



## **DVS-Technikreport 2019**

Aktuelle Schwerpunktthemen  
der Abteilung „Forschung und Technik“ im DVS

# Inhalt

<b>Rührreibschweißen – ein Fügeprozess mit hohem Einsatzpotenzial.....</b>	<b>03</b>
Das Verfahren – so geht’s .....	04
Geeignete Anlagen .....	05
Rührreibschweißen an dreidimensionalen Konturen .....	05
Werkstoffkombinationen – verschiedene Möglichkeiten .....	06
Aktive DVS-Regelwerksarbeit .....	07
Was bringt die Zukunft für das Rührreibschweißen? .....	08
<b>DVS-Regelwerk schafft Sicherheit .....</b>	<b>09</b>
Entstehung des DVS-Regelwerks .....	10
Kein Gesetz, aber unverzichtbar .....	10
Die Norm – internationaler Konsens .....	11
Fruchtbare Zusammenarbeit .....	11
<b>Mit Volldampf voraus – Schienenfahrzeugbau im DVS.....</b>	<b>12</b>
Schienenfahrzeugbau ist geregelt .....	13
Zertifizierung – national und international ein Thema.....	14
<b>Fügetechnik im Fokus.....</b>	<b>15</b>
<b>Mit Engagement beim Thema Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau dabei.....</b>	<b>16</b>
Anwendungsnaher Erfahrungsaustausch .....	17
Aktuelle Regelwerksarbeit .....	17
Schweißen mit dem Lichtbogen.....	18
Eine einzigartige Sondertagung.....	19
<b>Klebtechnik – neue Regelwerke für die Industrie .....</b>	<b>20</b>
<b>Entwickeln Sie mit uns die Fügetechnik weiter .....</b>	<b>22</b>
<b>Ihre Ansprechpartner .....</b>	<b>23</b>

## Die Arbeit in Forschung und Technik

Die Abteilung „Forschung und Technik“ fasst im DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. alle Aktivitäten der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandten Verfahren e. V. des DVS und des Ausschusses für Technik (AFT) zusammen. Die intensive Zusammenarbeit der Gremien ist ein Kernelement der technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit im DVS. Ihre Ziele sind der zeitnahe fachliche Informationsaustausch und die Bereitstellung praxisnaher Fachinformationen für Industrie, Handwerk und Wissenschaft. Technologische Neuerungen werden im fügetechnischen Regelwerk erfasst und die Fachwelt kontinuierlich über die Entwicklungen und die Ergebnisse informiert.

Der DVS-Technikreport gibt jedes Jahr einen Einblick in die umfangreichen Aktivitäten von Forschung und Technik. Die vorliegende Ausgabe macht einmal mehr deutlich, welche praxisnahen Ergebnisse die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit hervorbringt. Gleichzeitig lädt der DVS Sie herzlich dazu ein, sich an den vielfältigen Aktivitäten im Verband zu beteiligen.



## Rührreibschweißen – ein Fügeprozess mit hohem Einsatzpotenzial

Am Anfang stand eine geniale Idee aus England: 1991 erfand Wayne Thomas das Rührreibschweißen (englisch: Friction Stir Welding oder kurz FSW). Vielfach wird es auch als Reibrührschweißen bezeichnet. Als Verfahren wurde es 1992 durch das TWI – The Welding Institute, Cambridge/Großbritannien, patentrechtlich geschützt (Patent WO9310935: Improvements relating to friction welding).

Die vom TWI geführte Liste der Patente zu diesem Verfahren enthält inzwischen über 3.200 Einträge. Die hohe Anzahl an Patenten und Anmeldungen zeigt anschaulich die Bedeutung, die dieser Füge-technologie international beigemessen wird.

Hauptanwendungsgebiet des Rührreibschweißens ist das Fügen von artgleichen Leichtmetallverbunden (Aluminiumwerkstoffe) im Luft- und Raumfahrzeugbau sowie im Kraftfahrzeugbau. Neue Impulse gibt das Thema Elektromobilität: In der Elektrotechnik entwickelt sich zunehmender Bedarf für die Herstellung von Mischverbindungen aus Kupfer und Aluminium sowie Aluminium und Messing. Diese sind mit den klassischen Schmelzschweißverfahren nicht oder nur schwer zu erzeugen, mit Hilfe des FSW-Verfahrens jedoch relativ problemlos herzustellen. Weitere Anwendungsgebiete finden sich im Schienenfahrzeug- und Schiffbau.

# Das Verfahren – so geht's

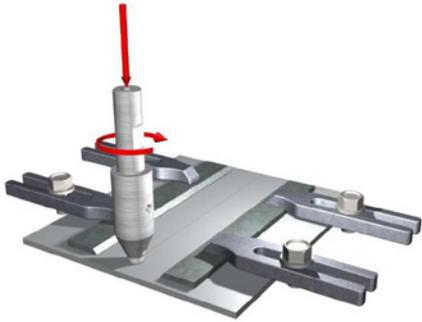


Bild 1: eintauchen

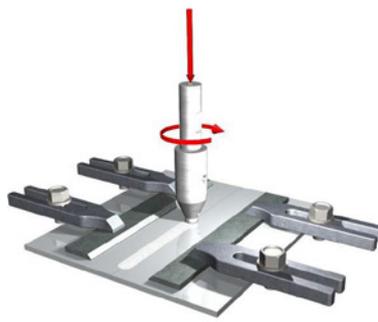


Bild 2: entlangführen

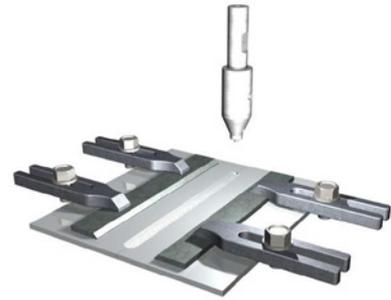


Bild 3: herausziehen

Bild: DVS-Lehrlernlage „Rührreibschweißen“, Düsseldorf

Beim Rührreibschweißen wird ein rotierender Schweißstift, der aus einer zylindrischen Schulter herausragt, nahezu lotrecht in den Verbindungsbereich eines fixierten Werkstücks eingetaucht (Bild 1) und anschließend unter einem definierten Anstellwinkel von meist 2-5° stechend entlang der Schweißbahn geführt (Bild 2). Durch die Geometrie des Werkzeugs wird festes Material im Kontaktbereich gesichert und miteinander verrührt. Dieser Vorgang der Plastifizierung wird insbesondere durch den Einfluss der entstehenden Reibungswärme unterstützt. Aufgrund des geringen Wärmeeintrags in das Werkstück bleibt ein Aufschmelzen des Grundwerkstoffs aus. Am Nahtende wird das Werkzeug anschließend aus dem Verbindungsbereich herausgezogen (Bild 3).

Die Verbindung der Fügepartner erfolgt auf ähnliche Weise wie bei einer Warmumformung. Der Materialfluss um das rotierende Werkzeug und die Prozesstemperatur sind dabei denen des Strangpressens als Umformverfahren vergleichbar. Eine besondere Ausformung der Fügegeometrie vor dem Verschweißen sowie ein Schweißzusatzwerkstoff sind nicht erforderlich. Die Schweißnaht ist unmittelbar belastbar.

Wegen der hohen Verbindungsfestigkeit wird das Rührreibschweißen in der Automobilindustrie, dem Maschinen-, Flugzeug-, Schiff- und Schienenfahrzeugbau sowie im Luft- und Raumfahrzeugbau eingesetzt. Aber auch die Medizintechnik gehört längst zum Anwendungsgebiet. Im Folgenden sind verschiedene Einsatzmöglichkeiten bildlich dargestellt.

## Transportwesen

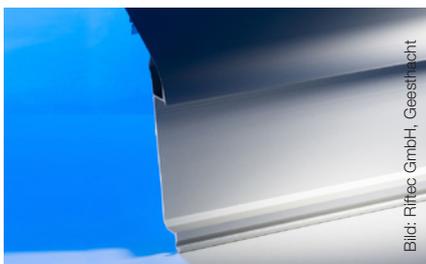


Bild: Rifftec GmbH, Geesthacht

Im Fahrzeugbau: extrem dünnwandige Hohlprofile (Gewichtersparnis, dient dem Klimaschutz). Im Schienenfahrzeugbau: hohe Konturgenauigkeit des Bauteils.

## Luftfahrt

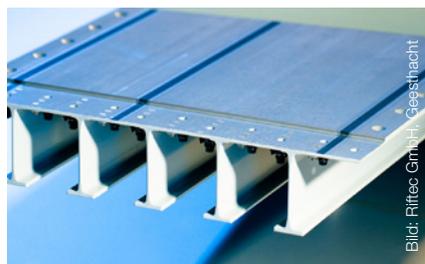


Bild: Rifftec GmbH, Geesthacht

Laderaumböden im Airbus A400M: hochfeste Aluminiumprofile mit bis zu 700 MPa Grundwerkstofffestigkeit, erstes rührreibgeschweißtes Serienbauteil bei Airbus.

## Medizintechnik

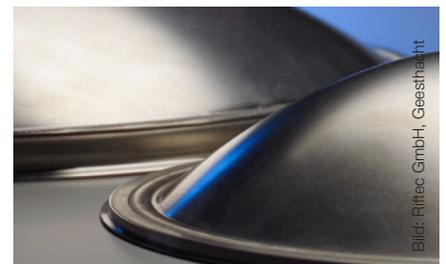


Bild: Rifftec GmbH, Geesthacht

Alu-Stahl-Mischverbindung: hochvakuumdichte Verbindung zwischen einem Aluminiumblech und einem Edelstahlring in mehreren Bauformen mit hoher Sicherheitsrelevanz.

