DER PRAKTIKER

1-2
2024

Fachmagazin für Schweißtechnik und mehr

DVS GSI SLV

Ihr Partner für Schweißtechnik und mehr ...
Auch im Bereich Druckgeräte-, Anlagen- und Behälterbau

Top Service im Bereich Druckgeräte-, Anlagen- und Behälterbau, z. B.:

- Werkstoffbegutachtungen (PMA) und Qualifikation von Werkstoffherstellern
- Qualifizierung von Schweißaufsichtspersonen, ZfP-Personal, Schweißern und Schweißverfahren
- Abnahme von Druckgeräten von A bis Z

Gleich anmelden:
52. Sondertagung – Schweißen im Anlagen- und Behälterbau

ANFORDERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Lichtbogenschweißen von Mischverbindungen an Druckgeräten

FLÄCHE STATT PUNKT

Laserstrahllöten von Elektronikkomponenten

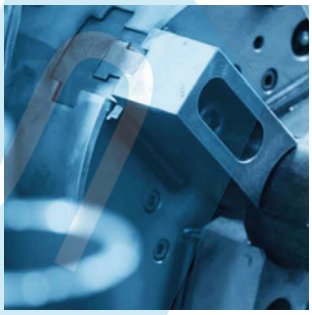
IN DER PRAXIS ANGEKOMMEN

Stand der Technik beim handgeführten Laserstrahlschweißen

DVS CONGRESS

Erfurt, 16.–17. September 2024

LAST CALL FOR PAPERS



MEHRWERT FÜR IHR BUSINESS:

- Große Schweißtechnische Tagung (GST)
- DVS CAMPUS

Deadline CFP:

16. Februar 2024

www.dvs-events.de

DVS VERBAND

Neues Jahr, *neues* Heft

In Ihren Händen halten Sie die erste Ausgabe von „Der Praktiker“ – in neuem Gewand. Eine zeitgemäße Optik prägt nun unser Erscheinungsbild. Doch nicht nur äußerlich hat sich etwas verändert – auch inhaltlich haben wir uns neu aufgestellt: Wir haben uns vorgenommen, noch näher am Puls der Zeit sein, die neuesten Trends im Schweißbereich aufzuspüren und Ihnen zu präsentieren.

Im Mittelpunkt unserer neuen Ausrichtung steht der Dialog. Wir setzen vermehrt auf Interviews mit Experten, Branchenführern und innovativen Köpfen. Diese Gespräche ermöglichen Ihnen nicht nur Einblicke in aktuelle Entwicklungen, sondern bieten auch direkte Einsichten in die Erfahrungen und Einschätzungen von Fachleuten.

Technische Fachartikel bleiben selbstverständlich das Herz unseres Magazins. Hochwertige Beiträge von Experten werden weiterhin praxisnahes Wissen rund um die Fügetechnik liefern. Unser Ziel ist es, Ihnen fundiertes Fachwissen zu vermitteln, das Sie in Ihrer täglichen Arbeit unterstützt.

Dabei widmet sich die vorliegende Ausgabe dem Schwerpunktthema „Schweißen im Anlagen- und Behälterbau“. Pietro Sabatino von BASF äußert sich im Interview ab Seite 18 über Herausforderungen durch Generationswechsel und Fachkräftemangel und gibt Einblicke etwa in Werkstoffmodifikationen, europäische Normen sowie innovative Methoden wie KI, AR und Cobots. Im Kommentar zur 52. Sondertagung Schweißen im Anlagen- und Behälterbau schreibt Michael Dey, Leiter der SLV München, auf Seite 20 u. a. über Wasserstoff als Treiber im Bereich der Schweiß- und Prüftechnik. Dr.-Ing. Ulrich Killing vom Beratungsbüro für Schweiß- und Werkstofftechnik hat sich ab Seite 21 Anforderungen und Empfehlungen zum Lichtbogenschweißen von Mischverbindungen an Druckgeräten zum Thema gemacht.

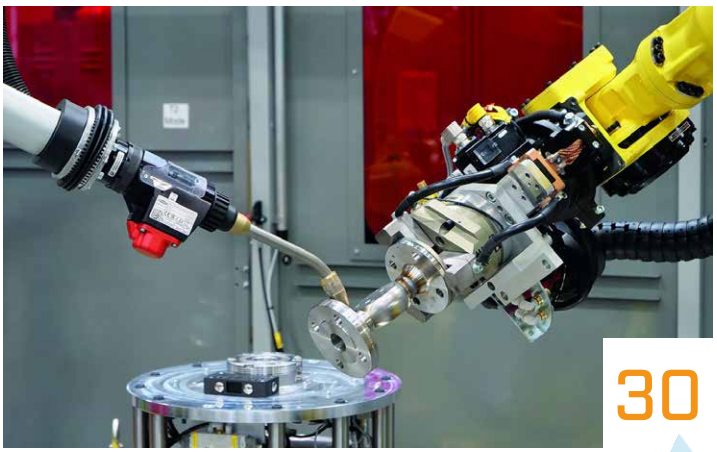
Seit Anfang Mai 2023 gibt es ein neues Gesicht in der Redaktion: Sarah Gottschalk hat Redaktionsleiter Dietmar Rippegather abgelöst, der in den wohlverdienten Ruhestand gegangen ist. Dem Verlag bleibt er glücklicherweise noch an der einen oder anderen Stelle mit seiner Expertise erhalten. Frau Gottschalk hat bereits Erfahrungen in der Redaktionsleitung eines technischen Fachverlags und kennt die Herausforderungen, denen sich Fachzeitschriften stellen müssen, um auch in der Zukunft erfolgreich zu sein.

Ihre Anregungen und Ihr Feedback zum Relaunch von „Der Praktiker“ sind uns wichtig. Teilen Sie Ihre Gedanken mit uns, damit wir unser Magazin noch besser an Ihre Bedürfnisse anpassen können.

