißtechnik in Mio. Euro

Eine ähnlich ansteigende Tendenz seit dem Jahr 2009 bei den Ausfuhrungen aus Deutschland, also bei den Handelspartnern Deutschlands, ist in Bild 2 zu sehen. Die Schweißzusätze und Hilfsstoffe jedoch verzeichnen diesen Anstieg nicht und bleiben unter mäßigen Schwankungen konstant. Dies liegt unter anderem daran, dass Schweißprozesse immer effizienter gestaltet werden. Trotz gleichbleibender Zahlen bei Schweißzusätzen steigen die Produktionswerte beim MIG/MAG-Schweißen.

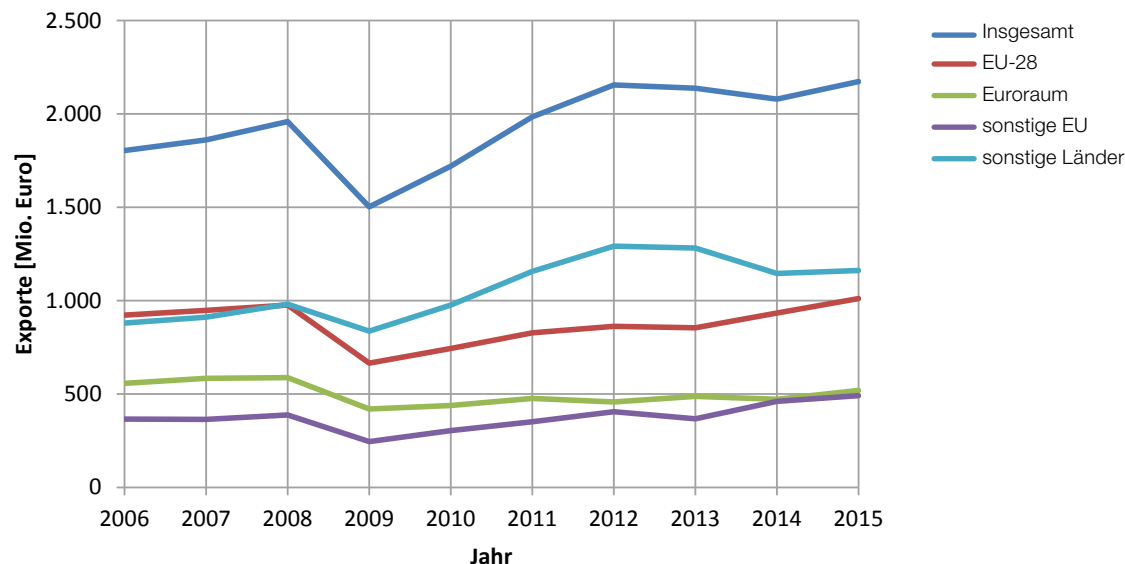


Bild 2: Entwicklung der Ausfuhrungen nach Regionen in Mio. Euro



* Die Einleitung inklusive der Tabelle, der Bilder (S. 7-8) und deren Erläuterungen sind entnommen bzw. angelehnt an den Wirtschaftszahlen „Schweißen und Schneiden 2006 – 2015: Wachstum – Krise – Erholung – Stagnation“ von Prof. Dr. Dieter Hecht, Dr. Michael Kersting, Dr. Nicola Werbeck, Bochum. Der vollständige Artikel ist in der SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN, Heft 9/2017, nachzulesen.

Hauptverantwortlich für die positive Entwicklung bei Schweiß- und Lötmaschinen in Deutschland ist der Bereich Widerstandsschweißen (siehe die grüne Linie in Bild 3) und dort insbesondere das Punktschweißen, welches vorrangig in der Automobilindustrie genutzt wird.

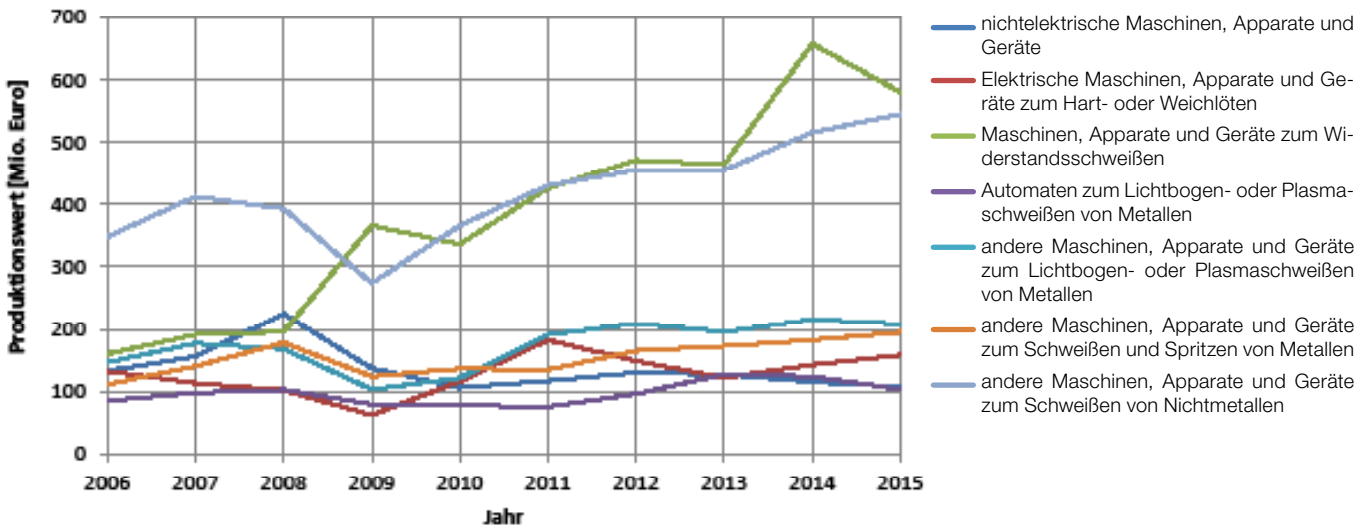


Bild 3: Entwicklung der Produktionswerte im Güterbereich „Löt- und Schweißmaschinen, -apparate und -geräte“ in Mio. Euro in Deutschland

Aber auch für Lichtbogen- und Plasmaschweißstromquellen ist ab 2009 ein Anstieg der Produktionszahlen zu verzeichnen. Der Umstieg auf eine neue Lichtbogenschweißstromquelle hat natürlich zum Ziel, die schweißtechnischen Produktionsschritte so effizient wie möglich zu gestalten.

Die Nutzung moderner Prozessregelvarianten und eine damit verbundene wirtschaftlichere Nahtgeometrie sind auch ein Grund für die gleichbleibenden Produktionszahlen der Schweißzusätze, während die Investitionen in Lichtbogenschweißprozesse steigen. Die Möglichkeit, dank moderner MSG-Prozessregelvarianten, effizienter, Umwelt und Ressourcen schonender und damit wirtschaftlicher schweißen zu können, sichert deutsche Arbeitsplätze in der Schweißtechnik. In Bild 4 ist die positive Entwicklung im Bereich „MIG/MAG“, aber auch bei den „umhüllten Elektroden“ erkennbar. Zusätzlich bildet sich in dieser positiven Entwicklung ein Anstieg von automatisierten Schweißprozessen ab.