## Maschinen- und Anlagenbau



Bild: Rifftec GmbH, Geesthacht

Trägerprofil



Bild: Rifftec GmbH, Geesthacht

Kastenprofil

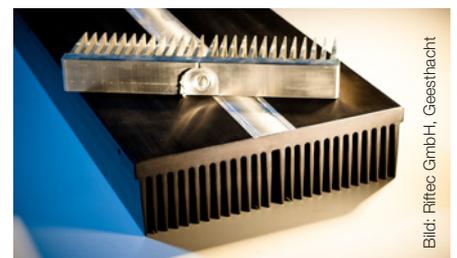


Bild: Rifftec GmbH, Geesthacht

Aluminiumkühlerprofil



Bild: © Mario Hagenstock adobe.com

## Geeignete Anlagen

Aufgrund der hohen auftretenden Kräfte kann das Rührreißschweißen nicht manuell betrieben werden und ist deshalb immer ein automatisiertes Verfahren.

Rührreißschweißen kann jedoch nicht nur mit Sondermaschinen, sondern auch mit konventionellen CNC-Bearbeitungszentren oder Industrierobotern durchgeführt werden. Bei der Wahl einer geeigneten Rührreißschweißanlage konkurrieren neben wirtschaftlichen Aspekten vor allem die Anforderungen an die Maschinensteifigkeit und die Flexibilität.

Derzeit werden drei Kategorien von Anlagentechniken unterschieden:

- Anlagen, die speziell zum Rührreißschweißen entwickelt worden sind und dessen Anforderungen besonders berücksichtigt wurden. Diese sind standardmäßig mit einer inte-

grierten Positions- und Kraftregelung sowie mit einer Datenerfassung ausgestattet.

- Handelsübliche Bearbeitungszentren (BAZ) sind speziell für das Rührreißschweißen hergestellt worden. Diese werden meist mit einer zusätzlichen Überwachungssensorik, vorzugsweise einer Kraftregelung, ausgestattet. Um den Wärmestrom zu regulieren, der über das Werkzeug in die Antriebsspindeln fließt, ist zudem eine Kühlung des Werkzeuges empfehlenswert.
- Roboteranlagen zeichnen sich prinzipiell durch eine hohe Flexibilität bezüglich ihrer Werkzeugführung aus. Sie stellen grundsätzlich hohe Anforderungen an die Prozesssteuerung, sind jedoch in der Lage, komplexe dreidimensionale Schweißbahnen abzufahren.

## Rührreißschweißen an dreidimensionalen Konturen

Einer der großen Vorzüge bei der Anwendung des Rührreißschweißverfahrens besteht in seiner Unabhängigkeit von der Schweißnahtposition. Dies erlaubt es, mit Hilfe von CNC-Bearbeitungszentren oder dem Einsatz von Roboteranlagen Bauteile mit gekrümmten Strukturen zu fügen.

Aufgrund der bei dreidimensionalen Bauteilkonturen prozessbedingten hohen Anforderungen an die Positionskontrolle

und Steifigkeit der Schweißanlage sind gerade große Bauteile anspruchsvoller zu fügen. Die Lösung besteht in der Anwendung einer sogenannten Pentapod-Fräsmaschine. Solche Maschinen basieren auf dem parallelkinematischen Prinzip und müssen bei vergleichbarem Arbeitsraum, Steifigkeit und Positionierungspräzision deutlich weniger Eigenmasse als herkömmliche CNC-Maschinen bewegen, in der Regel nur etwa 10 %.



Bild: iwB, TU München

FSW-geschweißte Aluminiumbleche mit unterschiedlichen Außenradien.

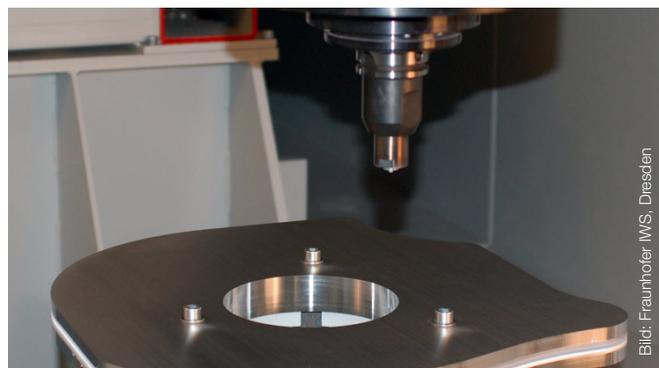


Bild: Fraunhofer IWS, Dresden

Rührreißgeschweißtes 3D-Kontur-Testbauteil mit konvex-konkav geformten Radien, erstellt mit einer Parallelkinematik-Anlage zum Rührreißschweißen.

# Werkstoffkombinationen – verschiedene Möglichkeiten

Die gängigste Werkstoffkombination ist beim Rührreißschweißen Aluminium mit Aluminium, die nach DIN EN ISO 25239 für Aluminiumverbunde genormt ist. Aufgrund der Besonderheit des Verfahrens, das Material im plastischen Zustand zu verrühren, der geringen Füge­temperatur und der damit weitgehenden Vermeidung von Sprödphasen können auch artfremde Werkstoffkombinationen gefügt werden, die als nicht oder nur als schwer schmelzschweißbar gelten (zum Beispiel Aluminium-Stahl, Aluminium-Magnesium, Aluminium-Kupfer oder Stahl-Titan). Die Herstellung dieser Mischverbunde durch FSW befindet sich teilweise bereits in der industriellen Serienfertigung.

Im Einzelnen sind folgende Werkstoffkombinationen mittels FSW möglich:

## Aluminium-Aluminium

Die Hauptanwendung des Rührreißschweißens findet sich im Schweißen von Aluminiumlegierungen. Die Anwendungen gehen dabei von Einzelstücken und Kleinserien bis hin zu größeren Serien. Zum wirtschaftlichen Erfolg tragen neben der exzellenten Nahtgüte auch die hohe Reproduzierbarkeit und der geringe Aufwand für Vor- und Nacharbeiten bei. Das Verfahren lässt sich darüber hinaus sehr gut automatisieren und erlaubt eine Qualitätsüberwachung auf Basis einer Maschinenüberwachung.

Grundsätzlich lassen sich alle Aluminiumlegierungen und Erzeugnisformen schweißen und verschiedene Werkstoffkombinationen realisieren. Dadurch, dass der Schweißzusatzwerkstoff wegfällt und eine erhöhte Nahtfestigkeit durch das Verfahren erzielt wird, ist das Rührreißschweißen ideal geeignet für Leichtbauanwendungen. Verzug und Schrumpf der geschweißten Bauteile sind durch den geringen Wärme­eintrag wesentlich weniger als beim Einsatz von Schmelzschweißverfahren. Außerdem entstehen keine Poren. Die Schweißverbindungen sind medien- und druckdicht und weisen zum Teil Festigkeiten auf Grundwerkstoffniveau auf.



Aluminium-Rührreißschweißnaht

## Aluminium-Stahlwerkstoffe

Neben gleichartigen und artfremden Aluminiumverbindungen lassen sich durch das Rührreißschweißen ebenfalls Aluminium und Stahl fügen. Diese Kombination wird im Fahrzeug- und Maschinenbau zunehmend eingesetzt. Dadurch können die Vorteile beider Werkstoffe ausgenutzt werden, wie die Festigkeit der Stähle und der geringen Dichte von Aluminium.

Aufgrund der unterschiedlichen Festigkeiten werden sie oft in unterschiedlicher Materialdicke angewandt.



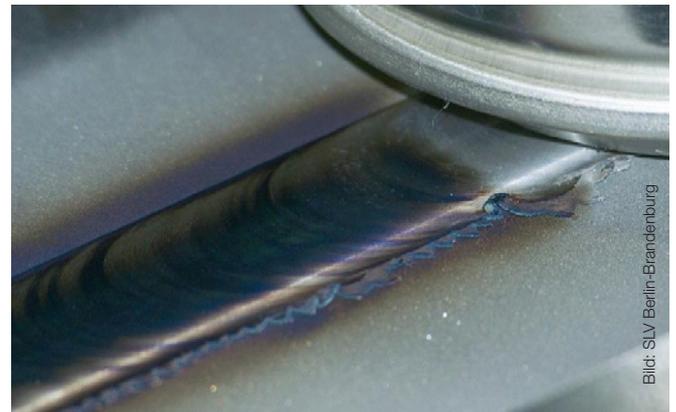
Bild: MPA / Universität Stuttgart

Umgeformte Aluminium-Stahl Tailor Welded Blanks (TWB) aus dem Automobilbereich.

## Stahl-Stahl

Beim Rührreißschweißen von Stählen sind die Anforderungen insbesondere an das Werkzeug ungleich höher. Während beim FSW von Aluminium ein warmfester Arbeitsstahl des Werkzeugs ausreicht, sieht das beim Rührreißschweißen von Stählen wesentlich anspruchsvoller aus. Diese Werkzeuge müssen bei hohen Schweiß­temperaturen (etwa 1100 °C) ihre Festigkeit erhalten und darüber hinaus weitgehend verschleißfest sein.

Derzeit sind Werkzeuge aus Wolfram-Rhenium und PCBN (Polykristalines Kubisches Bornitrid) im Einsatz, aber auch Vollhartmetalle sind geeignet. Allerdings sind fast alle diese Materialien nicht ausreichend standfest, um das Rührreißschweißen für Anwender im Stahlbereich wirtschaftlich interessant zu machen. Eine Ausnahme bildet PCBN, das die geforderte Standfestigkeit erfüllt, jedoch sehr teuer und schwierig am Markt zu beziehen ist.



Rührreißschweißverbindung an S700MC mit Schutzgas

## Kupfer-Kupferwerkstoffe

Kupfer und niedrig legierte Kupferwerkstoffe lassen sich durch Rührreißschweißen gut miteinander fügen. Ihre hohe Wärmeleitfähigkeit behindert dabei ihre Schweißneigung nicht. Alle FSW-Verbindungen zeichnen sich durch gute Reproduzierbarkeit der Naht Eigenschaften aus. Dies gilt ebenso für FSW-Verbindungen von Kupfer mit artfremden Metallen wie Aluminium oder Stahl. Empfehlenswert ist in jedem Fall der Einsatz von Werkzeugen aus höherwarmfesten Molybdän- oder Wolfram-Legierungen.