Herzlichst

Christian Bothur
christian.bothur@dvs-media.info

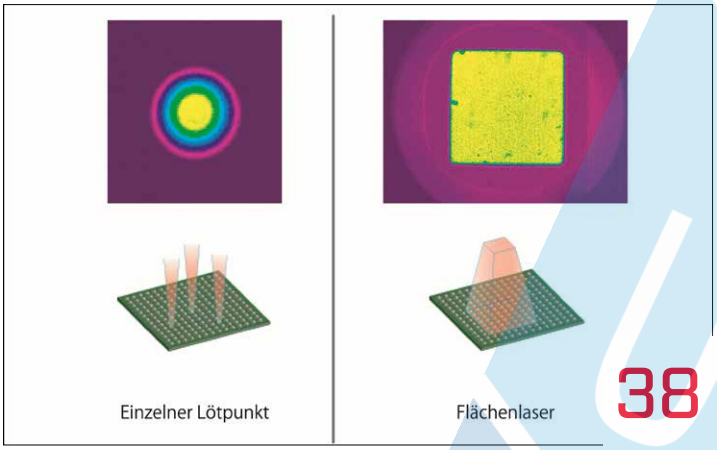
Sarah Gottschalk
sarah.gottschalk@dvs-media.info



30

Roboterschweißzelle der neuesten Generation für die Fertigung von Messgeräten

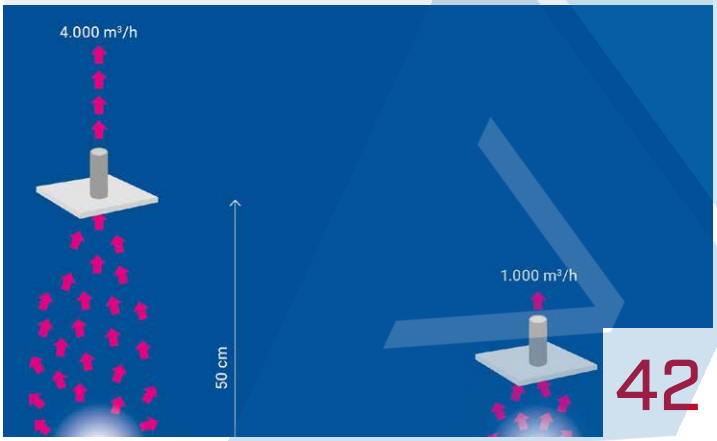
Das österreichische Unternehmen Anton Paar fertigt hochpräzise Messgeräte für vielerlei Branchen. Heute ist das Unternehmen Weltmarktführer bei Dichte- und Konzentrationsmessung, Rheometrie sowie der Bestimmung von gelöstem CO_2. Da zunehmender Fachkräftemangel und permanent steigende Stückzahlen intelligente Produktionslösungen erfordern, investierte das Unternehmen in eine Roboterschweißzelle der neuesten Generation.



38

Laserstrahllöten von Elektronikkomponenten

Laserstrahllöten verdrängt bei der Fertigung von Elektronikkomponenten zunehmend das Kolbenlöten. Jetzt kommt von Pionier Japan Unix die nächste Innovation: das Flächenlöten. Für welche Anwendungen diese Technologie geeignet ist und welche Vorteile sie hat, erläutert dieser Beitrag.



42

Energieeffizienter Einsatz von Absaug- und Filteranlagen

Die Energiekrise ist das große Schreckgespenst für die europäische Wirtschaft. Steigende Strom- und Gaskosten bei gleichzeitig steigenden Preisen in der Lieferkette bringen so manches Unternehmen an den Rand der Existenz. Doch jede Krise bietet bekanntermaßen auch Chancen – speziell für den energieoptimierten Einsatz von Produktionstechnik und Zubehör.

46

Stand der Technik beim handgeführten Laserstrahlschweißen

Spätestens seit der letzten Weltleitmesse „Schweißen & Schneiden“ im Jahr 2023 sind handgeführte Laserstrahlschweißsysteme in das Interesse von Anwendern gerückt. Dies ist im Wesentlichen auf zwei Faktoren zurückzuführen. Zum Ersten sind die Kosten für ein entsprechendes System in den letzten Jahren deutlich gefallen. Zum anderen besteht wirtschaftlicher Druck bei der Herstellung von Schweißerzeugnissen, auch aufgrund des Fachkräftemangels. Im Bericht wird auf verschiedene Aspekte des handgeführten Laserstrahlschweißens eingegangen.

NACHRICHTEN

Produkte & Dienstleistungen 8

Aktuelles 13

Veranstaltungen 16

SCHWERPUNKT: SCHWEISSEN IM ANLAGEN- UND BEHÄLTERBAU

Interview: Schweißen im Anlagen- und Behälterbau 18

Kommentar: 52. Sondertagung „Schweißen im Anlagen- und Behälterbau“ 20

Fachbeitrag: Lichtbogenschweißen von Mischverbindungen an Druckgeräten 21

TECHNOLOGIE + TRENDS

Roboterschweißzelle der neuesten Generation für die Fertigung von Messgeräten 28

Laserstrahllöten von Elektronikkomponenten 38

FACHBEITRÄGE

Energieeffizienter Einsatz von Absaug- und Filteranlagen 42

Stand der Technik beim handgeführten Laserstrahlschweißen 46

Eroberer in der Kulturgeschichte 52

STANDARDS

Editorial 3

Bild des Monats 6

Recht 57

Verband 58

Vorschau 64

Inserentenverzeichnis 64

Impressum 64

SCHULZ
MAISEL & FRIENDS
MAISEL & FRIENDS
BIERE VON STARKEM CHARAKTER
SCHULZ

BILD DES MONATS

Der Brauerei-Anlagenbauer Kaspar Schulz schweißt in Produktion und Montage ausschließlich mit dem WIG-Schweißverfahren. Die Schweißstromquelle Invertig.pro digital kommt in der Produktionshalle, der mobile Tiger bei Montage- und Serviceaufgaben vor Ort zum Einsatz. So werden Produktivität und Fertigungsqualität gesichert. Beide Aspekte sind beim Schweißen von Tanks für die Lebensmittelindustrie entscheidend. So fertigt Kaspar Schulz mit den Geräten von Partner Rehm Schweißtechnik hochqualitative Schweißnähte mit repräsentativer Optik.

(© Kaspar Schulz)

BBW Lasertechnik führt Laserstrahlschweißen im Reinraum ein

© BBW Lasertechnik GmbH

Das auf laserbasierte Auftragsfertigung spezialisierte Unternehmen BBW Lasertechnik bietet seinen Industriekunden ab sofort das Laserstrahlschweißen im Reinraum an. Der Reinraum ist nach ISO 14644-1 Reinraumklasse 6 zertifiziert und eignet sich besonders für die Bearbeitung von Schweißbaugruppen mit höchsten Sauberkeitsanforderungen.