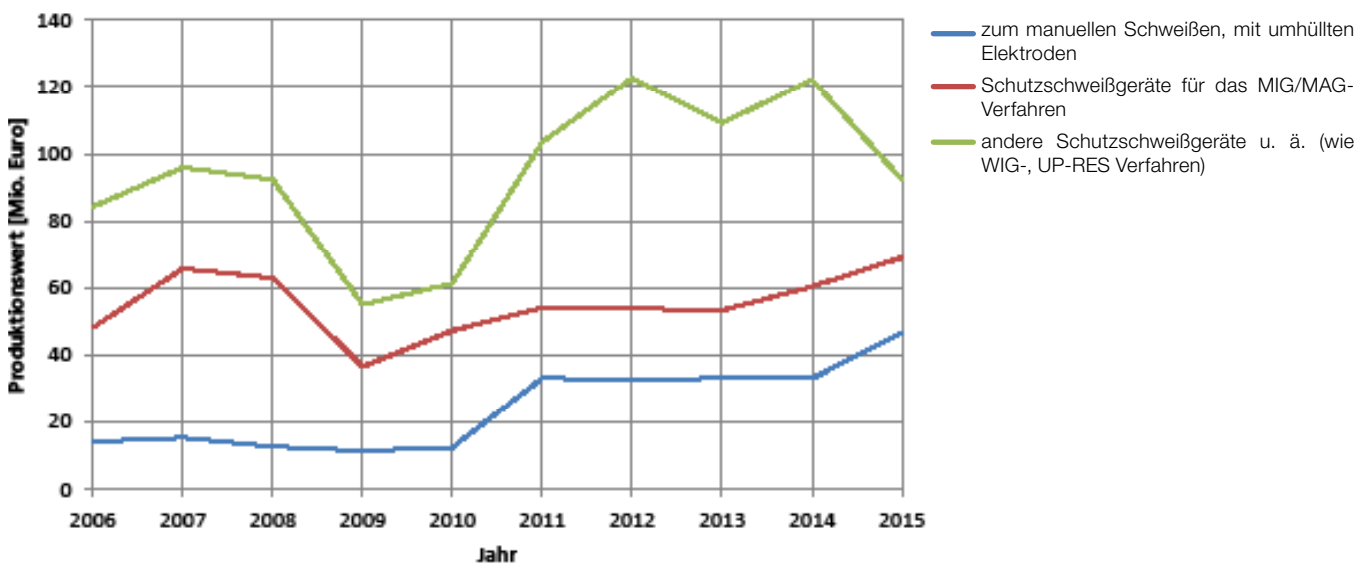


Bild 4: Entwicklung der Produktionswerte im Unterbereich „Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Lichtbogen- oder Plasmaschweißen von Metallen“ in Mio. Euro in Deutschland

DVS-Merkblätter als Hilfestellung bei Prozessregelvarianten

Die modernen Prozessregelvarianten werden von den Herstellern stetig verbessert und erreichen immer breitere Anwendungsgebiete, wie beim Schweißen im Dünnpblechbereich, Zwangslagen oder von Stählen mit extrem hoher Streckgrenze. Der Einsatz dieser neuen Prozesse gestaltet sich jedoch etwas zurückhaltend von der Anwenderseite. Viele Unternehmen können noch nicht einschätzen, welche Vorteile der Umstieg auf neue Prozesse bringt oder sie treffen durch die Vielzahl der angebotenen Prozessregelvarianten nicht die optimale Entscheidung für ihre Anwendung. Oft bleibt man daher beim Altbewährten und verzichtet aus Unwissenheit darauf, das enorme Potenzial der neuen Prozesse für sich zu nutzen. In anderen Fällen, beispielsweise in geregelten Bereichen, herrscht eine gewisse Unsicherheit beim Anwender darüber, wie der Einsatz der neuen Prozesse mit den jeweiligen heranzuziehenden Regelwerken korreliert.

Der DVS hat sich zum Ziel gesetzt, Unternehmen den Einstieg in die modernen Prozessregelvarianten zu erleichtern. Das Merkblatt DVS 0973 „Übersicht der Prozessregelvarianten des MSG-Schweißens“ und das Beiblatt 1 „Tabellarische Übersicht der Prozessregelvarianten des MSG-Schweißens“ bieten Anwendern eine Entscheidungshilfe für geeignete Prozesse. Wirkprinzipien, Lichtbogenarten und Anwendungsgebiete dieser Regelvarianten werden im Merkblatt erklärt. Im Beiblatt werden die Prozesseigenschaften der meist nur unter den Firmenbezeichnungen bekannten Regelvarianten deutlich. Die aufgeführten Stromquellenhersteller haben sehr eng mit der Arbeitsgruppe V 2.4 „Schutzgasschweißen mit abschmelzender Elektrode“ im Ausschuss für Technik des DVS bei der Entstehung dieser Übersicht zusammengearbeitet. Diese wird in regelmäßigen Abständen um neue Prozesse – die im Raum Deutschland, Schweiz, Österreich angewendet werden – aktualisiert.

Um die Potenziale der modernen Schweißprozesse voll ausnutzen zu können, bedarf es aber auch einer Handlungsempfehlung für eine effiziente Nahtvorbereitung. Hier knüpft das Merkblatt DVS 0973-2 „Nahtvorbereitung in Anlehnung an die DIN EN ISO 9692-1“ an. In dem DVS-Merkblatt werden prozessbezogen optimierte Geometrien für die Nahtvorbereitung, unterteilt in teilmechanisiertes und automatisiertes MSG-Schweißen, dargestellt. Das DVS-Merkblatt soll Ende 2017 erscheinen.

Der DVS hat mit seinen Merkblättern zum breiten Thema „Lichtbogenprozesse“ erste Grundlagen im schweißtechnischen Regelwerk geschaffen. Das Wissen in diesem Bereich muss aber auch aktiv vermittelt werden. Die Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten bieten bereits Lehrgänge zum richtigen Einstellen moderner Lichtbogenprozesse an und integrieren die neuen Inhalte fortlaufend in die verschiedenen Qualifikationsmaßnahmen, unter anderem bei der Ausbildung zum Schweißfachingenieur.



DVS-Mitglieder profitieren vom kostenlosen Zugriff auf das technische Regelwerk des DVS unter www.dvs-regelwerk.de. Dort sind alle DVS-Merkblätter und -Richtlinien des Verbandes elektronisch abrufbar.