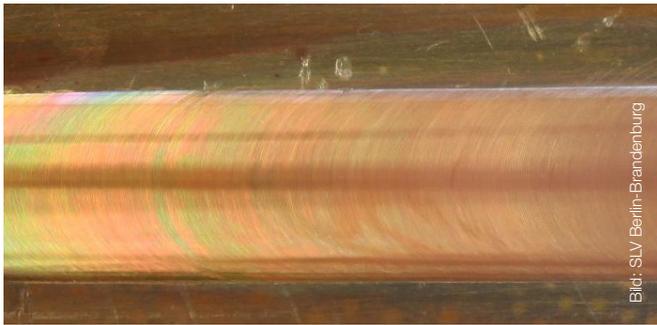


Bild: SLV Berlin-Brandenburg

Rührreibgeschweißte Verbindung von Kupfer an Kupfer

## Kunststoffe

Eine Anwendung des Rührreißschweißens mit dem Werkstoff Kunststoff ist zurzeit in der Testphase. Während man Metalle nahezu homogen schweißen kann, ist das bei Kunststoffen mit konventionellen Verfahren nicht möglich. Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart hat bereits erste Ergebnisse mittels Rührreißschweißen. Mit Hilfe des Verfahrens lassen sich für unverstärkten Kunststoff Nähte erzeugen, die mehr als 95 % der Zugfestigkeit des ungestörten Bauteils haben. Auch mit faserverstärkten Bauteilen laufen die Tests vielversprechend.

## Aktive DVS-Regelwerksarbeit

Die vielfältigen Einsatz- und Entwicklungsmöglichkeiten des Rührreißschweißens spiegeln sich – mit Blick auf die industriell hochrelevanten Werkstoffkombinationen – in den Aktivitäten der Arbeitsgruppe (AG) V11.2 „Rührreißschweißen“ im Ausschuss für Technik (Aft) als auch in einer Vielzahl von Forschungsergebnissen zum Thema „Rührreißschweißen“ in der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren des DVS wider. Die beiden Gremien im DVS arbeiten dabei in vielen Fällen eng zusammen, auch mit dem entsprechenden Gemeinschaftsausschuss des Deutschen Instituts für Normung e.V. (DIN). Hierbei unterstützt und begleitet die AG V11.2 die Erstellung von Normen. Fachlich eingebracht hat sie sich beispielsweise bei der fünfteiligen Normenreihe ISO 18785 „Rührreibpunktschweißen – Aluminium“.

Ein Beispiel für die fruchtbare Zusammenarbeit von Forschung und Technik ist das Merkblatt DVS 3702 „Einsatz der kondukti-

## Werkstoffspezifischer Einsatz

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Fügezone beim FSW-Prozess einer dynamischen Rekristallisation unterliegt, wodurch höhere Zugfestigkeiten und gesteigerte Ermüdungslebensdauern im Vergleich zu Schmelzschweißverbindungen erreicht werden. Deshalb eignet sich das Verfahren unter anderem für die Fertigung von Trägerraketen für die Treibstofftanks der Ariane 5 oder bei der aktuellen Wagenkastenfertigung der Wuppertaler Schwebbahn. Darüber hinaus wird durch das Rührreißschweißen eine hundertprozentige Druck- und Mediendichtheit der Schweißnähte erreicht, weshalb das Verfahren beispielsweise beim Verschweißen von Aluminiumkühlern zum Einsatz kommt.

Einen weiteren Vorzug bietet der Prozess beim Verschweißen von Aluminiumdruckgusslegierungen. Dabei werden im Grundmaterial vorhandene Poren und Lunker im Nugget und im thermomechanisch beeinflussten Bereich eliminiert. Dies führt zu einer Verbesserung der Gefügehomoogenität und damit zu besseren mechanischen Eigenschaften.

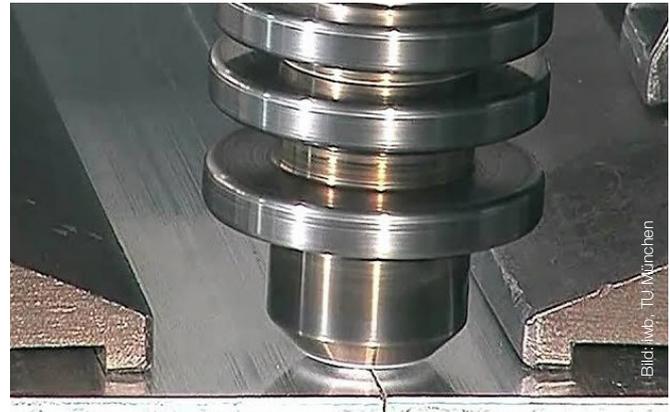


Bild: wfb, TU München

FSW-Schweißkopf (Schulter und Stift)

ven Unterstützung beim Rührreißschweißen“. Es beschreibt den notwendigen maschinellen Aufbau einer geeigneten Anlagentechnik, die wesentlichen Schweißparameter, Anforderungen an das Rührreißschweißwerkzeug und die Schweißprozessführung. Die Ergebnisse des Forschungsprojektes aus dem Fachausschuss (FA) 5 „Sonderschweißverfahren“, das am Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik (ISF) an der RWTH Aachen durchgeführt wurde, fanden ihre Umsetzung bei diesem DVS-Merkblatt durch den Gemeinschaftsausschuss DVS/DIN AG V 11.2/NA 092-00-24 AA „Rührreißschweißen“.

Derzeit wird in der AG V11.2 eine neue DVS-Richtlinie entwickelt. Sie bildet die Ergebnisse aus dem abgeschlossenen Forschungsprojekt „Skalierungseffekte beim Rührreißschweißen – „Friction StirScaling“ (IGF-Nr. 18843 BR/DVS-Nr. 05.066) des FA 5 ab. Schwerpunkt des Forschungsprojektes war die Abstimmung und Analyse der thermomechanischen Wechselwirkungen zwischen Prozess, Werkzeugabmessungen sowie auftretenden Kräften

und Momenten. Diese zeigen, dass die Verbindungen mit deutlich verringertem Nahtquerschnitt bei gleichbleibender Einschweißtiefe und Vorschubgeschwindigkeit realisiert werden können.

Ein weiterer aktueller Entwurf in der aktiven Arbeitsgruppe ist die Erstellung einer DVS-Richtlinie zum Thema „Unregelmäßigkeiten an Rührreißschweißnähten – Ursachen und Abhilfemaßnahmen“. Das Dokument beschreibt tabellarisch und grafisch mögliche Unregelmäßigkeiten an rührreibgeschweißten Verbindungen sowie Vorschläge zu deren Vermeidung.

Ein Basisdokument der AG V11.2 ist das Merkblatt DVS 3701 „Das Rührreißschweißen und seine Anforderungen an die Betriebsanlagen“. Dieses zeigt den Ablauf des Fügeprozesses, den Schweißwerkzeugaufbau- und einsetz und stellt die grundlegenden Anforderungen an die Bearbeitungsmaschinen dar.

Es richtet sich an industrielle Anwender in den Bereichen Schiff- und Schienenfahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt sowie im Automobilbau und in der Industrie für Unterhaltungselektronik.

Neben den Regelwerksaktivitäten umfasst das Spektrum der AG V11.2 die Kooperation mit der AG A9.7 „Rührreißschweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau“ sowie die fachliche Unterstützung der nationalen und der internationalen Normungsaktivitäten im Bereich des FSW.



#### Das DVS-Regelwerk

Die DVS-Merkblätter und -Richtlinien stehen allen DVS-Mitgliedern kostenlos zur Verfügung unter:

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

## Was bringt die Zukunft für das Rührreißschweißen?

Im Vergleich zu den traditionellen und seit langer Zeit etablierten Schweiß- und Fügeverfahren ist das Rührreißschweißen noch recht jung. Gleichwohl nimmt es bereits in der industriellen Anwendung – sei es in der Klein- oder Großserienfertigung – eine bedeutende Rolle ein. Die aktuellen Forschungsergebnisse zeichnen ein deutliches Bild, welche interessanten Entwicklungen künftiger Anwendungen und weiterer für die In-

dustrie wichtige Einsatzgebiete noch zu erwarten sind. Mischverbindungen und hybride Verbindungen bieten hier eindeutig ein großes Potenzial, wobei das Rührreißschweißen in seiner Eigenschaft als Festkörperschweißverfahren profitiert.

Intermetallische Verbindungen, die bei konventionellen Schweißverfahren Mischverbindungen in ihrer Güte stark beeinflussen können, lassen sich beim Rührreißschweißen weitgehend vermeiden. Die Werkstoffkombination Aluminium-Stahl findet verstärkt Anwendung im Automobilbereich, für Anwendungen in der Luftfahrt ist es Aluminium-Titan. Derartige Mischverbindungen stellen verfahrenstechnisch neue Ansprüche an die Rührreißschweißwerkzeuge, da der abrasive Verschleiß gegenüber einem Schweißprozess an artgleichen Leichtmetallen deutlich zunimmt. Die Anlagenhersteller sowie die industriellen Anwender haben längst begonnen, sich auf diese Anforderungen einzustellen. Tatkräftige Unterstützung leisten dabei die Forschungseinrichtungen der Forschungsvereinigung des DVS und die Arbeitsgruppen im AfT, um maßgeschneiderte Lösungen für alle Unternehmen in der Branche zu entwickeln.



Bild: © Jelena Dautova/stock.adobe.com



#### FSW im DVS

Aktuell befinden sich etwa zwölf Forschungsprojekte zum Rührreißschweißen (beantragt, laufend und abgeschlossen) der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) im Arbeitsfokus des Fachausschusses 5 „Sonderschweißverfahren“ in der Forschungsvereinigung des DVS.

Ausführliche Informationen, auch zu den Aktivitäten der AG V11.2, finden sich unter:

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

[www.dvs-aft.de/AfT/V/V11/V11.2](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V11/V11.2)



Bild: © Lucian Milasan/stock.adobe.com

## DVS-Regelwerk schafft Sicherheit

Der Slogan ist Programm: „Hier entstehen die Regeln“ steht auf dem Kampagnen-Motiv für den Ausschuss für Technik (AFT). Gemeint sind die gut 500 DVS-Merkblätter und -Richtlinien, die in der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik ein Garant für qualitative Arbeit sind.