Der neue Reinraum ist mit einer 3D-Laserstrahlschweißanlage ausgestattet. Laserstrahlschweißen im Reinraum ist notwendig für Bauteile, die besonders hohe Anforderungen an die Sauberkeit haben und schwer zu reinigen sind. Im Besonderen trifft dies auf die Branchen Optik, Halbleiter- und Medizintechnik zu. Das Anwendungsspektrum selbst ist jedoch vielfältig. Für die Verwirklichung präziser Schweißnähte entwickelt und fertigt BBW Lasertechnik auf Kundenwunsch eigene reinraumtaugliche Spannkonzepte.

Das Unternehmen ergänzt seine Laserstrahlschweißtechnologien im Reinraum durch umfangreiche Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Zum einen dient ein Helium-Lecktest zur Überprüfung der Qualität von Schweißnähten auf Dichtigkeit. Zum anderen werden mikroskopische Untersuchungen für eine metallographische Nahtbewertung unternommen. Darüber hinaus kommen UV-A-Prüfungen und Partikelmessungen zum Einsatz.

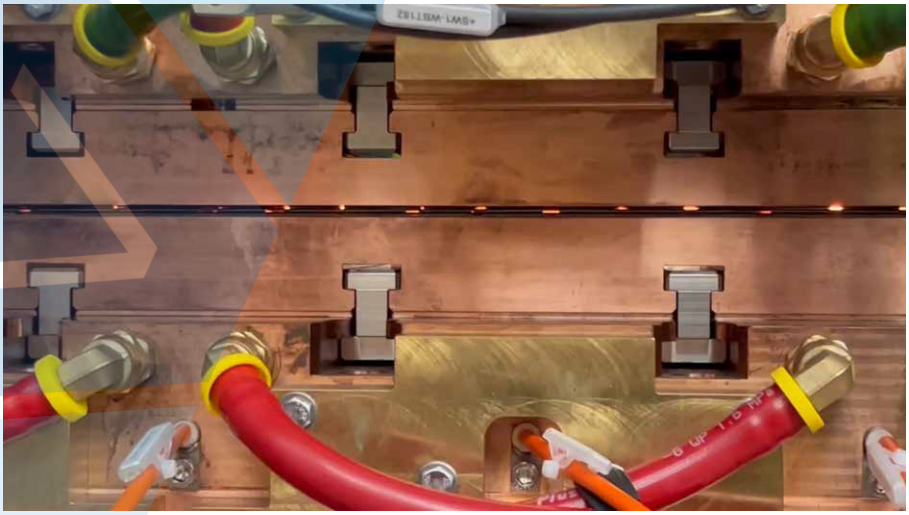
Zugunsten von Effizienz und Wirtschaftlichkeit gibt das Unternehmen die Möglichkeit, Parameterstudien außerhalb des Reinraums an einer baugleichen Anlage durchzuführen. Durch die Programmierung über ein CAM-System kann zudem schnell und flexibel auf spezifische Kundenwünsche eingegangen und dadurch Kosten und Zeit gespart werden.

„Wir beobachten, dass die Anforderungen unserer Kunden in Richtung Sauberkeit kontinuierlich steigen. Vor diesem Hintergrund ist es für uns als führender Dienstleister im Bereich Laserschweißen wichtig, unsere Technologien und unser Knowhow jetzt auch in einem Reinraum anzubieten“, so Andreas Bürger, Geschäftsführer von BBW Lasertechnik.

BBW Lasertechnik GmbH

Sägekettenschwerter schweißen im Eilgang

Husqvarna ist ein Hersteller von Motorgeräten für die Forstwirtschaft sowie die Garten- und Landschaftspflege. Um die Fertigung seiner Führungsschienen bzw. Sägekettenschwerter zu optimieren, entwickelte Dalex eine automatisierte Sonder-Portalschweißanlage in Gleichstrom-Ausführung. Sie verbindet die Einzelteile der Führungsschiene mit 38 Schweißbuckeln in einem Hub in nur 3,5 s. Sie spielen eine entscheidende Rolle in der Funktionalität von Motorsägen und gewährleisten eine präzise Führung der Sägekette bei minimaler Reibung. Damit sind sie das entscheidende Bindeglied, um die Leistung des Motors über die Kette effizient ins Holz zu bringen. Die Treibglieder der Kette laufen über die umlaufende Nut der Schiene. Wie manche vermuten könnten, wird die Nut jedoch nicht in die Schiene gefräst, sondern sie entsteht, indem zwei Außenbleche mit einem mittleren kleineren Blech verschweißt werden.



38 Buckel in einem Hub (© Dalex)

„Die Aufgabe war, die dreilagigen Führungsschienen mit Nennlängen zwischen 10 und 24″ mittels Buckelschweißen automatisiert zu verbinden. Zum einen waren kurze Taktzeiten gefordert, um eine hohe Produktivität zu gewährleisten. Und zum andern muss bei einer so entscheidenden Komponente selbstverständlich die Qualität der Schweißverbindung auf höchstem Niveau sein, damit die drei Blechlagen fest und sicher zusammengefügt sind“, beschreibt Christoph Desch, Vertriebsleiter bei der Dalex Automation & Welding GmbH, die Anforderungen. „Damit die Anlagen solche Bestleistungen bringen können, müssen sie exakt auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt werden. Deswegen haben unsere Experten vom technischen Vertrieb das Projekt bei Husqvarna von Anfang engmaschig betreut und beraten. In engem Dialog mit Husqvarna

haben wir so eine maßgeschneiderte Lösung entwickelt." Entstanden ist eine automatisierte, sehr große Sonder-Portalschweißanlage in Gleichstrom-Ausführung, die in Zusammenarbeit mit einem schwedischen Sondermaschinenbauer in den Workflow bei Husqvarna integriert wurde.

Die automatisierte Buckelschweißanlage wurde mit dem von Dalex entwickelten elektropneumatischen Antrieb über Balgzylinder mit einer maximalen Kraft von 250 kN bei 6 bar konzipiert. Ein bauseitiger Handling-Roboter legt die gestapelten Führungsschienen in das für die unterschiedlichen Längen entsprechende Werkzeug in der Schweißanlage ein. „Die große Gleichstromschweißmaschine ist für hohe Leistungen mit sehr langer Einschaltdauer ausgelegt. Sie schweißt die 38 Buckel, um die drei Bleche zu einer dreilagigen Führungsschiene zu verbinden, in einem Hub – und das in nur 3,5 s inklusive Hoch- und Runterfahrens der Werkzeuge. Der gesamte automatisierte Vorgang mit Zuführung der Einzelteile ist in etwa 5 s abgeschlossen", zeigt sich Desch begeistert. Nach der Schweißung werden die fertigen Bauteile von einem Roboter entnommen und zur Stabilisierung in einem Härteofen thermisch nachbehandelt.