Bild: DVS

Hohe Produktivität durch lichtbogenbasierte Additive Fertigung

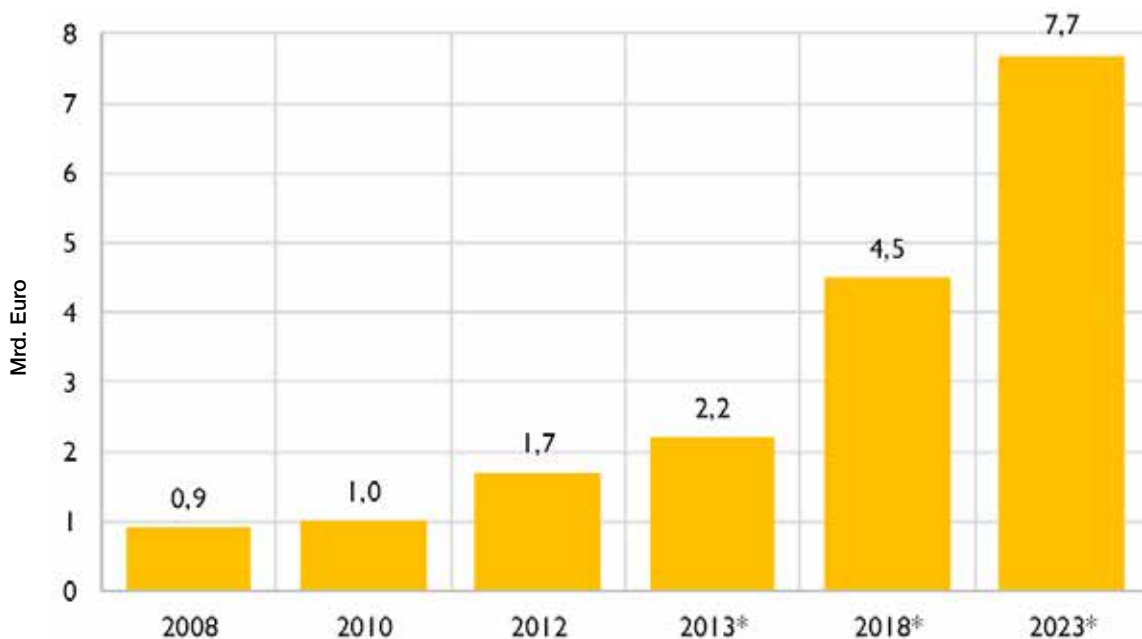
Ein Fertigungsverfahren, welches im Laufe der vergangenen Jahre immer mehr an Bedeutung gewonnen hat, ist die Additive Fertigung. 3D-Strukturen aus metallischen Werkstoffen, gefertigt mittels werkzeugloser Formgebung durch Laserstrahlung und Metallpulver, sind bereits im Einsatz. Schichtstärken und Bauteilvolumina sind jedoch noch begrenzt. Bauteile wie Pumpenlaufräder, Lüftungssysteme, Pumpen- und Armaturengehäuse werden derzeit konventionell über Ur- bzw. Umformen hergestellt, wobei alleine die Herstellung des Werkzeuges hohe Herstellungskosten und -zeiten verursacht. Hier kommt die lichtbogenbasierte Additive Fertigung mit Draht als Schweißzusatz ins Spiel. Der Vorteil des lichtbogenbasierten Generierens liegt dabei, im Vergleich zu laserbasierten Verfahren, in der wesentlich höheren Produktivität und dem Erstellen größerer Bauteilabmessungen.

Im Fachausschuss 3 „Lichtbogenschweißen“ der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS wird durch die Zusammenarbeit der forschenden Institute und der Industrie in mehreren Forschungsprojekten der technologische Wissensstand auf diesem Gebiet vorangetrieben. Insbesondere in Kooperation mit dem VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. wird intensiv zusammengearbeitet. Durch den Transfer aktueller Erkenntnisse in der lichtbogenbasierten Additiven Fertigung in Bezug auf Ausbildung und DVS-Regelwerk wird Anwendern der Einstieg in diese Technologie vereinfacht.

Auch die aktuelle Studie „Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge-technik in Deutschland, ausgewählten Ländern Europas sowie der EU insgesamt“ des DVS beschäftigt sich in einem Exkurs mit den neuen Fertigungsverfahren und zeigt unter anderem die Vorteile auf technischer Seite auf wie auch die „ökonomischen Effizienzgewinne durch eine Fertigung ‘nach Bedarf’.“

In der Wertschöpfungsstudie heißt es: „Neben den Auswirkungen der Additiven Fertigung auf den Produktionsprozess im Unternehmen und auf die Erschließung neuer Absatzmärkte durch ein Produktangebot, welches neue Kundennutzen liefert, kommt es auch zu Rückwirkungen auf die gesamte Wertschöpfungskette. Die Entscheidung über den Produktionsstandort wird beeinflusst. Die Produktion kann dezentral an allen Standorten weltweit stattfinden, da international vergleichbare Herstellkosten anfallen. Dadurch ändern sich Lieferströme und Lieferbeziehungen. Das Frachtaufkommen wird gesenkt und die Lagerkosten verringert. Darüber hinaus fällt im Gegensatz zu fertigen Bauteilen kein Einfuhrzoll an, was vor dem Hintergrund der wirtschaftspolitischen Entwicklungen in den USA, einem wichtigen Absatzmarkt deutscher Industrieprodukte, ein großer Vorteil ist.“ Dass auch in Zukunft die Additive Fertigung einen festen Platz in der Füge-technik einnimmt, zeigt die Prognose der „Statista“, die in der unten stehenden Tabelle aus der Wertschöpfungsstudie 2017 aufgeführt ist.

Additive Fertigung – Prognose zum globalen Marktvolumen für additive Fertigungssysteme, zugehörige Dienstleistungen und Ausgangsmaterialien



* geschätzt

Quelle: Entnommen aus der Wertschöpfungsstudie des DVS „Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge-technik in Deutschland, ausgewählten Ländern Europas sowie der EU insgesamt“, Michael Kersting, Waike Moos, Anna Werbeck



Industrie 4.0 in der Schweißtechnik – Aktivitäten im DVS

Schlagwörter wie Industrie 4.0, Digitalisierung, Internet of Things oder Big Data sind allgegenwärtig. Doch was steckt hinter diesen Begriffen und welche Rolle spielt dabei die Füge-technik?

Um ein allgemeines Verständnis für „Industrie 4.0“ in Bezug auf die Füge-technik aus deutscher Perspektive zu schaffen, hat die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS die Studie „Industrie 4.0 – Bedeutung für die Füge-technik“ beauftragt. Die Füge-technik als Querschnittstechnologie und Bestandteil verketteter, hochkomplexer Fertigungsprozesse der Smart Factory von morgen wird demnach ein wesentlicher Faktor für das Gelingen von „Industrie 4.0“ sein. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Anwendung intelligenter Monitoring- und Entscheidungsprozesse auf sehr hohem Niveau Voraussetzung für eine erfolgreiche, zukunftsorientierte Wertschöpfungskette sein wird. Weitere Herausforderungen warten in den Bereichen Mittelstand, Standards, IT-Architektur, IT-Sicherheit und Qualifikation. Um die internationale Wettbewerbsfähigkeit am Standort Deutschland weiter zu sichern und auszubauen, sind fachübergreifende Forschungs- und Entwicklungsstrukturen unumgänglich.