Nach allgemeiner Auffassung werden unter „technischen Regeln“ im weitesten Sinne Empfehlungen, Handlungsanleitungen oder Vorschläge verstanden, die einen Weg zur Einhaltung eines Gesetzes, einer Verordnung oder eines technischen Sachverhalts aufzeigen. Sie dienen der technischen Sicherheit von Leben, Gesundheit und Sachgütern, dem Schutz der Umwelt, der Sicherung der Vergleichbarkeit und der Kompatibilität sowie der Sicherung der Qualität von Produkten und Dienstleistungen.

Grundsätzlich kann zwischen technischen Regeln, die von den nationalen Normungsorganisationen stammen, und den

technischen Regeln anderer staatlicher, halbstaatlicher und privatrechtlicher Organisationen unterschieden werden. Nur die technischen Regeln der Normenorganisationen werden als „Norm“ bezeichnet. Diese Normen werden hierzulande im Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN), in der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE sowie im VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (als DIN-VDE-Normen) erarbeitet.

Der weitaus größte Teil technischer Regeln entsteht in den privatrechtlich organisierten, technischen Verbänden und Interessenvertretungen. Am häufigsten werden in den öffentlichen Medien der VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI-Richtlinien), der DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW-Regeln) und der DVS (DVS-Merkblätter und -Richtlinien) genannt. Kennzeichnend für diese Regelwerke ist, dass sie ausdrücklich nicht als Normen bezeichnet und veröffentlicht werden.

# Entstehung des DVS-Regelwerks

Die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit des DVS findet im Ausschuss für Technik und in der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS statt. Beide arbeiten eng zusammen, was sich dann als ein Ergebnis in den DVS-Merkblättern und -Richtlinien widerspiegelt. Die technischen Dokumente werden in den über 200 Arbeitsgremien mit etwa 2.300 aktiven Fachleuten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Behörden und anderen Bereichen erarbeitet. Das DVS-Regelwerk bietet anwendungsbezogene Informationen für die Praxis und erfreut sich einer steigenden Akzeptanz in der Fachwelt. Die Arbeitsgruppen im AfT erstellen nicht nur neue DVS-Merkblätter und -Richtlinien, sondern sie überprüfen die

einzelnen Dokumente alle fünf Jahre auf ihre Aktualität hin. Damit ist der aktuelle Stand der Technik im DVS-Regelwerk gewährleistet. Veraltete Inhalte werden dabei überarbeitet oder die Dokumente werden zurückgezogen.

Das technische DVS-Regelwerk wird sowohl über die DVS Media GmbH, einer Beteiligungsgesellschaft des Verbandes, als auch über den Beuth Verlag in elektronischer und gedruckter Form veröffentlicht. Darüber hinaus steht den DVS-Mitgliedern der Download der Richtlinien und Merkblätter im DVS-Regelwerkportal unter [www.dvs-regelwerk.de](http://www.dvs-regelwerk.de) kostenfrei zur Verfügung.

Startseite

Themengebiete

Erweiterte Suche

Regelwerke kommentieren

Archiv



## Kein Gesetz, aber unverzichtbar

Die Inhalte der DVS-Merkblätter und -Richtlinien sind zwar in der Regel gesetzlich nicht verbindlich, dennoch ist das DVS-Regelwerk in der fūgetechnischen Branche hoch angesehen. Denn: Es ist das Ergebnis einer nationalen Konsensbildung unter Beteiligung der (fachlich) interessierten Öffentlichkeit. Jeder, ob DVS-Mitglied oder nicht, hat die Möglichkeit, seine Anmerkungen zu einem Merkblatt oder zu einer Richtlinie abzugeben – ganz komfortabel im DVS-Regelwerkportal.

Ein Beispiel für den unverzichtbaren Einsatz des DVS-Regelwerks ist in den Anwendungen zum Fügen von Kunststoffen zu finden. Die DVS-Merkblätter und -Richtlinien sind für den Anwender im Bereich Kunststoff ein wichtiges Instrument für die tägliche Praxis. Nicht nur in Deutschland, sondern weltweit richten sich die Anwender – insbesondere im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau – nach den Vorgaben des DVS-Regelwerks, da es die Gegebenheiten im Ausland berücksichtigt.

Für anwendungsnahe Informationen über die Bauweise, die Verfahren, über den richtigen Einsatz von Werkstoffen usw. nutzt die Kunststoffbranche national wie international besonders DVS-Merkblätter und -Richtlinien.

i

### Der kleine Unterschied

Wenn über das technische DVS-Regelwerk gesprochen wird, dann stellt sich auch die Frage: Was ist eigentlich der Unterschied zwischen einem Merkblatt und einer Richtlinie? Im Vergleich zu den Merkblättern sind Richtlinien verbindlicher, denn vor ihrer Veröffentlichung wird der Fachwelt noch eine Einspruchsfrist eingeräumt. Die Richtlinie wird vorab als Entwurf veröffentlicht und befindet sich in der Phase im sogenannten „Gelbdruck“.

## Die Norm – internationaler Konsens

Jedes Land besitzt ein nationales Normungsinstitut – im Falle Deutschlands vertritt das DIN die Normungsinteressen auf europäischer Ebene im European Committee for Standardization (CEN) und auf internationaler Ebene bei der International Organization for Standardization (ISO).

Nach eigenen Angaben des DIN sind rund 33.500 Experten aus Wirtschaft und Forschung, von Verbraucherseite und der öffentlichen Hand am Normungsprozess beteiligt. Aktuell bilden rund 34.000 Normen das Deutsche Normenwerk. Die Dokumente werden über den Beuth Verlag veröffentlicht.

Anders als im DVS-Regelwerk, dem eine nationale Konsensbildung zu Grunde liegt, sind Normen das Ergebnis einer nationalen (DIN), europäischen (CEN) oder internationalen (ISO) Konsensbildung. In den Fachgremien des DIN, in denen auch der DVS vertreten ist, werden Normen erarbeitet. Jeder Hersteller und Verbraucher sowie jeder aus Handel,

Forschungsinstituten, Behörden, Prüfinstituten oder von Hochschulen kann einen Antrag auf Normung stellen und seine Expertise einbringen.

Vor der Verabschiedung werden die Norm-Entwürfe der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt und in Einspruchssitzungen beraten, wobei alle eingegangenen Stellungnahmen behandelt werden müssen. Sind Stellungnehmende mit dem Beschluss des zuständigen Arbeitsausschusses nicht einverstanden, entscheidet in letzter Instanz ein Schiedsausschuss unter Beteiligung des DIN-Präsidiums. Die beteiligten Experten müssen sich über die endgültigen Inhalte grundsätzlich einig sein, Normen werden ausnahmslos im Konsens verabschiedet. Auch werden hier spätestens alle fünf Jahre die Dokumente auf den aktuellen Stand der Technik hin überprüft.

Übrigens, Normen haben grundsätzlich ebenfalls keine rechtliche Verbindlichkeit. Für sie gilt in dieser Hinsicht das gleiche wie für die Regelwerke.

## Fruchtbare Zusammenarbeit

Der DVS bringt sich in verschiedene Normenausschüsse des DIN ein. Insbesondere im Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS) ist der Verband aktiv. Die gute Kooperation von DIN und DVS kommt der Fachwelt auf anderen Wegen ebenfalls zu Gute. So dient das DVS-Regelwerk dazu, neue fügetechnische Entwicklungen frühzeitig zu dokumentieren. Wenn sich diese Technologien dann als Stand der Technik etabliert haben, können DVS-Merkblätter oder -Richtlinien als Vorlagen für Normen dienen. Manchmal gibt es auch einen umgekehrten Trend. Beispielsweise wurden im Bereich des Schienenfahrzeugbaus Inhalte zu Zertifizierungsverfahren beim Schweißen von Schienenfahrzeugen und Fahrzeugteilen aus der Norm DIN EN 15085-2 herausgenommen. Diese Inhalte werden jetzt für den Anwender im Merkblatt DVS 1619 praxisnah zusammengefasst.

Miteinander im Dialog können Normen und DVS-Regelwerke dem Anwender einen wertvollen Mehrwert bieten. Das Angebot von Normen und DVS-Regelwerk zu einem fügetechnischen Sachverhalt, bringt dem Anwender eine sinnvolle Unterstützung und gibt ihm Sicherheit für den Arbeitsalltag.



Bild: © Olivier Le Moal/stock.adobe.com

i

### Sagen Sie, was Sie besser wissen

Sie kennen sich zum Beispiel im Schweißen, Löten, Thermischen Spritzen oder in der Klebtechnik aus? Dann loggen Sie sich als registrierter Nutzer oder DVS-Mitglied unter [www.dvs-regelwerk.de](http://www.dvs-regelwerk.de) ein, nutzen Sie online die Funktion „Regelwerk kommentieren“ und legen Sie los.

Alle User, sowohl DVS-Mitglieder als auch registrierte Nutzer, können ihr Feedback zu den Dokumenten im DVS-Regelwerk abgeben – übrigens, unabhängig davon, ob die Dokumente als Entwurf vorliegen oder bereits veröffentlicht wurden. DVS-Mitglieder haben darüber hinaus die Möglichkeit, einzelne Elemente der Dokumente wie Textabschnitte, Bilder, Formeln etc. zu kommentieren. Jeder Kommentar, der online eingereicht wird, erreicht direkt den zuständigen Referenten im DVS und wird sorgfältig in den Arbeitsgruppen geprüft.

Die DVS-Merkblätter und -Richtlinien leben vom fachlichen Austausch. Deshalb sind Ihre Expertise und Ihr Feedback gefragt. Sie helfen dabei, die Diskussion in den Arbeitsgruppen anzuregen und das DVS-Regelwerk für alle auf dem neuesten Stand der Technik zu halten. Nutzen Sie also die Möglichkeit, an den Inhalten von Merkblättern und Richtlinien mitzuwirken oder gegebenenfalls Einfluss auf deren Weiterentwicklung zu nehmen.