Um eine gleichbleibend hohe Qualität der Schweißverbindung zu ermöglichen, verwendet Dalex den selbst entwickelten elektropneumatischen Schweißantrieb (EPS). Dazu Desch: „Ein guter Indikator für die Schweißqualität beim Widerstandsschweißen ist das Kraftniveau während des Stromverlaufs. Je gleichmäßiger die Kraft während der Schweißung einwirkt, umso besser verbinden sich die Teile. Dank des hervorragenden Nachsetzverhaltens ist mit unserem EPS-Antrieb eine nahezu konstante und effektive Schweißkraft über die gesamte Schweißung hinweg realisierbar. Zudem lassen sich die Schweißelektroden präzise verstellen sowie sanft und schlagfrei auf das Werkstück aufsetzen. Diese schnellen und dynamischen Eigenschaften gewährleisten eine ausgezeichnete Schweißqualität." Zusätzlich punktet der EPS mit einem niedrigen Energiebedarf, geringer Geräuschentwicklung und reduziertem Verschleiß.

Um von Anfang an Fehler auszuschließen, optimale Prozessparameter zu ermitteln und die Übertragbarkeit in die Produktion zu sichern, führte Dalex im hauseigenen Technologie-Center schon im Vorfeld Testschweißungen unter realistischen Bedingungen durch.

Mit spezieller Messtechnik analysiert Dalex die Anlagen und Schweißprozesse. So lassen sich Störungen insbesondere bei voll- und teilautomatisierten Prozessen schnell und einfach identifizieren und beheben.

Dalex Automation & Welding GmbH

Inverter-Schweißtechnik nach EU-Norm

Tausende konventionelle MIG/MAG-Schweißanlagen leisten bis heute in den Werkstätten und Produktionsbetrieben innerhalb der EU wertvolle Arbeit. Aber die Zeit der stufenregulierten Trafo-Arbeitspferde geht zu Ende. Denn seit Jahresbeginn untersagt die Öko-Design-Richtlinie mit der EU-Verordnung 2009/125/EC endgültig den Herstellern von Schweißgeräten das „in den Verkehr bringen" dieser Technik. Die Zukunft des MIG/MAG-Schweißens gehört nun endgültig der Elektronik, ja, der smarten Invertertechnik, sagt GYS-Inhaber Bruno Bouygues.

1964 gründete Monsieur Guy Yves Stefanie eine kleine Transformatoren-Manufaktur im westfranzösischen Laval. Heute ist GYS nicht nur der letzte in Frankreich ansässige Schweißstromquellen-Hersteller. Mit täglich über 2000 überwiegend inverterbasierten produzierten Geräten und Maschinen sieht sich der international aufgestellte Hersteller als Technologiezentrum und europäischer Marktführer in dieser Disziplin. Zehn MIG-Inverter-Schweißmaschinen-Baureihen mit entsprechender Modellvielfalt für einen Schweißstrombereich von 20 bis 500 A produziert das Familienunternehmen. 90 Ingenieure, also etwa 10 % der Gesamtbelegschaft, beschäftigt GYS allein in Forschung und Produktentwicklung.

In der modernen Fügetechnik ist die Digitalisierung längst angekommen. Präzise einstellbare und vor allem jederzeit reproduzierbare Schweißparameter sind bekanntlich unabdingbare Voraussetzungen für Prozess- und Normerfüllung. Andere eindeutige Anwendervorteile, wie intuitive Bedienführung trotz universeller Einsatzbarkeit, eine Vielzahl von leicht abrufbaren, herstellerseitig oder individuell kreierten Jobs müssen machbar sein. Gleiches gilt für die Verfügbarkeit vieler Varianten der Impuls-Lichtbögen. Das leisten vor allem Inverter-Schweißmaschinen. Es ist somit nicht allein die Öko-Design-Richtlinie, die stromsparende und damit umweltfreundliche Technologie einfordert und von den Maschinenbauern entsprechende innovative Lösungen erwartet.

Das Beispiel GYS lässt erkennen, wie komplex der Weg für jeden Hersteller traditioneller Schweißmaschinen bis zum aktuellen Stand der Technik war. Der französische Fabrikant wählte frühzeitig nahezu völlige Produktionstiefe für seine A-Z-Sortimentsabdeckung. Aber ohne das so wichtige eigene Software-Engineering und die hausinterne Halbleitertechnik wäre die zügige Umsetzung, so sagt CEO Bruno Bouygues, nicht möglich gewesen.

GYS GmbH

Inhouse-Platinenbestückungslinie GYS, Laval, Frankreich (© GYS GmbH)

Von Laser Components beschichtete Optiken bestehen Dauerstresstests

Laser Components-Optiken wurden von einem namhaften Hersteller für Laserstrahlschneidprozesse einem intensiven Stresstest bei einer Laserleistung von 40 kW unterzogen. Konkret bewiesen Asphären mit Antireflexbeschichtung (kurz: AR Asphären) beim Test mit einem Dauerstrichlaser ihre Funktionalität in verschiedenen Konfigurationen. Der Stresstest wurde anberaumt, weil der Hersteller eine Umstellung auf die doppelte Laserleistung (von 20 kW auf 40 kW) anstrebt. Daher stellte sich die Frage, ob die speziell für das Laserstrahlschneiden optimierten Asphären mit Antireflexbeschichtung des Unternehmens der gesteigerten Leistungsdichte standhalten würden.

Laser Components blickte der Prüfung mit Zuversicht entgegen, weil eine zuvor durchgeführte LiDT-Messung – eine Messung bei der die Laserleistung kontinuierlich bis zur Zerstörung der Optik (irreversible Veränderung der Materialstruktur) erhöht wird – ergeben hatte, dass die entspiegelten Asphären sogar eine Leistungsdichte von mindestens 38 MW/cm² aushalten. Die maximale Zerstörungsschwelle konnte bei dieser Messung nicht bestimmt werden, da dem beauftragten Testhaus kein Laser zur Verfügung stand, der Leistungsdichten von mehr als der besagten 38 MW/cm² erzeugen konnte.

© Laser Components Germany GmbH

Überträgt man die Leistungsdichte aus dem LiDT-Testhaus auf den 40-kW-Schneidlaser, so ergibt sich, dass man den Strahl des Schneidlasers auf einen Durchmesser von industriell unrealistischen 366 µm kollimieren müsste, damit die neue Leistungsdichte (>38 MW/cm²) eine irreversible Veränderung der Materialstruktur von Asphäre und deren Beschichtung verursachen könnte.