Im DVS werden seit jeher Transfermaßnahmen aus Forschung und Technik in den Bereich der Ausbildung vollzogen, um den wachsenden Anforderungen gerecht zu werden. Schlagwörter wie Cyber Physical Systems und Augmented Reality sind schon jetzt gelebte Realität, denn in den DVS-Bildungs-

einrichtungen kommen bereits heute beispielsweise virtuelle Schweißtrainer zum Einsatz. Auch im Bereich der Additiven Fertigung darf sich der DVS mit der Ausbildung zur „Fachkraft für additive Fertigungsverfahren“ als Vorreiter verstehen. Kleine und mittlere Unternehmen stehen dem Thema „Industrie 4.0“ nach wie vor zurückhaltend gegenüber. Viele können den Aufwand, aber auch den Nutzen noch nicht abschätzen. Häufig wird befürchtet, dass nicht das nötige Know-how oder die finanziellen Möglichkeiten gegeben sind, um ihre Firma digital wettbewerbsfähig zu machen. Es fehlen Grundlagen, Informationsmöglichkeiten und neutrale Ansprechpartner für die Beratung oder Fortbildung. Vor allem im automatisierten Bereich der Schweißtechnik, wie beim Einsatz von Schweißrobotern, steckt viel Potenzial, das zurzeit noch nicht optimal genutzt wird.

Im DVS, speziell für den Bereich der Roboter gestützten Schweißtechnik, wurde ein Bedarf für Anwenderinformationen festgestellt. In der Arbeitsgruppe V 2.6 „Mechanisierung, Automatisierung, Robotereinsatz beim Lichtbogenschweißen“ im Ausschuss für Technik wurde daher eine Ad-hoc-Arbeitsgruppe zum Thema „Industrie 4.0 in der Schweißtechnik“ gegründet. Ziel ist die Erarbeitung eines Leitfadens zum Einstieg in das Thema. Kleine und mittelständische Unternehmen sollen sich mit dieser Hilfe ein erstes Bild von Möglichkeiten und Vorteilen der Digitalisierung machen können. Der Leitfaden in Form eines DVS-Merkblattes richtet sich an Unternehmen, die Roboter in der schweißtechnischen Produktion nutzen.

Robotereinsatz in der Schweißtechnik sichert deutsche Arbeitsplätze

Das Schweißen zählt mit zu den anspruchsvollsten Technologien im Fertigungsprozess. Daher ist es nicht verwunderlich, dass auch für Hersteller von Industrierobotern die Schweißtechnik eine große Herausforderung darstellt. Wenn man sie richtig einsetzt, kann das Schweißen im Zuge von Industrie 4.0 mittels Roboter die Produktivität und Profitabilität eines Unternehmens erheblich steigern.

Um die Produktionskosten zu senken, wurde die schweißtechnische Fertigung von zahlreichen Unternehmen in vielen Fällen ins Ausland verlagert. Einige Unternehmen haben jedoch einen anderen Weg gefunden, um ihre Fügeprozesse profitabler zu gestalten. Durch die Steigerung des Automatisierungsgrades und den verstärkten Einsatz von Robotern in der Schweißtechnik ist der Produktionsstandort Deutschland für diese Unternehmen weiterhin die erste Wahl. Die aktuelle Roboterstudie „World Robotics Industrial Robots 2016“, veröffentlicht vom IFR Statistical Department und organisiert von der VDMA Robotics + Automation, Germany, bestätigt den steigenden Einsatz von Robotern in der Schweißtechnik (Bild 1).

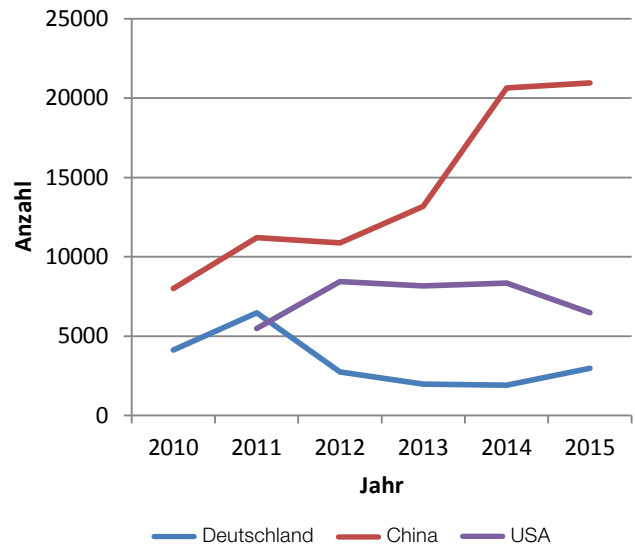


Bild 1: Deutschland und seine wichtigsten Handelspartner in der Schweißtechnik weltweit – jährliche Verkaufszahlen – Roboter für schweißtechnische Anwendungen

Quelle: Studie „World Robotics Industrial Robots 2016“

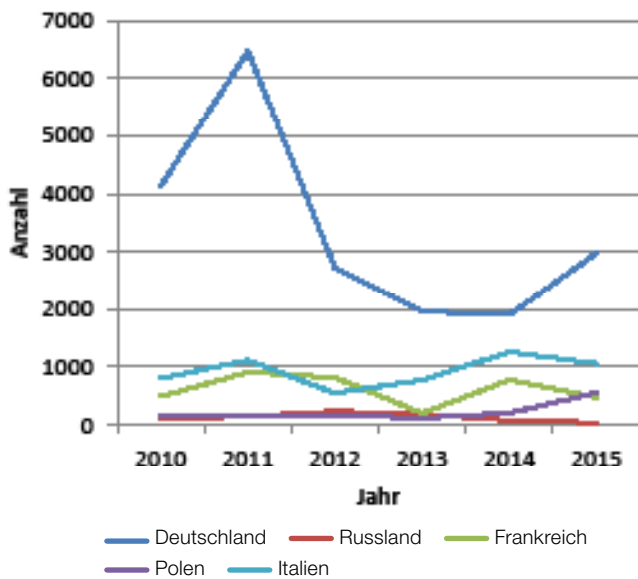


Bild 2: Deutschland und seine wichtigsten Handelspartner in der Schweißtechnik in Europa – jährliche Verkaufszahlen – Roboter für schweißtechnische Anwendungen

Quelle: Studie „World Robotics Industrial Robots 2016“

Die positive Entwicklung in Europa und Nord-Amerika erreicht jedoch bei weitem nicht das Niveau wie in Asien. In Europa sticht die aktuelle Steigerung der Verkaufszahlen besonders für Deutschland positiv hervor (Bild 2). In den Jahren 2010 und 2011 wurde stark in die Roboterschweißtechnik investiert. 2012 verzeichneten die Verkaufszahlen einen Rückgang und pendelten sich in den darauffolgenden zwei Jahren auf dem deutschen Markt mit jeweils ca. 2.000 verkauften Robotersystemen für schweißtechnische Anwendungen ein. 2015 stiegen die Investitionen auf ca. 3.000 neue Maschinen. Dies entspricht einer Steigerung um ca. 50 % im Vergleich zum Vorjahr.