Bild: © tilialuctda/stock.adobe.com

## Mit Volldampf voraus – Schienenfahrzeugbau im DVS

Bereits seit über fünf Jahrzehnten gibt es die DVS-Arbeitsgruppe (AG) A7 „Schweißen im Schienenfahrzeugbau“ im Ausschuss für Technik und sie ist bis heute sehr aktiv. Die vielen DVS-Merkblätter und -Richtlinien im DVS-Regelwerkportal sind ein Beleg für das große Engagement und für den hohen Stellenwert des Themas „Schienenfahrzeugbau“ im Verband.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe stammen aus dem deutschsprachigen europäischen Raum und kommen zumeist aus Herstellerunternehmen oder Betreiberorganisationen, deren

täglich Brot der Umgang mit Schienenfahrzeugen und deren Komponenten ist. Außerdem sind das Eisenbahnbundesamt als Aufsichtsbehörde und einige Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalten (SLV) vertreten. Aus dieser vielschichtigen Zusammensetzung ergibt sich eine Fülle von Fachthemen, für die Lösungsansätze in den Sitzungen diskutiert und erarbeitet werden. Die AG A7 beschäftigt sich insbesondere mit Regelungen für die qualitativ hochwertige Herstellung und Instandhaltung von Schienenfahrzeugen und deren Komponenten.

# Schienenfahrzeugbau ist geregelt

Dass die traditionsreiche AG A7 intensiv an mehreren DVS-Merkblättern und -Richtlinien arbeitet, zeigen fünf Dokumente, die sich aktuell in der Bearbeitung befinden.

So steht zurzeit der Entwurf der Richtlinie DVS 1608-1 „Gestaltung und Festigkeitsbewertung von Schweißkonstruktionen aus Aluminiumlegierungen im Schienenfahrzeugbau“ im DVS-Regelwerksportal und kann von allen DVS-Mitgliedern und Interessierten kommentiert werden. Bis 30. September 2019 werden noch Einsprüche entgegengenommen. Diese Richtlinie gibt Auskunft über Gestaltung und Vorgaben zur Auslegung von Schweißkonstruktionen aus Aluminiumlegierungen sowie eine Zusammenstellung von wesentlichen Schweißkonstruktionsdetails (Kerbfälle). Das Vorgehen beim Nachweis der statischen Festigkeit sowie der Ermüdungsfestigkeit von Grundmaterial und Schweißverbindungen wird hier ebenfalls beschrieben.

In der Schlussbearbeitung befindet sich eine Kommentierung der oben genannten DVS-Richtlinie 1608-1, die als Merkblatt DVS 1608-2 erscheinen wird.

Das Merkblatt DVS 1614 „Richten im Schienenfahrzeugbau“ aus dem Jahr 1998 wird ebenfalls zurzeit überarbeitet. Das DVS-Merkblatt enthält Hinweise für das Richten geschweißter Bauteile aus Stahl und Aluminium im Schienenfahrzeugbau.

Bei ihren Arbeiten beschränkt sich die AG A7 nicht nur auf das Schweißen, sondern sie schaut auch auf andere Verfahren, die im Schienenfahrzeugbau eingesetzt werden können. Ein aktuelles Thema dabei ist die „Additive Fertigung“. Hierzu ist gerade das DVS-Merkblatt „Additive Fertigung von Metallbauteilen für den Schienenfahrzeugbau“ in Bearbeitung, um die Möglichkeiten dieser Technologie und deren Eignung für den jeweiligen Einsatz im Schienenfahrzeugbau zu bewerten. Dazu gehört ebenfalls der Nachweis der Schweißbeugung.

## i

### Fachtagungen

Im gesamten System der Normung und Zertifizierung zum Fügen im Schienenfahrzeugbau spielt der Erfahrungsaustausch als Element der Qualitätssicherung eine besondere Rolle.

Daher führt die SLV Halle GmbH alle zwei Jahre die nationale Fachtagung „Fügen und Konstruieren im Schienenfahrzeugbau“ durch. Der Termin für die 14. Fachtagung ist im Jahre 2021 in der SLV Halle.

Europäisch und international folgt die Konferenz JOIN-TRANS als englischsprachige Tagung diesem Ansatz. Sie findet 2020 erstmals in Polen mit Unterstützung der polnischen Zertifizierungsstelle TDT am 12. und 13. Mai 2020 in Warschau statt.



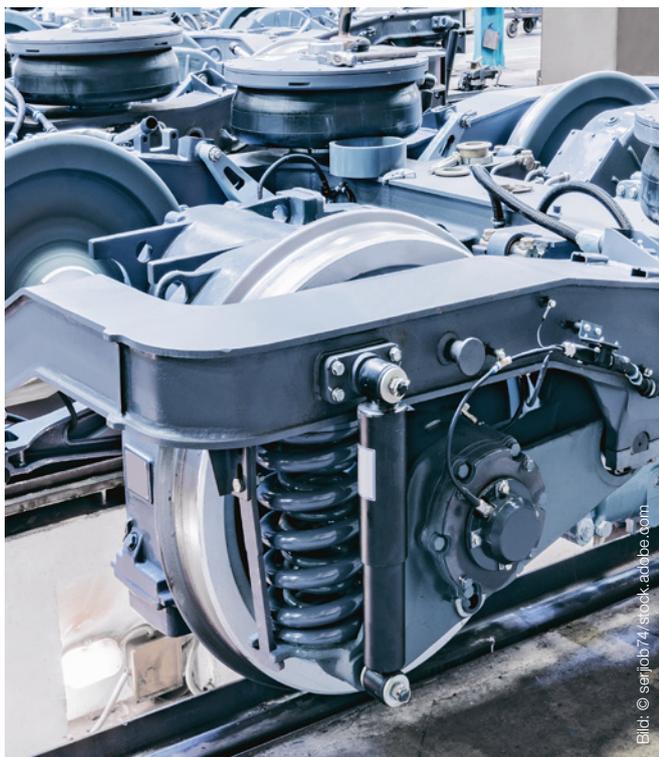
Bild: Pixabay

Das Thema Normung steht für die Arbeitsgruppe im Vordergrund ihrer Aktivitäten. Im Normenausschuss „Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)“ arbeiten die Mitglieder gemeinsam mit dem Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN).

Im Bereich der Normung steht derzeit insbesondere ein Dokument im Fokus: Die künftige Richtlinie DVS 1619-1. Unter dem Titel „Nachweis der Konformität als Schweißbetrieb im Schienenfahrzeugbau nach EN 15085“ werden die aktuell noch in der Norm DIN EN 15085-2 „Bahnanwendungen - Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen – Teil 2: Qualitätsanforderungen und Zertifizierung von Schweißbetrieben“ enthaltenen Regelungen in eine DVS-Richtlinie übernommen.

Da es im Normungsbereich den Beschluss gibt, Zertifizierungsanforderungen nicht mehr in Normen aufzunehmen, wird zurzeit die DIN EN 15085-2 überarbeitet. Zertifizierungsanforderungen können gemäß der Normungsstrategie nur über Vertragsrecht, eine Selbstverpflichtung der Hersteller oder über europäisches Recht verbindlich gemacht werden. Die bisher geübte und bewährte Praxis bei der Zertifizierung von Herstellern kann dann nach Erscheinen der neuen Fassung der europäischen Norm über die DVS-Richtlinie weitergeführt werden.

## Zertifizierung – national und international ein Thema



Neben der AG A7 gibt es seit über zwei Jahrzehnten den Koordinierungsausschuss „Schienenfahrzeuge“ (KoA) im DVS. Diese beiden Gruppen ergänzen sich in ihrer Arbeit. Der KoA hat seinen Arbeitsschwerpunkt rund um das Thema „Zertifizierung von Herstellerbetrieben“. Bei der Zusammensetzung des KoA wird besonders auf Parität geachtet. Alle interessierten Kreise sollen in die Themen involviert sein, damit keine Einzelinteressen dominieren. Daher stammen die Mitglieder des KoA aus Herstellerbetrieben, Betreiberorganisationen, Verbänden, Zertifizierungsstellen sowie anderen Organisationen und Einrichtungen, beispielsweise aus dem Eisenbahnbundesamt.

Einheitliche Standards und ein hoher Qualitätsanspruch bei Produkten zeichnen deutsche Firmen aus. Nicht umsonst wird im Ausland mit dem Slogan „Made in Germany“ erfolgreich geworben. Innerhalb Europas gibt es in Deutschland aktuell die meisten zertifizierten Unternehmen in diesem Bereich.

Das Zertifizierungswesen im Schienenfahrzeugbau ist aus dem Regelwerk der Deutschen Bundesbahn und ab 1997 aus der deutschen Norm DIN 6700 „Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen“ entstanden. Die DIN 6700 wurde ab 2007 in die europäische Normenreihe DIN EN 15085 überführt. Diese Norm dient als Grundlage für das Schweißen metallischer Werkstoffe bei der Herstellung und Instandsetzung von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen. Sie legt die Qualitätsanforderungen für den Neubau von Schienenfahrzeugen fest.

Die Zertifizierung nach DIN EN 15085-2 ist verbindlich für Hersteller, die an Schienenfahrzeugen, Schienenfahrzeugteilen und -komponenten schweißen. Dies gilt sowohl für

den Neubau als auch für die schweißtechnische Instandsetzung. In Deutschland ist für die schweißtechnische Instandsetzung noch die nationale Norm DIN 27201-6 „Zustand der Eisenbahnfahrzeuge - Grundlagen und Fertigungstechnologien – Teil 6: Schweißen“ zu beachten. Bei der aktuell laufenden Überarbeitung der DIN EN 15085 wird die Normenreihe um einen Teil 6 für die schweißtechnische Instandsetzung ergänzt werden.