Laser Components Germany GmbH

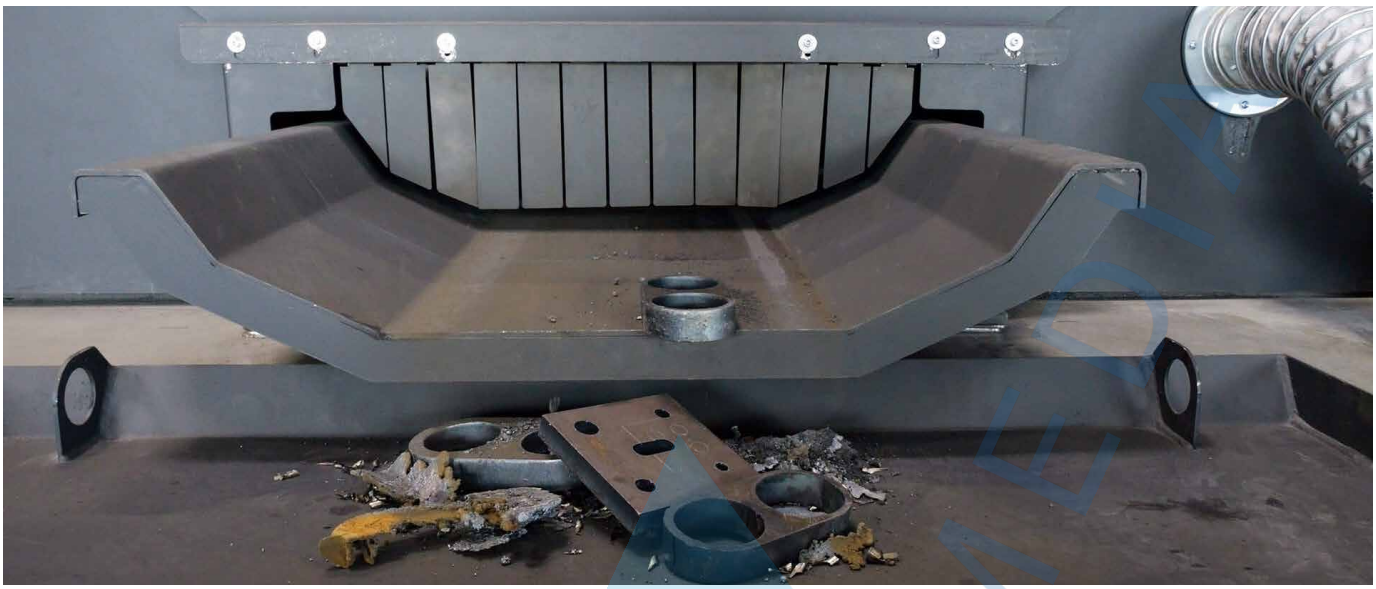
Mehr Zeit für den Zuschnitt

Der Zuschnitt ist in den meisten metallverarbeitenden Produktionen das erste Glied der Kette. Deswegen ist bei Schneidanlagen neben der dauerhaften Präzision auch die zuverlässige Einsatzfähigkeit ein entscheidendes Kriterium. Es liegt in der Physik des Schneidens, dass bei viel Schneidarbeit auch Schlacke und Kleinteile in den Brennschneidtisch hineinfallen. So muss der Tisch regelmäßig gereinigt werden. Ein Prozess, der viel manuelle Arbeit und je nach Einsatzstunden der Schneidanlage auch viel Zeit erfordert. Um hier den Aufwand für die Mitarbeiter und die Stillstandzeiten der Anlagen für Tischreinigung auf ein Minimum zu reduzieren, bietet MicroStep eine neue hauseigene Lösung an: Der Anbieter von CNC-Schneidtechnologie hat ein eigenständiges Schwingfördertischsystem entwickelt, das passgenau auf seine Anlagen zugeschnitten ist sowie im Endergebnis automatisiert den Austrag von Kleinteilen und Schlacke ermöglicht.

„Die Reinigung des Tisches nimmt einen immer höheren Stellenwert ein. Abhängig von der Tischgröße und den Schneidstunden, in denen die Anlage Bleche bearbeitet, vermindert der Reinigungsaufwand die Produktivität deutlich. Bei einem 6 m langen Tisch sind nicht selten zwei Mitarbeiter einige Stunden je Reinigungszyklus beschäftigt“, betont Armin Gudd, Serviceleiter bei MicroStep Europa. Vielschneider reinigen dabei rund einmal monatlich, bei kleineren Betrieben sind auch hier drei oder vier Reinigungen jährlich notwendig, um weiter produktiv arbeiten zu können und zu vermeiden, dass die Absaugleistung der angeschlossenen Filteranlage unter den akzeptablen Wert rutscht. Auch das Handling, kleine hineingefallene Schneidteile wieder aus dem Tisch zu holen, wird durch zu viel Schlacke und Altteile erschwert. „Über das Jahr gesehen müssen Schneidanlagenbetreiber einige Arbeitstage einplanen, um diese Wartung durchzuführen. In Zeiten von fehlenden Fachkräften ein Aufwand, den es zu reduzieren und bestmöglich zu vermeiden gilt“, sagt Gudd.

Optimierte Lösung für CNC-Anlagen zum Plasmaschneiden, Autogenschneiden und Bohren

Deshalb setzen Betriebe vermehrt auf die Integration eines Schwingfördertischs, auch Vibrationstisch oder Rütteltisch genannt. Das hauseigene System ist bereits bei mehreren Kunden erfolgreich im Einsatz. „Wir arbeiten kontinuierlich daran, mit unseren Lösungen Anwendern immer flexiblere und hochproduktive Systeme an die Hand zu geben, mit denen sie kontinuierlich präzise ihre Aufgaben erfüllen können.



Der Vibrationstisch fördert während des Schneidbetriebs die entstehenden Mengen an geschmolzenem Material, an Schlacke und auch an ausgeschnittenen Teilen zum Tischende in ein dafür vorgesehenes Auffangbehältnis. (© MicroStep Europa GmbH)

Um auch hier noch effizienter über das ganze Jahr arbeiten zu können, haben wir mit dem ‚MicroStep VibrationTable' eine eigenständige Lösung entwickelt, die ideal auf unsere CNC-Anlagen zum Plasmaschneiden, Autogenschneiden und Bohren angepasst wurde", erklärt Dr.-Ing. Alexander Varga, Entwicklungsleiter und Mitgründer der MicroStep Gruppe.