In Deutschland wie auch in vielen anderen Ländern gehört die Automobilindustrie zu den Vorreiterbranchen für Automatisierungslösungen. Fahrzeughersteller sowie Zulieferindustrien sind hauptverantwortlich für den Anstieg der eingesetzten Roboter in der Schweißtechnik. Der mögliche Einsatzbereich für Schweißroboter erweitert sich stetig. Moderne Prozessregelvarianten des MSG-Schweißens, Lichtbogen- und Laserstrahl-Ötanwendungen sowie das Rührreißschweißen von Aluminiumwerkstoffen bieten noch große Potenziale, um Robotersysteme stärker in schweißtechnische Fertigungsschritte effizient einzubinden.



Bild: iStock.com/Pablo_K

Richtlinie DVS 1184 – neuer Standard für die Ausbildung für vollmechanisches und automatisches Schweißen

Automatisierung ist ein Baustein für Industrie 4.0. Die Entwicklungen in diesem Bereich sorgen dafür, dass sich Anwendungen auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) lohnen. Insbesondere die immer einfacher werdende Handhabung beim Programmieren machen Roboteranwendungen zunehmend für kleine Losgrößen interessant. Dabei ist das Personal aber nicht zu vergessen, welches für die verändernden Tätigkeiten kontinuierlich qualifiziert werden muss. Nur so kann das enorme Potenzial der Automatisierung in den Unternehmen optimal genutzt werden.

Eine gute Qualifikation der Prozessverantwortlichen sowie der Bediener und Einrichter in der Automatisierung, insbesondere bei Robotern, ist unerlässlich. Die Richtlinie DVS 1184 „Bediener für vollmechanische und automatische Schweißeinrichtungen“ richtet sich an die Qualifizierung des Personals für das vollmechanische und automatische Lichtbogenschmelzschweißen. Dazu zählt unter anderem das Schweißen an:

- Schweißportalen
- Linearfahrwerken
- Schweißautomaten
- Schweißrobotern

Im Beiblatt 1 „Metallschutzgasschweißen (MSG) Spezielle Voraussetzungen, Lehrgangs- und Prüfungsinhalte“ der Richtlinie DVS 1184 wird das Personal spezifisch in der Automatisierung mit dem Schweißprozess Metall-Schutzgasschweißen (Hauptprozess 13) qualifiziert.

Personal, das zukünftig in der Automatisierung eingesetzt werden soll, kann sehr individuelle berufliche Hintergründe haben. So gilt es, schweißtechnische Grundlagen sowie Programmierkenntnisse zu vermitteln. Die Richtlinie mit den Beiblättern ist für die Qualifizierung von Personen vorgesehen, welche dann relevante Schweißparameter an vollmechanischen und automatischen Schweißanlagen einstellen und/oder korrigieren und somit die Qualität sowie das Schweißnahtergebnis signifikant beeinflussen. Durch erfolgreichen Abschluss dieser Maßnahme wird somit einer wesentlichen Forderung der DIN EN ISO 14732 „Schweißpersonal – Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen“, dem Nachweis von fachkundlichen und technologischen Kenntnissen, entsprochen.

Das Anerkennungsverfahren nach DIN EN ISO 14732 ist für Fachpersonal im Bereich automatisierter Schweißeinrichtungen vorgeschrieben und kann in den Prüfungsablauf der vorgenannten DVS-Richtlinie integriert werden. Somit kann die erfolgreich abgeschlossene Prüfung das Anerkennungsverfahren nach DIN EN ISO 14732 enthalten und qualifiziert das Personal sowohl fachkundlich als auch praktisch.

Die neue DVS-Ausbildungsrichtlinie für Bediener schafft hier einen standardisierten Wissensstand. Das Ausbildungskonzept wurde gemeinsam von Experten in der Aus- und Weiterbildung, Roboterherstellern sowie Anwendern erarbeitet und den aktuellen Anforderungen an Fachkräfte in der automatisierten Schweißtechnik angepasst. Die Richtlinie DVS 1184 bereitet Bediener nicht nur auf die Prüfung vor, vielmehr werden die Teilnehmer entsprechend ihrer Vorkenntnisse in Bezug auf die späteren Anforderungen qualifiziert.



Der DVS und die im DVS aktiven Roboterhersteller haben das Ausbildungskonzept aufgestellt, damit sowohl die herstellereigenen als auch schweißtechnischen Kenntnisse Bestandteil der Ausbildung sind. Die spezifischen Schulungsmaßnahmen von den im DVS aktiven Roboterherstellern finden Beachtung in der Gesamtausbildung in einer DVS-zugelassenen Bildungseinrichtung. Lehrgänge nach Richtlinie DVS 1184 schließen mit einer Prüfung ab, die eine Bedienerprüfung nach DIN EN ISO 14732 berücksichtigen kann. Damit haben die Teilnehmer die Möglichkeit, neben der Qualifizierung auch eine vom Regelwerk geforderte Bedienerprüfung zu erwerben.

Widerstandsschweißen – automatisiert und „4.0-Ready“



Widerstandsschweißen wird vor allem in der Automobilindustrie eingesetzt, dort insbesondere das Widerstandspunktschweißen.

Roboter werden nicht nur im Lichtbogenbereich eingesetzt. Im Bereich der automatisierten Schweißtechnik ist immer noch das Widerstandsschweißen das am weitesten verbreitete Schweißverfahren. Es ist das dominierende Fügeverfahren im Dünblech- und Drahtbereich. Das Widerstandsschweißen wird in der Elektro- und Elektronikindustrie, der Medizintechnik, der Gehäusetechnik und natürlich bei den Automobilherstellern und deren Zulieferern eingesetzt. Die Hersteller der Systemkomponenten sorgen durch immer neue Entwicklungen für einen kontinuierlichen Fortschritt dieser Schweißtechnologie.

Das Widerstandsschweißen hat bei zahlreichen Entwicklungen in der Schweißtechnik stets eine Vorreiterrolle gespielt. Die erfolgreiche Integration dieses Schweißverfahrens in Fertigungsketten reicht sehr weit zurück. Hierfür wurden zunehmend auch Automatisierungslösungen realisiert. Heute stellt sich das Widerstandsschweißen sehr erfolgreich dar, zum Beispiel auch aktuellen Anforderungen zum Thema „Industrie 4.0“.

Im Stahlblechbereich ergeben sich stetig steigende Anforderungen an das Widerstandsschweißen durch höher- und höchstfeste Bleche bis hin zu warmumgeformten Blechen größter Festigkeit mit neuen Legierungskonzepten und unterschiedlichen Überzügen. Um auch den wachsenden Anforderungen an Flexibilität und Schnelligkeit bei Inbetriebnahme von Schweißstraßen gerecht zu werden, wurde durch den Einsatz von Datenbanken bereits die „Smart Factory“ für das Widerstandsschweißen bei Stahl- und Aluminiumblechanwendungen in der Automobilindustrie eingeführt.