Da die Harmonisierung der Zertifizierung der Schweißbetriebe im Schienenfahrzeugbau international immer wichtiger wird, war es vor gut zehn Jahren eine logische Konsequenz, ein Gremium auf europäischer Ebene für den Schienenfahrzeugbau einzurichten. Das European Committee for Welding of Railway Vehicles (ECWRV) besteht neben Vertretern aus Herstellerbetrieben, Betreibern, Verbänden auch aus Vertretern vieler Zertifizierungsstellen aus ganz Europa.

Aber das ECWRV beschränkt sich nicht nur auf das Schweißen im Schienenfahrzeugbau. Seit einiger Zeit wird auch über andere Verfahren, wie das Kleben, diskutiert. Die in Deutschland aktiven Zertifizierungsorganisationen im Bereich Kleben an Schienenfahrzeugen sind mittlerweile im ECWRV vertreten, das folglich nun über eine Änderung seines Titels beraten wird.

Diese Entwicklungen werden in enger Abstimmung mit der AG A7 und dem Koordinierungsausschuss vorangebracht. Man darf also gespannt sein, welche weiteren Entwicklungen und Regelungen es im Schienenfahrzeugbau auf nationaler und internationaler Ebene geben wird.



### Online-Register

Die zertifizierten Firmen der Zertifizierungsstellen im ECWRV sind in dem Online-Register unter [www.joincert.eu](http://www.joincert.eu) gelistet. Das Register wird von der SLV Halle GmbH geführt. Für die großen Betreiberorganisationen, wie die Deutsche Bahn AG, ist die Zertifizierung der Schweißbetriebe nach dem Zertifizierungssystem „Online-Register EN 15085“ eine vertragliche Bestellanforderung. Die großen Systemhäuser und Hersteller der Branche suchen sich aus diesem Verzeichnis ihre Unterlieferanten aus. Das bringt den Herstellern Sicherheit und ein Qualitätsversprechen für ihre Produkte.

Wichtigste Aufgabe des Online-Registers ist jedoch die Herstellung von Transparenz unter den Marktteilnehmern. Im Sinne der Selbstkontrolle unterstützt das Register die Arbeiten der Nationalen Sicherheitsorganisationen (NSA) sowie der Herstellerzertifizierungsstellen (MCB). Damit wird es zum Werkzeug bei der Durchsetzung der in der Norm festgelegten Qualitätsstandards.



# Fügetechnik im Fokus

Mit der Broschürenreihe „Im Fokus“ informiert der DVS anhand konkreter Beispiele darüber, wie die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit im DVS funktioniert und welche praxisnahen Ergebnisse sie hervorbringt. Vor allem aber lädt der DVS Interessierte dazu ein, sich an den vielfältigen Aktivitäten im Verband aktiv zu beteiligen.

Folgende IM FOKUS-Broschüren sind in Deutsch und Englisch erhältlich:

- Elektronenstrahlschweißen im DVS/Electron Beam Welding in DVS
- Fügen von Kunststoffen/Joining of Plastics
- Hartlöten im DVS/Brazing in DVS
- Laserstrahlschweißen und verwandte Verfahren im DVS/ Laser Beam Welding and Allied Processes in DVS
- Lichtbogenschweißen im DVS/Arc Welding in DVS
- Schweißtechnische Qualifizierungen im DVS/Welding Qualification in DVS
- Widerstandsschweißen im DVS/Resistance Welding in DVS

Im Sommer 2019 ist auch die Broschüre „Virtuelle Schweißtrainersysteme (VWTS) in der Aus- und Weiterbildung/Virtual Welding Trainer Systems (VWTS) for Training and Further Education“ erschienen.



Die Broschüren sind online zu bestellen oder zu lesen unter:

[www.dvs-ev.de/im-fokus](http://www.dvs-ev.de/im-fokus)

[www.dvs-ev.de/broschueren](http://www.dvs-ev.de/broschueren)



Bild: © Andrei Merkulov/stock.adobe.com

## Mit Engagement beim Thema Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau dabei

Der Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau tangiert direkt zahlreiche Branchen und Lebensbereiche. Das Trio ist oft unmittelbar miteinander verbunden und wird daher in einem Atemzug genannt. Manchmal sind sie aber auch getrennt zu sehen. Wenn von Anlagen- und Behälterbau gesprochen wird, ist nicht selten eine gesamte Anlage gemeint, beispielsweise eine Raffinerie. Der Rohrleitungsbau alleine bezeichnet die einzelnen Verbindungen innerhalb einer Anlage oder steht für sich, wie im Pipelinebau.

Sowohl große als auch mittelständische und kleine Firmen sind im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau vertreten. Große Unternehmen wie BASF oder Evonik erstellen

komplette Anlagen. Sie beauftragen oft kleinere und mittelständische Unternehmen, die als Zulieferer fungieren. Diese Betriebe haben das schweißtechnische Know-how und die Zulassungen, um einzelne Komponenten herzustellen. Damit greifen die großen Unternehmen auf die Fachkompetenz der kleineren zurück.

Des Weiteren gibt es viele andere Unternehmen in der Branche. Das sind beispielsweise Schweißzusatzwerkstoff-Hersteller, Abnahmegesellschaften, Planungs- und Ingenieurbüros, Montagefirmen, Rohrleitungsbetriebe usw.

## Anwendungsnaher Erfahrungsaustausch

Kein Wunder, dass diese große und vielfältige Branche auch im DVS gut vertreten ist. Experten aus den verschiedenen Bereichen bringen sich sehr engagiert in der Arbeitsgruppe (AG) A3 „Schweißen im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau“ im Ausschuss für Technik (Aft) ein.

Die AG A3 existiert bereits viele Jahre. Sie hatte sich ursprünglich zusammen mit dem Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) überwiegend mit Regelwerksaktivitäten beschäftigt. Um anwendungsorientierte Themen vermehrt aufzugreifen, wurde die Arbeitsgruppe im Jahr 2015 vom DVS neu gegründet. Dazu kamen 34 Teilnehmer, insbesondere aus der Industrie und aus Verbänden, zusammen.

Zielsetzung der neuen Arbeitsgruppe war und ist es, Hilfestellungen für den Anwender rund um den Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau zu geben. Die AG A3 profitiert dabei im Wesentlichen vom anwendungsnahen Erfahrungsaustausch der Experten. Ein wichtiges Anliegen der Arbeitsgruppe ist es, diese Erfahrungen als Stand der Technik für den Praktiker zu dokumentieren. Das erfolgt über die Erstellung von DVS-Merkblättern und -Richtlinien. Neben dem Wissenstransfer in der AG A3 fließen aktuelle Forschungsergebnisse in das DVS-Regelwerk ein.

Ein Beispiel dafür, wie aus einer Forschungsidee ein DVS-Merkblatt werden kann, lässt sich gut am aktuellen Forschungsprojekt „Optimierung von Rohr/Rohr-Mischverbindungen



Die Gründungssitzung der neuen AG A3 fand 2015 in der DVS-Hauptgeschäftsstelle in Düsseldorf statt.

für thermische Wechsellastbeanspruchung“ darstellen. Das Forschungsprojekt wird am Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik (ISF) an der RWTH Aachen durchgeführt. Die am Forschungsprojekt beteiligten Unternehmensvertreter stellten ihre Ideen dazu der AG A3 im Oktober 2018 vor. Die Arbeitsgruppe empfahl, die erwarteten Forschungsergebnisse unter anderem in Form von Werkstoff-Datenblättern und in einem DVS-Merkblatt für die Fachwelt zu dokumentieren. Das Projekt wird laut Plan im zweiten Quartal 2021 seinen Abschluss finden.

## Aktuelle Regelwerksarbeit



Im Bereich des Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbaus sind aktuell zwei DVS-Merkblätter besonders hervorzuheben:

Das Merkblatt DVS 3011 „Schweißen von Schwarz-Weiß-Verbindungen (S/W-Verbindungen)“ zeigt die Besonderheiten und

Merkmale dieser Verbindungen auf. Für die schweißtechnische Verarbeitung der beiden Fügepartner, ferritischer Stahl (schwarz) und austenitischer Stahl (weiß), sind besondere Kenntnisse erforderlich. Da sich dieser Teilbereich des Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbaus sehr dynamisch entwickelt, wird das im Juni 2017 veröffentlichte DVS-Merkblatt bereits jetzt erneut überarbeitet und aktualisiert. Es informiert über die Eigenschaften ausgewählter Werkstoffgruppen sowie über die Herausforderungen, die beim Schweißen und im Betrieb auftreten können und gibt Hinweise zur Lösung.

Das Merkblatt DVS 3011 steht allen DVS-Mitgliedern kostenlos unter [www.dvs-regelwerk.de](http://www.dvs-regelwerk.de) zur Verfügung. Interessierte können sich das DVS-Merkblatt eingeschränkt ansehen.

Ganz aktuell befindet sich das Merkblatt DVS 3010 „Durchführung und Prüfungen von Auftragschweißungen im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau“ in der Erarbeitung. Der Anwender erhält hierbei einen Überblick über das Auftragschweißen von korrosionsbeständigen Schichten (Plattieren) bzw. verschleißfesten Schichten (Panzern) mit konventionellem Lichtbogen-Verfahren. Außerdem werden Empfehlungen zur fachgerechten Ausführung der Auftragschweißungen gegeben. Voraussichtlich wird das DVS-Merkblatt im Jahr 2020 veröffentlicht und dann auch im DVS-Regelwerksportal verfügbar sein.



Historische Gasturbine

## Schweißen mit dem Lichtbogen

Das zukünftige Merkblatt DVS 3010 zeigt, welche Schweißprozesse im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau hauptsächlich eingesetzt werden. Vor allem kommen Lichtbogenschweißprozesse zum Einsatz. Hierbei wird mittels einer Stromquelle zwischen dem Werkstück und einer Elektrode ein Lichtbogen erzeugt. Dieser bringt durch Wärme das Material zum Schmelzen. Es gibt unterschiedliche Arten des Lichtbogenschweißens. Neben dem Metalllichtbogenschweißen sind das Schutzgasschweißen und das Unterpulverschweißen zu nennen. Beim Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau wird in den meisten Fällen automatisiert geschweißt und zwar mit dem Wolfram-Inert-Gas-Verfahren (WIG). Bei diesem Schutzgasschweißverfahren wird ein intensiver und fokussierender Lichtbogen genutzt. Als vorteilhaft sind eine minimale Wärmeeinbringung und eine hohe Schweißnahtgüte zu nennen. Das WIG-Schweißen kann auch sicher in Zwangspositionen und beim Schweißen von Wurzellagen eingesetzt werden.