Der Vibrationstisch fördert während des Schneidbetriebs die entstehenden Mengen an geschmolzenem Material, an Schlacke und auch an ausgeschnittenen Teilen zum Tischende in ein dafür vorgesehenes Auffangbehältnis. Dabei fallen die Kleinteile und Schrottstücke durch die Lamellen auf Schwingrinnen, die im unteren Teil des Tisches installiert sind. Bei der Konstruktion wurde berücksichtigt, dass herabfallende Kleinteile nicht von Schlacke befallen werden können. Innerhalb der Schwingrinnen bewegen sich die Teile aus dem Tisch in den vorgesehenen Behälter. Dieser kann mit Hilfe eines Krans oder einer anderen Hubeinrichtung entleert werden. Das Tischsystem ist modular aufgebaut, im Standard stehen Größen von 3 m × 1,5 m bis 24 m × 5 m zur Auswahl. Die modulare Konstruktion sowie die sektionale Ansteuerung der Absaugzonen über die „iMSNC"-Maschinensteuerung sorgen für maximale Flexibilität bei hoher Absaugleistung und gleichzeitig niedrigem Energieverbrauch.

Passend zur Anwendung kann der Tisch noch weiter individualisiert werden: Denn für das Schwingfördertischsystem sind unterschiedliche Tischauflagen verfügbar, die optimal für das Einsatzgebiet ausgelegt sind. So gibt es Auflagen, die rein für Bohranlagen oder für den Schneidprozess konzipiert sind, wie auch Komponenten, die für eine Mischung aus beiden Prozessen ausgelegt sind.

MicroStep Europa GmbH

Vollautomatische Schweißanlage für Gerüstteile bei Peri

Der Hersteller und Anbieter von Schalungs- und Gerüstsystemen Peri hat im bayrisch-schwäbischen Günzburg das neue „Leitwerk Gerüst“ aufgebaut und die komplette Herstellung für die „Peri UP“-Gerüsttechnik an diesem Standort gebündelt. In dem Werk verrichten nun bereits seit 2016 über 100 Motoman-Roboter von Yaskawa in den verschiedensten Anlagen zuverlässig ihren Dienst. Jüngst kamen noch einmal weitere 18 neue Yaskawa-Roboter in einer vollautomatischen Handling- und Schweißanlage hinzu. Die Anlage fertigt vollautomatisch Horizontalriegel unterschiedlichster Längen, vom Roh- bis zum fertigen Bauteil, inklusive optische Qualitäts- und Nahtkontrolle und abschließende Palettierung zum Weitertransport. Durch die parallele Nutzung von mehreren Schweißstationen kann die Anlage mehr als tausend Riegel pro Schicht fertigen. Die Konzeption der Anlage folgte den Peri-Vorgaben bei optimaler Flächenausnutzung.

Die insgesamt 18 Motoman-Roboter von Yaskawa arbeiten in der neuen vollautomatischen Schweißanlage für Gerüstteile bei Peri „Hand in Hand“. (© Yaskawa)

Insgesamt arbeiten in der neuen Anlage bei Peri 18 Roboter „Hand in Hand“ zusammen: sechs hochpräzise Motoman-Schweißroboter „MH5LS“ mit jeweils 5 kg Tragkraft und weitere zwölf „MH“-Roboter im Taglastbereich bis 180 kg. Letztere übernehmen die vielfältigen Aufgaben bei Zuführung und Handhabung, zwei davon tragen die Kamerasysteme zur automatischen Bauteilkontrolle. Die komplette Anlage wurde von dem Unternehmen geplant und realisiert. Damit steht sie stellvertretend für Schweißanlagen jeder Größe, wie sie Yaskawa bereits seit rund vier Jahrzehnten in Allershausen bei München umsetzt.

Yaskawa Europe GmbH

DVS MEDIA

B. Schambach,
F. Zentner
Loseblattwerk in 10 Ringordnern
7168 Seiten,
Stand: November 2023
Best.-Nr.: 500140
Preis: 583,00 Euro

Qualitätssicherung in der Schweißtechnik | Schmelzschweißen

DIN-DVS-Taschenbücher

Die Erfüllung der Qualitätsanforderungen nach DIN EN ISO 3834 ff. werden in der Praxis durch eine Vielzahl ergänzender Normen und Merkblätter unterstützt die wichtige Komponenten im Hinblick auf die Qualitätssicherung sind. Sie bilden, wie die Normen selbst, das inhaltliche Kernstück des Loseblattwerks „Qualitätssicherung in der Schweißtechnik“.

Die einzelnen Normen und Merkblätter sind eingeteilt in Hauptbereiche, die der Gliederung der Qualitätsmerkmale nach DIN EN ISO 3834 ff. folgen. Diese wurden in dem Loseblattwerk zu übersichtlichen Gruppen zusammengefasst. Erläuterungen, Adresslisten und Verzeichnisse geben zusätzliche Hinweise zum Stand der europäischen Harmonisierung in der Schweißtechnik.

Jährlich erscheinen etwa 3–4 Ergänzungen.

Bezug nur im Abonnement möglich. Der Kauf eines Grundwerkes bewirkt ein Abonnement für mindestens ein Jahr. Der Preis der Ergänzungslieferungen ist abhängig vom Umfang.
Die Auslieferung erfolgt einschließlich der jeweils aktuellsten Lieferung.

DVS Media GmbH · Aachener Straße 172 · 40223 Düsseldorf · T +49 211 1591-162 · F +49 211 1591-150 · vertrieb@dvs-media.info · www.dvs-media.eu

Drei Große bündeln ihre Kräfte für den Mittelstand

Normung, Standardisierung und Technologietransfer – diese zum Teil „uralten“ Innovationen aus Deutschland sind heute von fundamentaler Bedeutung für den dringend notwendigen Erfolg des Transformationsprozesses unserer Wirtschaft und damit für einen realen Klimaschutz. Um das aktuelle und zukünftige Innovationsengagement des deutschen Mittelstandes stärker zu fördern, bündeln die AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V., das Deutsche Institut für Normung e. V. (DIN) und die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE) nun ihre Kräfte und Expertise.