Durch individuelle Unternehmenslösungen wird so eine effiziente Methode zur Programmierung im Sinne von Industrie 4.0 umgesetzt und die Parameterbestimmung der zahlreichen Blechkombinationen maßgeblich vereinfacht. Dabei werden verschiedene Blechkombinationen eines Projektes an einer beliebigen Schweißzange außerhalb der Produktionsanlagen angeleert und in einer Datenbank abgespeichert. Anschließend können die Daten konzernweit und projektübergreifend an allen Produktionsstandorten genutzt werden. Die Parametrierung der Schweißlinien erfolgt einheitlich über alle Werke und unabhängig vom jeweiligen Linienbauer. Schweißpunkte können damit ohne zusätzlichen Parametrierungsaufwand einfach zu anderen Schweißzangen verschoben werden, ebenso lassen sich zusätzliche Schweißroboter für Kapazitätserweiterung ohne neues Anlernen integrieren.

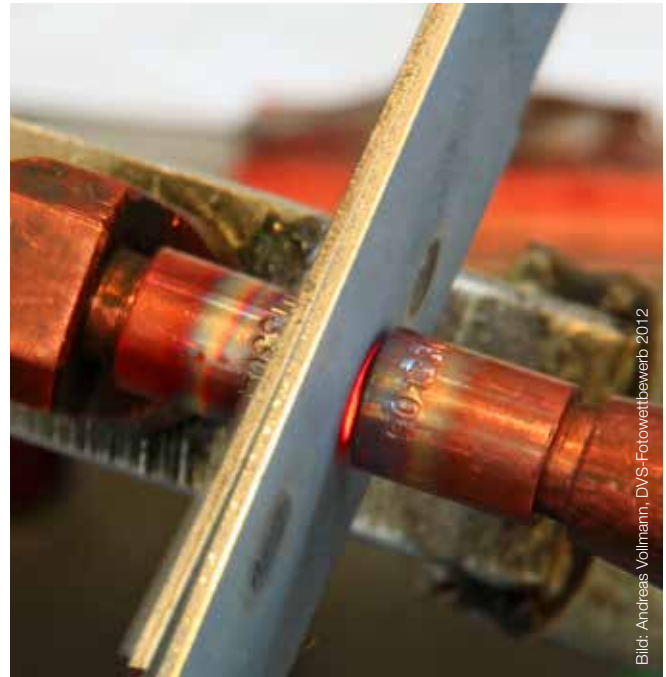
Im Bereich der Kleinteilfertigung werden durch die empfindlichen Materialien, die verschiedenartigen Werkstoffe und Überzüge sowie die hohen Taktraten besonders große Anforderungen an das Widerstandsschweißen gestellt. Für diese Anwendungen – wie bei elektrischen und elektronischen Baugruppen, Kontakten, Batterien, und Lampen – sind Hochfrequenzinverter mit bis zu 25 kHz Taktfrequenz besonders geeignet. Damit sind auch bei kurzen Schweißzeiten beliebige Stromprofile mit Rampen, Plateaus etc. realisierbar. Integrierte Messeingänge für die elektrischen Größen Strom und Spannung sowie für die mechanischen Werte von Kraft- und Wegsignalen ermöglichen eine zuverlässige Inline-Qualitätskontrolle der Prozessdaten.

Forschungsvereinigung greift Trend „Widerstandsschweißen“ auf

Neue Anforderungen an das Widerstandsschweißen reißen nicht ab. Trotz aller Fügeverfahren, zu denen das Widerstandsschweißen im direkten Wettbewerb steht (Mechanisches Fügen, Reibpunktschweißen, Kleben u. a.), ist es aus zahlreichen Branchen nicht wegzudenken. Die Zukunftsfähigkeit des Widerstandsschweißens wird daher im DVS stetig vorangetrieben. Folgende Trends bzw. Themen auf dem Gebiet des Widerstandsschweißens sind hierbei unter anderem erkennbar:

- Weiterentwicklung der Schweißprozesssimulation (Integration in Prozessketten)
- Verbesserte Qualitätsregelgeräte und deren verstärkter Einsatz zur Qualitätssicherung und zur Verringerung des Prüfaufwands
- Steigerung der Prozesssicherheit durch Optimierung der Schweißprozesse und verbesserte Gerätetechnik

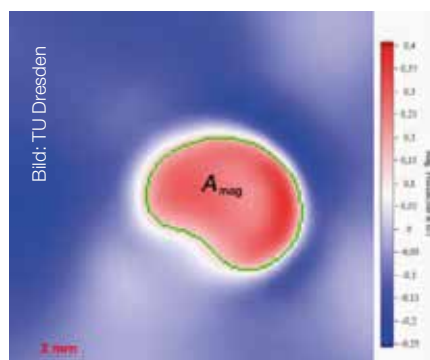
Der DVS hat diese Trends erkannt und in der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS als Thema aufgenommen, was hier in dem nachfolgend genannten Forschungsprojekt als Beispiel aufgeführt ist:



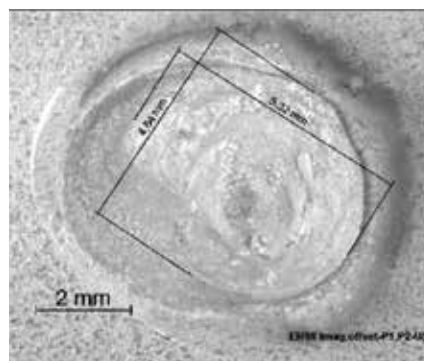
Zerstörungsfreie Charakterisierung der Anbindungsfläche beim Widerstandspressschweißen durch bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte (DVS 4.070/IGF 19.208 B)

Das Forschungsprojekt hat die Entwicklung einer objektiven Prüfmethode zum Ziel, deren Aussagekraft und Einsatzgebiet bei geringerem Aufwand und verkürzter Prüfzeit größer ist, als die der etablierten Ultraschallmethoden. Das betrifft insbesondere extreme und mehrschnittige Materialdickenkombinationen sowie Buckelschweißungen.

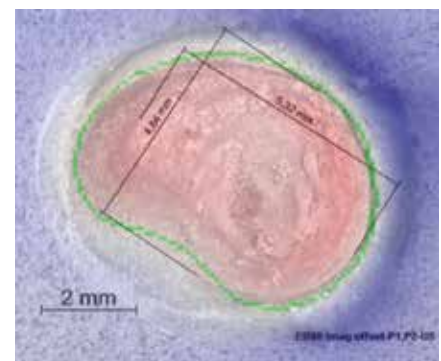
Remanenzfeld eines Schweißpunktes



Zerstörend geprüfter Schweißpunkt



Vergleich (maßstabsgerecht)



Vergleich zwischen zerstörungsfreier Remanenzmessung und zerstörend geprüfem Schweißpunkt

Der DVS ist auf einen guten Weg, das Thema „Industrie 4.0“ mit all den besonderen Herausforderungen für die Füge-technik erfolgreich zu begleiten. Die Abteilung „Forschung und Technik“ im DVS wird auch zukünftig den Anwendern praxisnahe Informationen bereitstellen.