Folgende Schweißverfahren werden ebenfalls häufig im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau genutzt:

### ■ WIG-Orbitalschweißen

Das WIG-Orbitalschweißen ist ein etabliertes Verfahren im Rohrleitungsbau. Der Brenner wird hier beim Schweißen von einer mechanischen Vorrichtung um das Rohr herumgeführt. Da kreisförmige Bahnen bei der Bewegung des Schweißwerkzeugs entstehen, nennt man das Verfahren Orbitalschweißen. Insbesondere wird das WIG-Orbitalschweißen beim Fügen von Rohr an Rohr sowie beim Einschweißen von Rohren an Rohrböden eingesetzt.

### ■ WIG-Engspaltschweißen

Mit dieser Art von Lichtbogenschweißen möchte man über geringe Schweißguteinbringung wenig Wärme in das Werkstück einbringen, um so schmale Schweißfugen erzeugen zu können. Denn viel Wärme bedeutet viel Verzug. Das will man durch das WIG-Engspaltschweißen minimieren. Ins-

besondere bei zu schweißenden Wanddicken über 30 mm wird das Engspaltschweißen eingesetzt. Damit werden bei großen Wanddicken von Rohren die Fugen relativ schmal gehalten

### ■ MAG-Schweißen

Beim Metallaktiv-Gas-Schweißen (MAG) wird ebenfalls mit Schutzgas gearbeitet. Dieses Verfahren bietet gute Chancen zum Mechanisieren. Die Möglichkeiten für einen gezielten Einsatz im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau werden ebenfalls in der AG A3 diskutiert.

### ■ Lichtbogen-Handschiessen

Da, wo der automatisierte Einsatz nicht möglich ist oder wo beengte Platzverhältnisse herrschen, kommt das manuelle Lichtbogen-Handschiessen, auch E-Handschiessen genannt, zum Einsatz.



# Eine einzigartige Sondertagung

Sie ist zweifelsohne die wichtigste Veranstaltung der Branche in Deutschland: die Sondertagung „Schweißen im Anlagen- und Behälterbau“. Seit 1972 gibt es die Tagung, die in München stattfindet und vom DVS, der GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik international mbH und der TÜV Süd Industrie Service GmbH durchgeführt wird. Im Schnitt kommen rund 300 Teilnehmer, die den fachlichen und persönlichen Austausch schätzen, jedes Jahr zur Sondertagung. An vier Tagen bietet die Veranstaltung vormittags Fachvorträge zu verschiedenen Schwerpunkten und am Nachmittag einen Erfahrungsaustausch in Arbeitsgruppen. Welch hohen Stellenwert der Austausch auf der Tagung hat, zeigt sich in der jährlich ergänzenden Loseblattsammlung des DVS. Hier werden die Ergebnisse der Diskussionsgruppen schriftlich festgehalten. Außerdem liegt jeweils zur Tagung der aktuelle Berichte-Band aus, in dem die Vorträge nachgelesen werden können.

Die Sondertagung „Schweißen im Anlagen- und Behälterbau“ ist für den DVS eine ganz besondere Plattform. Angeregt durch ihre Teilnehmer und deren Fragestellungen, wurde die Arbeitsgruppe A3 seinerzeit neu gegründet. Der Bedarf nach einem zusätzlichen Fachgremium im DVS und an DVS-Merkblättern und -Richtlinien beim Anwender waren groß. Über die Sondertagung konnten daher zahlreiche neue Mitglieder für die AG A3 gewonnen werden. In den Sitzungen der Arbeitsgruppe engagieren sich im Schnitt 20 bis 25 Fachleute.

Sowohl in der AG A3 als auch auf der Sondertagung sind die verschiedenen Experten der Branche vertreten, beispielsweise aus den Bereichen Fertigung, Verfahren, Qualitätssicherung oder Werkstoffe. Da verschiedene Vertreter aus der Industrie

an der Arbeitsgruppe und der Tagung teilnehmen, können Fragestellungen aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und sinnvolle Lösungen erarbeitet werden.

Die gute Kooperation zwischen Arbeitsgruppe und Sondertagung zeigt sich ebenfalls im Programm der Veranstaltung. So halten Mitglieder der AG A3 praxisorientierte Vorträge auf der Sondertagung. Umgekehrt sind Teilnehmer der Tagung in der AG A3 oder in anderen Gruppen des AFT aktiv vertreten. Durch diese Zusammenarbeit profitieren die Tagung und die Arbeitsgruppe sehr gut voneinander – ganz im Sinne des Austauschs rund um den Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau.

i

## DVS-Medien zum Thema „Schweißen im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau“

- DVS-Berichte, Band 350 „Schweißen im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau“, ISBN: 978-3-96144-055-9
- Loseblattsammlung. Ergebnisse aus den Arbeitsgruppen der Sondertagungen 2010-2018 Schweißen im Anlagen- und Behälterbau, Artikel-Nr.: 300011
- DVS-Fachbücher, Band 154 „Schweißtechnisches Handbuch Druckgerätebau“, ISBN: 978-3-87155-231-1
- DVS-Regelwerkportal unter: [www.dvs-regelwerk.de](http://www.dvs-regelwerk.de)



Genauso einzigartig wie die Sondertagung „Schweißen im Anlagen- und Behälterbau“ ist auch der Veranstaltungsort. Das Künstlerhaus München lädt im stilvollen Rahmen die Branche zum Erfahrungsaustausch ein.

## DVS CONGRESS 2020

Die Themen in diesem DVS-Technikreport finden sich auch im Programm des zweitägigen DVS CONGRESS wieder, der jedes Jahr im September stattfindet. Experten und Interessierte erhalten aktuelle Informationen und haben die Gelegenheit zum fachlichen Austausch.

Vom 14. bis 16. September 2020 wird der DVS CONGRESS in Koblenz zum ersten Mal an drei Tagen stattfinden. Dann werden Berichte über kürzlich abgeschlossene Forschungsprojekte mit in das Programm eingebunden.



Bild: © milosluz/stock.adobe.com

## Klebtechnik – neue Regelwerke für die Industrie

Die industrielle Klebtechnik ist ein fester Bestandteil vieler innovativer Fertigungsprozesse in zahlreichen Branchen. Sie ist zum einen die moderne Schlüsseltechnologie für neue Produkte, Fertigungsprozesse und Produktionsverfahren. Zum anderen gehören Haftklebstoffe und Haftklebänder zur Klebtechnik. Sie werden in der Industrie und im privaten Bereich umfangreich eingesetzt. Ihre Vorteile haben zu einer Anwendung mit vielfältigen Einsatzgebieten – wie in der Automobilindustrie, im Baubereich, bei der Herstellung von Unterhaltungs- und Kommunikations-elektronik und von Haushaltsgeräten – geführt.

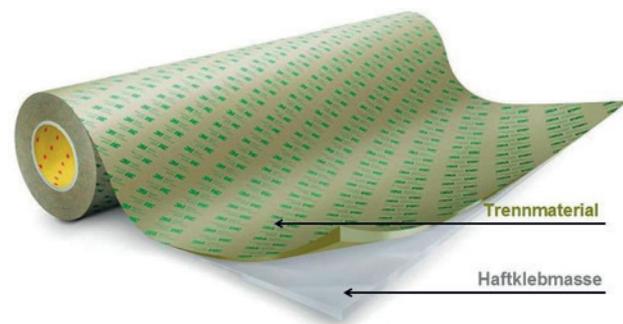
Um die Zuverlässigkeit struktureller Klebverbindungen bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Produktentstehung zu erreichen, ist eine praxistaugliche Berechnungsmethode erforderlich. In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Modelle zur Beschreibung klebtechnischen Versagens entwickelt. Grundlage der Berechnung sind experimentelle Kennwerte unter Berücksichtigung der spezifischen Randbedingungen der Anwendung, beispielsweise Einsatztemperatur oder Dauerbeanspruchung.

Zu den vielen unterschiedlichen Themen in der Branche ist der DVS seit vielen Jahren im Ausschuss für Technik aktiv. Die Klebtechnik ist in der Arbeitsgruppe (AG) V8 beheimatet. Ihr sind verschiedene Untergruppen zugeordnet. Schwerpunkte der dortigen Arbeitsgremien sind die Dosier- und Mischtechnologie (AG V8.1), der Bereich Haftklebebander (AG V8.2) und die Berechnung und Simulation (AG V8.3).

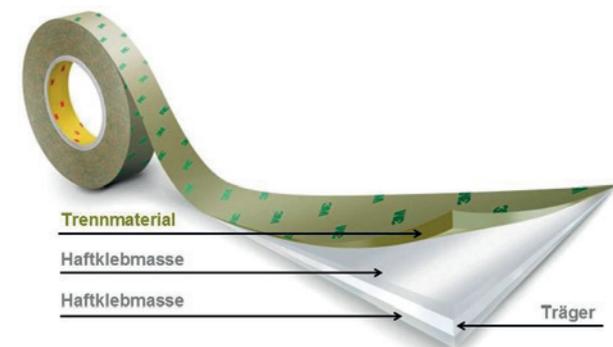
Gleich mehrere für die industriellen Anwender und Materialhersteller wichtigen DVS-Merkblätter und -Richtlinien wurden in den Arbeitsgruppen entwickelt, veröffentlicht oder befinden sich unmittelbar vor ihrer Fertigstellung. Die folgenden Dokumente sind Beispiele für die Aktivitäten des DVS in der Klebtechnik.