(v. l. n. r.) Alexandra Horn, Leiterin KMU und Verbandskooperationen bei DIN, Hermann Behrens, Head of Science and Research Relations bei DIN, Prof. Dr. habil. Michael Bruno Klein, AiF-Hauptgeschäftsführer, Sibylle Gabler, Mitglied der DIN-Geschäftsleitung, Dr. Stefan Heusinger, Leiter VDE/DKE-Innovationen beim VDE, Michael See, Projekt- und Produktmanager KMU bei der DKE, Jan-Frederik Kremer, Geschäftsführer der AiF FTK GmbH. (© AiF)

„Mittelständische Unternehmen machen 99,5 % der deutschen Wirtschaft aus“, erklärt Professor Michael Bruno Klein, Hauptgeschäftsführer der AiF, deren transformatorische Bedeutung. Klein, Jan-Frederik Kremer, Geschäftsführer der AiF Forschung Technik und Kommunikation (FTK) GmbH, Christoph Winterhalter, DIN-Vorstandsvorsitzender, Sibylle Gabler, Mitglied der DIN-Geschäftsleitung, Michael Teigeler, DKE-Geschäftsführer, und Florian Spiteller, Mitglied der DKE-Geschäftsleitung, haben Ende November 2023 eine Absichtserklärung unterzeichnet und damit ihre engere Zusammenarbeit zugunsten des forschenden Mittelstandes bekundet. Gemeinsames Ziel ist es, die Innovationskraft des Industriestandortes Deutschland nachhaltig zu steigern.

„Normen unterstützen den weltweiten Handel und dienen der Sicherheit, Interoperabilität und Funktionalität von Produkten und Anlagen“, hebt Teigeler hervor. In der vom wissenschaftlich-technischen Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) getragenen DKE erarbeiten rund 10.000 technische Experten Normen und Standards, die unter anderem die Sicherheit elektrotechnischer, elektronischer und informationstechnischer Produkte und Anlagen gewährleisten. Als nationale Normungsorganisation und bundesweites Kompetenzzentrum für elektrotechnische Normung vertritt die DKE die Interessen der deutschen Wirtschaft in europäischen und weltweiten Normungsorganisationen.

Das unabhängige DIN leistet heute einen wichtigen Beitrag als Mitgestalter des digitalen und grünen Wandels. Rund 36.500 Experten aus Wirtschaft und Forschung, von Verbraucherseite und der öffentlichen Hand bringen ihr Fachwissen in den Normungsprozess ein, den DIN als privatwirtschaftlich organisierter Projektmanager steuert. „Normen und Standards fördern den Technologietransfer und sind somit ein wichtiger Katalysator für Innovationen weltweit. Sie unterstützen so die nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft“, erklärt Sibylle Gabler, und AiF-Hauptgeschäftsführer Klein ergänzt: „Gleichzeitig ist es unser gemeinsames Bestreben, anwendungsorientierte Forschung im deutschen Mittelstand zu erleichtern.“

Die drei Organisationen planen, insbesondere in den Zukunftsbereichen Circular Economy, Wasserstofftechnologien, Künstliche Intelligenz/IoT, Ressourceneffizienz, Transformation des Energiesystems sowie Foresight (strategische Vorausschau) und anderen Innovationsthemen zu kooperieren. Die Intention dabei ist, die Forschungsergebnisse über den Weg der Normung und Standardisierung neben den bisher in den Forschungsvereinigungen etablierten Prozessen für Wirtschaft und Gesellschaft nutzbar zu machen.

Konkret soll, laut der gemeinsamen Erklärung, der Mehrwert von Standardisierung und Normung als Transferinstrument für Forschungsergebnisse sichtbarer gemacht sowie ein Schulungsprogramm für Transfermanager und Multiplikatoren aus dem Bereich kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) entwickelt werden. Bereits in Umsetzung sind niederschwellige Informations- und Vernetzungsformate über das „AiF InnovatorsNet“, wie zum Beispiel die Reihe „DIN-Spotlight“. Das „AiF-InnovatorsNet“ ist eine Community von Innovatoren für Innovatoren, die Unternehmen, Startups, Forschungseinrichtungen, Institutionen und Personen digital und analog miteinander verbindet. Es hilft seinen Mitgliedern dabei, Netzwerke zu erschließen, ihr Geschäftsmodell weiterzuentwickeln sowie Wachstum und Innovationen voranzutreiben. Gemeinsam mit DIN und DKE werden die Themen „Normung und Standardisierung“ fest in einer Co-Community im „AiF-InnovatorsNet“ verankert. Alle drei Partner sprechen sich ebenfalls für eine Stärkung des Förderprogramms Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) des Bundeswirtschaftsministeriums und für eine Integration von Normung und Standardisierung in Projekten der IGF und des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand aus.

AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.

Fronius holt Gold bei EcoVadis-Rating

EcoVadis führt Nachhaltigkeitsratings durch und zählt hierbei zu den bekanntesten und renommiertesten Agenturen weltweit. Bei der Bewertung 2023 wurde Fronius erstmals mit der Goldmedaille ausgezeichnet und ist damit unter den „Top 5 %“ der nachhaltigsten Unternehmen.

100.000 Betriebe in über 175 Ländern und aus mehr als 200 Branchen hat die internationale Ratingagentur EcoVadis bisher bewertet. Die vier Themenbereiche Umwelt, Arbeits- und Menschenrechte, Ethik sowie nachhaltige Beschaffung werden jährlich genau unter die Lupe genommen.

„Wir leben Nachhaltigkeit, das spürt man jeden Tag in unserem Tun und unserem gemeinsamen Engagement. Jeder Beitrag, auch wenn er noch so klein erscheint, legt einen entscheidenden Grundstein – für kommende Generationen und eine Zukunft, auf die wir stolz sein wollen. Die Auszeichnung von EcoVadis ist einerseits ein großer Schritt in die richtige Richtung und spornt uns andererseits positiv an. Wir wollen noch besser werden, die Reise geht also weiter“, sagt Katrin Helmberger, Leiterin Corporate Sustainability.

Katrin Helmberger, Leiterin Corporate Sustainability (©Fronius Deutschland)

Fronius schafft Gasausstieg an Fertigungsstandorten

Bestes Beispiel der auf Zukunft ausgerichteten Nachhaltigkeitsstrategie: Fronius hat Anfang 2023 den Gasausstieg geschafft und betreibt seither alle Fertigungsstandorte in Österreich ohne fossile Energieträger. Durch die Investitionen in den Gasausstieg kann das Unternehmen im Vergleich zum Vorjahr allein an den Standorten Sattledt, Thalheim, Pettenbach und Steinhaus mehr als 2,9 GWh Erdgas einsparen. Das entspricht dem Gasverbrauch von etwa 73 Einfamilienhäusern oder 773 t CO_2-Äquivalent. Außerdem erreichen die auf den Dächern installierten Photovoltaik-Anlagen derzeit bereits eine Eigenleistung von 4 MWp, der zugekaufte Strom ist 100 % zertifizierter Ökostrom.