Unterwassertechnik: Fügen, Trennen, Prüfen im nassen Element

Die Unterwassertechnik gehört zu einem Umfeld mit stetig wachsender Bedeutung. Man denke dabei an die Bereiche Energieerzeugung und Rohstoffgewinnung in Küstenregionen oder im offenen Meer und an den Küstenschutz, der durch den Klimawandel immer mehr in den Vordergrund tritt.

Fügen, Trennen und Prüfen in nasser Umgebung sind wesentliche Schlüsseltechnologien für die Unterwassertechnik. Sie sind unverzichtbar für den Bau, die Inspektion und die Erhaltung von technischen Konstruktionen unter Wasser. Dabei unterstützt die Unterwassertechnik nicht nur die Fertigung von spektakulären Bauwerken wie Windkraftanlagen, Bohrinseln oder Offshore-Pipelines. In Deutschland sind in diesem Zusammenhang vor allem auch Anwendungen im Binnenland und in küstennahen Regionen zu nennen, zum Beispiel der Bau und Erhalt von Binnenschiffahrtswegen und -hafenanlagen, Wasserkraftwerken oder Anlagen zur Trinkwasserversorgung. In diesen Bereichen stellen das Fügen, Trennen und Prüfen in nasser Umgebung entscheidende Fertigungsverfahren dar.

Die Füge-, Trenn- und Prüfverfahren in der Unterwassertechnik entwickeln sich stetig weiter, insbesondere ...

- im Anwenden neuer Prüfverfahren und Anpassen bekannter Verfahren an neue Prüfaufgaben.
- in neue Schneidverfahren mittels Laserstrahl.
- im Unterwasserkleben.
- in der Sicherung von Schraubverbindungen.
- in neue Schweißverfahren wie autogenes MAG-C Schweißen als Hybridprozess für das kontinuierliche, nasse, hyperbare Unterwasserschweißen mit Massivdrahtelektroden.
- in neue Methoden der Vorwärmung wie durch Induktion.
- im fernbedienten Durchführen von Prüf- und Reparaturverfahren.

Auch die Überlegungen zur Physik des Lichtbogens in nasser Umgebung oder aber die Frage nach dem Einfluss der nassen Umgebung auf den Werkstoff beim Schweißen und Schneiden werden im Bereich „Unterwassertechnik“ die kommenden Aktivitäten und Entwicklungen prägen.

Unterwassertechnik – ein etabliertes Thema im DVS

Was ist unter Wasser machbar? Welche Schweißnahtqualität ist erreichbar? Welche Prüfmethode gibt es? Und: Kann man auch unter Wasser trennen? Mit den verschiedenen fúgetechnischen Aspekten des Unterwasserschweißens beschäftigt sich der DVS schon seit über 30 Jahren sehr erfolgreich. Ein Veranstaltungshöhepunkt rund um das Arbeiten unter Wasser ist dabei u. a. die DVS-Tagung UNTERWASSERTECHNIK, die alle zwei Jahre in Hamburg stattfindet.

Im Bereich der Regelwerksarbeit setzt der DVS für die Anwender der Unterwassertechnik allgemein anerkannte Standards. Die Ausbildung zum „Unterwasser-Kehlnahtschweißer“ erfolgt nach Richtlinie DVS-EWF 1186. Diese berufliche Weiterbildung richtet sich an geprüfte Taucher (Berufstaucher), die bereits eine Ausbildung zum Schweißen unter atmosphärischen Bedingungen abgeschlossen haben (DVS/EWF-Lichtbogenhandschweißen). Für Schweißaufsichtspersonen erfolgt die Ausbildung nach Richtlinie DVS 1173 Beiblatt 6, („Lehrgang Schweißaufsichtsperson Unterwasserschweißen“). Dieser DVS-Lehrgang wendet sich an alle Personen, die besondere Kenntnisse über das Unterwasserschweißen benötigen, zum Beispiel Planer und Konstrukteure, oder die eine Anerkennung als Schweißaufsichtsperson für das Unterwasserschweißen anstreben.

Auch die Qualifikation von Herstellerbetrieben für Unterwasser-Schweißarbeiten wird über DVS-Richtlinien geregelt. Die Richtlinie DVS 1801 „Anforderungen an Betriebe und Personal für das nasse Unterwasserschweißen – Herstellerqualifikation“ ist Grundlage für die Zertifizierung von Betrieben, die an Bauwerken nasse Unterwasserschweißarbeiten ausführen. In ihr werden die Anforderungen hinsichtlich Schweißaufsichtspersonen, geprüften Unterwasserschweißern sowie den betrieblichen Voraussetzungen definiert. Sie richtet sich weiterhin an alle, die mit der Ausschreibung, Planung, Durchführung und Prüfung von Unterwasserschweißarbeiten befasst sind.

Diese und weitere technische Inhalte werden von der Arbeitsgruppe V 4 „Unterwassertechnik“ im Ausschuss für Technik verantwortet. Über dieses Expertengremium werden im DVS auch Forschungsprojekte initiiert, um den Stand der Technik für die Unterwassertechnik kontinuierlich fortzuschreiben.

Merkblatt DVS 1818 „Ausführung von Lichtbogenschweißarbeiten in nasser Umgebung“

Das Merkblatt DVS 1818 ergänzt das Merkblatt DVS 1811 „Lichtbogenschweißen unter Wasser“ für das Lichtbogenhandschweißen in nasser Umgebung. Es beschreibt Prozesse, die Durchführung der Schweißarbeiten und Maßnahmen zur Gütesicherung. Es wendet sich an alle Betriebe und Personen, die Schweißarbeiten unter Wasser planen und ausführen, beispielsweise Planer, Aufsichtskräfte (wie Tauchereinsatzleiter, Schweißaufsichtspersonen, etc.) und Unterwasserschweißer. Es geht auch auf die Gefahren durch elektrischen Strom beim nassen Unterwasserschweißen ein und führt notwendige Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Unfällen auf. Das Merkblatt DVS 1818 wird voraussichtlich Ende des Jahres erscheinen.