### Richtlinie DVS 3320-2 „Qualitätsanforderung in der Haftklebebandanwendung für permanente klebtechnische Verbindungen“

Haftklebstoffe („Pressure Sensitive Adhesives“, PSA) werden in Form von doppelseitigen Klebebandern, selbstklebenden Formstanzteilen sowie Transferklebebandern in der industriellen und handwerklichen Fertigung eingesetzt. Bisher stützt sich das Wissen um die fachgerechte Ausführung des Fügeprozesses im Wesentlichen auf die Verarbeitungshinweise von Produktherstellern oder Lieferanten. Die Richtlinie DVS 3320-2 (veröffentlicht im Januar 2019) beschreibt die Verarbeitungstechnik von Haftklebebandern in allen relevanten Prozessschritten. Der Anwender kann mit Hilfe dieses Dokumentes dauerhafte Klebverbindungen mit Haftklebebandensystemen fachgerecht planen und prozesssicher ausführen.



Transferklebeband



Doppelseitiges Klebeband

Bild: 3M Deutschland GmbH, Neuss / DVS, Düsseldorf

### Richtlinie DVS 3302 „Kleben im Karosseriebau: Bewertung von Bruchbildern“

Die Richtlinie DVS 3302 (erschienen im September 2018) konkretisiert die bestehende Norm zur Bewertung von Bruchbildern nach DIN EN ISO 10365 für Klebungen im Karosseriebau und beschreibt die wichtigsten Bruchbilder, wie sie bei zerstörenden Prüfungen von Karosserieklebungen, einschließlich Reparaturklebungen, auftreten können. Ferner führt sie die Vorgehensweise zur Quantifizierung beim Auftreten unterschiedlicher Versagensarten auf einer Bruchfläche (Mischbrüche) auf. Die DVS-Richtlinie hilft dem industriellen Anwender bei der objektiven und reproduzierbaren Bewertung von Bruchbildern.

### Richtlinie DVS 3320-3 „Analyse von Klebstoffraupenapplikationen“

Die AG V8.1 hat aktuell eine DVS-Richtlinie entwickelt, die sich mit der Erkennung von Fehlerbildern bei der Applikation von Klebstoffraupen in Dosieranlagen beschäftigt. Im Dokument werden Fehlerbilder bei der automatischen Dosierung von Kleb- und Dichtstoffen in die drei Hauptklassen Geometriefehler, Adhäsionsfehler und Materialfehler eingeteilt. Die Einteilung basiert primär auf der visuellen Beurteilung der Raupe nach der Applikation. Zu jeder der drei Hauptklassen werden typische Fehlerbilder aufgezählt und behandelt. Die Beschreibung des Fehlerbildes enthält die folgenden vier Komponenten: Eine Skizze des Fehlerbildes und seine genaue Beschreibung, eine Quantifizierung mit Hinweisen, wie das Fehlerbild gemessen und dokumentiert werden kann, ferner eine Liste mit Ursachen, die den Fehlerbildern zugeordnet werden können. Sie dienen als eine Quelle für eine Analyse möglicher Fehler. Der Anwender erhält durch die systematische Einteilung der Fehlerbilder mit Hilfe der Klassifizierung die Möglichkeit, Abweichungen seiner Raupe zu identifizieren und zu benennen.

### Erarbeitung einer DVS-Richtlinie „Nachweisführung klebtechnischer Verbindungen“

Derzeit erstellt die AG V8.3 eine DVS-Richtlinie zur rechnerischen Auslegung von elastischen Dickschichtklebungen. Ziel ist, eine Grundlage für einen rechnerischen Festigkeitsnachweis elastischer Klebverbindungen bereitzustellen. Das Dokument kann für alle Klebverbindungen angewendet werden, die aus sicherheitstechnischen oder kommerziellen Gesichtspunkten eines rechnerischen Nachweises bedürfen. Adressaten sind Konstrukteure und Berechnungsexperten, die Klebverbindungen nachweisen wollen, aber auch Klebaufsichtspersonen oder Gutachter, die entsprechende Nachweise beurteilen müssen. Elastische Dickschichtklebverbindungen finden ihre Anwendung im Fahrzeug- oder Gebäudebau, dort beim Kleben von Außenbekleidungs-elementen auf eine tragende Struktur, beim Kleben von Glas, von Kofferaufbauten, beim Kleben von Innenaussteilen sowie von komplexen Anbaumodulen an einen Grundkörper. Die erarbeiteten praxisbezogenen Inhalte werden als DVS-Richtlinie veröffentlicht, die wissenschaftlichen Bestandteile des Dokumentes anschließend als DVS-Fachbuch publiziert.



Bild: © stocketeer/stock.adobe.com

# Entwickeln Sie mit uns die Füge-technik weiter

Im Netzwerk des DVS treffen sich Experten aus Forschung, Technik und Bildung. Sie alle haben das Ziel, die Füge-technik in ihren unterschiedlichen Ausrichtungen weiterzuentwickeln.

## Sie möchten sich im Ausschuss für Technik einbringen?

Als DVS-Firmenmitglied haben Sie Zugang zu den knapp 200 Arbeitsgruppen des Ausschusses für Technik (AfT). Hier ist Ihr Wissen und Engagement gefragt. Gleichzeitig profitieren Sie von dem Know-how der Kollegen und sind Teil des DVS-Netzwerkes.

Freuen Sie sich auf den Erfahrungsaustausch mit Schweißern, Schweißfachingenieuren oder Schweißaufsichtspersonen und nutzen Sie die Kontaktmöglichkeiten zu Unternehmen, Wissenschaftlern und Ingenieuren.

## Sie möchten sich in der Forschungsvereinigung des DVS engagieren?

Durch die DVS-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 bei der Forschungsvereinigung:

- Treten Sie in den direkten Dialog mit der Wissenschaft.
- Initiieren und gestalten Sie Forschungsprojekte.
- Begleiten Sie Projekte unmittelbar.
- Profitieren Sie von Forschungsergebnissen aus erster Hand und setzen Sie diese in Ihrem Unternehmen um.

### Und es gibt noch weitere Vorteile als DVS-Firmenmitglied:

- Mitarbeit in nationalen und internationalen Fachgruppen und Gremien des DVS
- Kostenloser und uneingeschränkter Zugang zum technischen DVS-Regelwerk mit seinen gut 500 Merkblättern und Richtlinien unter [www.dvs-regelwerk.de](http://www.dvs-regelwerk.de)
- Zugriff auf die Lehrmedien und Ausbilderleitfäden für die firmeninterne, nicht-kommerzielle Nutzung
- Zertifizierungsmöglichkeiten für Personal, Verfahren, Werkstoffe und Systeme
- Sonderkonditionen für die Teilnahme an DVS-Veranstaltungen
- Rabatte auf Produkte der DVS Media GmbH
- Kostenlose Mitgliederzeitschrift DVS-Magazin



### Sie haben Fragen zur Mitgliedschaft?

Die Antworten darauf gibt der DVS-Mitgliederservice:

- per Telefon von montags bis donnerstags 8.00 Uhr bis 16.00 Uhr, freitags 8.00 Uhr bis 13.00 Uhr unter T +49 211 1591-168/-169/-170
- per E-Mail unter: [mitglieder@dvs-hg.de](mailto:mitglieder@dvs-hg.de)

# Ihre Ansprechpartner

## Abteilungsleiter „Forschung und Technik“

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

## Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau

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

Obmann der AG A3 „Schweißen im Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau“  
Claas Lehmkuhl B. Eng. IWE  
claas.lehmkuhl@tuev-sued.de

## Rührreibschweißen

Ass. jur. Marcus Kubanek  
T +49 211 1591-120  
marcus.kubanek@dvs-hg.de

Obmann der AG V11.2 „Rührreibschweißen“ (Gemeinschaftsausschuss DVS/DIN AG V11.2/NA 092-00-27 AA)  
Dipl.-Ing. Heinrich Masny  
heinrich.masny@mt-aerospace.de

## Schienenfahrzeugbau

Dipl.-Ing. Martin Lehmann  
T +49 211 1591-203  
martin.lehmann@dvs-hg.de

Obmann der AG A7 „Schweißen im Schienenfahrzeugbau“  
Dipl.-Ing. Horst Büttemeier EWE  
horst.buettemeier@deutschebahn.com

Obmann der AG A7.1 „Schweißplanung“  
Dipl.-Ing. Jens Raabe  
jens.raabe@voith.com

## Klebtechnik

Ass. jur. Marcus Kubanek  
T +49 211 1591-120  
marcus.kubanek@dvs-hg.de

Obmann der AG V8 „Klebtechnik“  
Prof. Dr. rer. nat. Andreas Groß  
andreas.gross@ifam.fraunhofer.de

Obmann der AG V8.1 „Dosier- und Mischtechnologie in der Klebtechnik“  
Dr. Holger Fricke  
holger.fricke@ifam.fraunhofer.de

Obmann der AG V8.2 „Haftklebebänder“  
Dr. Karsten Seitz  
karsten.seitz@tesa.com

Obmann der AG V8.3 „Berechnung/Simulation in der Klebtechnik“  
Dipl.-Ing. Peter Hellwig  
peter.hellwig@siemens.com

## Weiterführende Informationen:

DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.  
[www.dvs-ev.de](http://www.dvs-ev.de)

Ausschuss für Technik (Aft) im DVS  
[www.dvs-aft.de](http://www.dvs-aft.de)

Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS  
[www.dvs-forschung.de](http://www.dvs-forschung.de)

## 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](http://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](http://www.dvs-media.eu)

### Druck:

Das Druckhaus Beineke Dickmanns GmbH  
Im Hasseldamm 6  
41352 Korschenbroich  
[www.das-druckhaus.de](http://www.das-druckhaus.de)

### Redaktion:

Barbara Stöckmann, M. A.

### Layout:

Laura Sieben

### Erscheinungsdatum:

September 2019

### Titelbild:

Riftec GmbH, Geesthacht  
Bauteilmuster für Blechkühler aus Aluminium zur Fertigung mittels Rührreibschweißen

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.



**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](mailto:info@dvs-hg.de)  
[www.dvs-ev.de](http://www.dvs-ev.de)