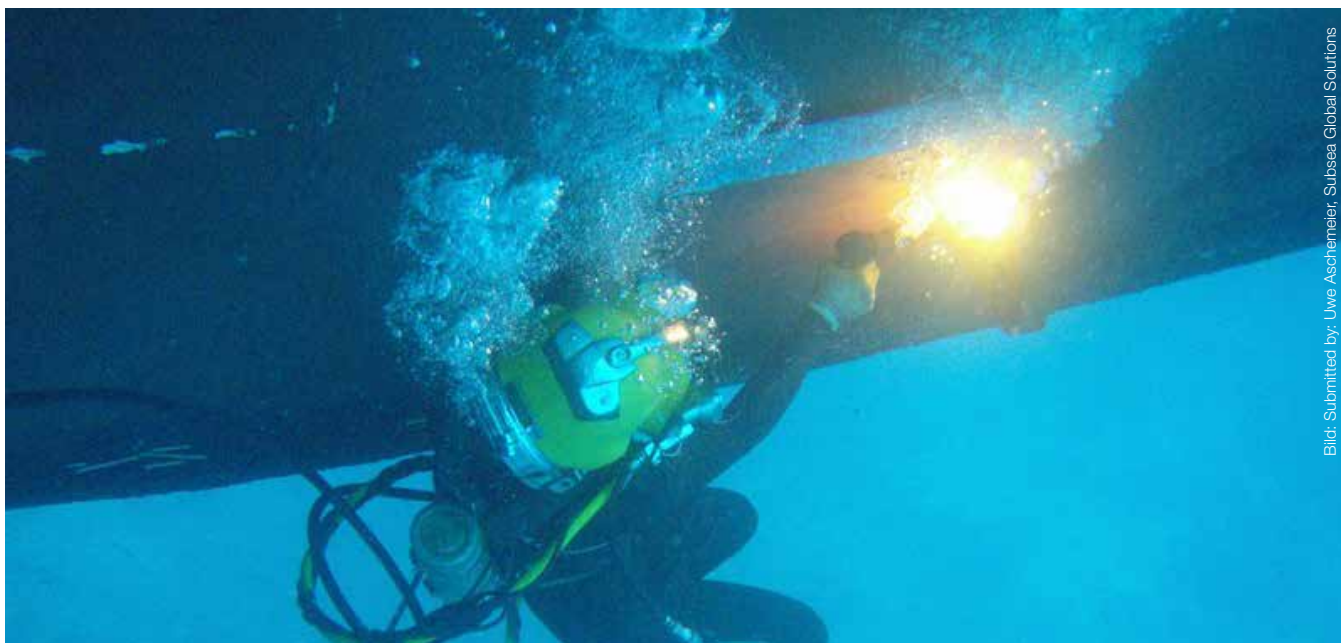


Bild: Submitted by: Uwe Aschemeier, Subsea Global Solutions

Um die Bandbreite der Forschungsaktivitäten des DVS auch im Unterwasser-Bereich zu verdeutlichen, sind hier zwei aktuelle Forschungsprojekte exemplarisch vorgestellt:

Laserstrahlschneiden unter Wasser für höhere Produktivität – LuWaPro

Das Ziel des Projektes besteht darin, einen automatisierten Laserstrahlschneidprozess für den Einsatz unter Wasser zu entwickeln und so die Wirtschaftlichkeit beim Schneiden unter Wasser in einer Tiefe von zwei bis sechs Metern, auch bei verminderter Sicht, zu erhöhen. Das Laserstrahlschneiden soll von Tauchfirmen vorrangig zur Demontage von Spundwänden genutzt werden. Durch die hohe Schneidgeschwindigkeit werden die Tauchfirmen in der Lage sein, Aufträge schneller bearbeiten zu können. Durch die Automatisierung läuft der Schneidprozess selbstständig ab.

Simulation des Abschreckens beim nassen Unterwasserschweißen

Das Forschungsprojekt soll die Finite Elemente Methode (FEM) für das nasse Unterwasserschweißen hinsichtlich seiner Besonderheiten wie die thermischen Randbedingungen, das Werkstoffverhalten unter rascher und ungleichmäßiger Abkühlung sowie die hohen Zeit- und Ortsgradienten der Ergebnisgrößen erstmals umfänglich ermöglichen. Bisher fehlen hierfür werkstofftechnisch basierte Modelle für den vorliegenden hohen Wärmeübergang und für die rasch ablaufenden Phasenumwandlungen. Die Anwendung der entwickelten numerischen Formulierung ermöglicht schließlich eine systematische Studie aller Parametereinflüsse (wie Wärmeeinbringung, Schweißnahtreihenfolge, Wassertiefe) auf die Ausbildung von Verzug, Eigenspannungen und Werkstoffeigenschaften. Sie gibt damit einen umfassenden Einblick in die ablaufenden Vorgänge des Schweißens in nasser Umgebung. Der Erkenntnis aus diesem Projekt hilft dabei, geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Schweißnahtqualität zu identifizieren und auf konkrete nasse Schweißungen unter Wasser an höherfesten Stählen anzuwenden.

Treffpunkt der Branche: Tagung UNTERWASSERTECHNIK

Während der Weltleitmesse SCHWEISSEN & SCHNEIDEN in Düsseldorf darf in dem vielfältigen Vortragsprogramm des DVS CONGRESS das Thema „Unterwassertechnik“ nicht fehlen. Dazu gibt es auch einen eigenen Vortragsblock, der allen Fachexperten und Interessierten aktuelle Informationen an die Hand geben möchte.

Neben diesem Vortragsblock auf dem DVS CONGRESS bietet die Tagung UNTERWASSERTECHNIK alle zwei Jahre Experten und Interessierten eine lebendige Wissens-Plattform. Die Veranstaltung ist einer der Höhepunkte der Branche. Auch auf der 6. Tagung vom 14. bis 15. November 2017 in Hamburg trifft sich die Fachwelt, um sich zu informieren und sich mit Diskussionsbeiträgen und Fragen aktiv am Themenspektrum der Unterwassertechnik zu beteiligen. Das Tagungsprogramm beinhaltet praxisorientierte Beiträge, aktuelle Entwicklungen aus der Forschung sowie die Darstellung von Möglichkeiten bei der Durchführung von Inspektions- und Wartungsaufgaben. Ein weiteres Themengebiet ist das automatisierte Arbeiten unter Wasser.

Traditionell startet im Vorfeld die Tagung UNTERWASSERTECHNIK mit der Besichtigung eines themenverwandten und interessanten Unternehmens. In 2017 können die Teilnehmer das WasserForum, HamburgWasser besuchen. Im Anschluss daran haben die Gäste im Rahmen des traditionellen Begrüßungsabends auf dem Museumsschiff „Rickmer Rickmers“ die Gelegenheit, in entspannter Atmosphäre alte Kontakte zu festigen und neue zu knüpfen sowie Erfahrungen auszutauschen.



Zu jeder Tagung UNTERWASSERTECHNIK gibt es auch einen Tagungsband, in dem die Vorträge der Veranstaltung zum Nachlesen festgehalten sind. Der Tagungsband ist bei der DVS Media GmbH erhältlich: bernd.huebner@dvs-hg.de

Ihre Ansprechpartner

Abteilungsleiter „Forschung und Technik“:

Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck
T +49 211 1591-173
jens.jerzembeck@dvs-hg.de

Automatisierung/Lichtbogenschweißen

Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck
T +49 211 1591-173
jens.jerzembeck@dvs-hg.de

Studie „Industrie 4.0“:

Dipl.-Ing. (FH) Till Grundmann
T +49 211 1591-178
till.grundmann@dvs-hg.de

Widerstandsschweißen/Unterwassertechnik

Dipl.-Ing. Axel Janssen
T +49 211 1591-117
axel.janssen@dvs-hg.de

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

www.dvs-ev.de

Ausschuss für Technik (Aft) im DVS

www.dvs-aft.de

Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS:

www.dvs-forschung.de

Ausschuss für Bildung (AfB) im DVS:

www.dvs-afb.de

Stand: September 2017





Bild: Kilian Bleskop/FANUC

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

Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf

T +49 211 1591-0
F +49 211 1591-200

info@dvs-hg.de
www.dvs-ev.de