Fronius Deutschland GmbH

Fronius holt Gold beim EcoVadis-Rating. (©Fronius Deutschland)

Ein Jahr „Deutsches Strategieforum für Standardisierung“

Am 12.12.2023 hat das nationale Strategieforum für Standardisierung unter Vorsitz der Parlamentarischen Staatsekretärin Dr. Franziska Brantner im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz erste Ergebnisse vorgelegt. Das vom BMWK einberufene Gremium führender Personen aus Unternehmen, Verbänden, Wissenschaft, Normungsorganisationen, Verwaltung und Gesellschaft berät die Bundesregierung seit Anfang 2023 zur Stärkung der Rolle Deutschlands in der internationalen Normung. Das Forum hat sich neben den zentralen Themen Wasserstoff, Circular Economy, KI, Daten und Quantentechnologien sowie Gleichstrom auch der Gewinnung dringend benötigter Experten angenommen und erste Empfehlungen erarbeitet.

Internationale Normen und Standards sind entscheidende Faktoren der digitalen und nachhaltigen Transformation. Sie machen politische Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft oder die Energieeffizienz für Unternehmen umsetzbar und sorgen für eine möglichst weltweite Interoperabilität technischer und digitaler Lösungen. Damit sind sie auch ein bedeutendes Instrument einer erfolgreichen Standort- und Wettbewerbspolitik: Wer internationale Normen prägt, verschafft hiesigen Unternehmen einen klaren Wettbewerbsvorteil auf globalen Märkten. Deutschland gehört bei der Leitung technischer Normungsgremien auf internationaler Ebene zu den führenden Nationen.

Brantner: „Das Strategieforum legt einen klaren Fokus auf die europäische und

internationale Ebene: Hier müssen wir in manchen Themenfeldern, wie z. B. Daten oder Wasserstoff deutlich stärker werden. Wir müssen aber auch bereits bestehende internationale Normen bei ISO, IEC, ITU und anderen zeitnah auf eine mögliche Übernahme prüfen, um insbesondere die digitale Transformation unserer Wirtschaft zügig umzusetzen, wie in der KI-Normung, um so wichtige Anwendungen schneller in den Markt zu bringen. Auch ein horizontaler Digitaler Produktpass beschleunigt die Transformation der Wirtschaft und schafft einen entscheidenden Vorteil für den Standort Deutschland, das haben die Arbeiten gezeigt. Damit werden wichtige Produktinformationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette digital abrufbar. Unser Forum bringt alle Gruppen von Stakeholdern an einen Tisch, um bei den Zukunftstechnologien eine starke Verzahnung von Akteuren etwa aus der Normung und Regulierung zu erreichen. Beim Wasserstoff setzen wir deshalb auf eine Koordinationsplattform in Deutschland, um unsere Ressourcen und Aktivitäten auch im EU-Verbund zu bündeln und strategisch auf die internationale Normung auszurichten."

Weiterer Schwerpunkt des Forums für die effiziente Nutzung erneuerbarer Energien und das Gelingen der Energiewende ist das strategische Thema Gleichstrom: Hier sollen jetzt zügig Bedürfnisse für eine Normung, aber auch eine Regulierung identifiziert werden, um international eine führende Rolle einnehmen zu können. Die finanzielle Unterstützung der Mitarbeit an der Normung und die Nachwuchsförderung sind ebenfalls wichtige horizontale Themen im Gremium, um den Einfluss deutscher Experten europäisch und international abzusichern. Zugleich erleichtert die finanzielle Unterstützung neuen wichtigen interessierten Kreisen, etwa aus der Wissenschaft oder von Start-ups, die Mitarbeit an der Normung. Das nationale Strategieforum arbeitet darüber hinaus eng mit dem europäischen Pendant, dem „High-Level Forum on European Standardisation", zusammen, in dem Brantner Deutschland vertritt. Das nach einer Ausschreibung zusammengesetzte „Deutsche Strategieforum für Standardisierung" besteht aus 42 Mitgliedern.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Nachhaltigere Löttechnik sorgt für Ressourcenschonung und Transparenz entlang der Lieferkette

Die Stannol GmbH & Co. KG ist eine von vier Preisträgerinnen des diesjährigen „Effizienzpreises NRW". Die Auszeichnung wurde im NRW-Umweltministerium in Düsseldorf durch den nordrhein-westfälischen Umweltminister Oliver Krischer verliehen. Mit „greenconnect" hat das Unternehmen eine nachhaltigere Produktlinie für Löttechnik auf den Markt gebracht und stellt damit die Ressourcenschonung in den Mittelpunkt. Durch sein Bestreben, gute Umwelt- und Arbeitsbedingungen entlang der Lieferkette zu etablieren, trägt das Unternehmen auch mit seinen zusätzlichen innerbetrieblichen Maßnahmen zu einer nachhaltigeren Transformation in der Zinnindustrie bei.

Der renommierte „Effizienzpreis NRW" wurde 2023 zum zehnten Mal von der Effizienz-Agentur NRW verliehen, die im Auftrag des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums tätig ist. Der Preis würdigt innovative Produkte und Dienstleistungen von kleinen und mittleren Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen, die einen Beitrag zur Transformation der Wirtschaft hin zu einer Circular Economy leisten – beispielsweise durch zirkuläre Produkte und Dienstleistungen, die umweltgerechte Herstellung von Produkten und reduzierte Umwelteinflüsse. Der Preis ist mit insgesamt 20.000 Euro dotiert.

Für Produkte der Löttechnik wird vor allem der Rohstoff Zinn benötigt, der für die deutsche Industrie von großer Bedeutung ist. In den Abbaugebieten herrschen oft problematische Arbeits- und Lebensbedingungen, und die Umwelt wird stark beeinträchtigt. Diesem Problem hat sich Stannol angenommen und die nachhaltigere Produktlinie „greenconnect" auf den Markt gebracht. Im Rahmen der Produktreihe werden Lotbarren, Lötdraht, Lotpaste und Flussmittel auf Basis von fairem bzw. recyceltem Ausgangsmaterial oder nachwachsenden Rohstoffen hergestellt, angeboten und verkauft. Die „greenconnect"-Serie wurde 2019 in den Markt eingeführt und übernimmt seither eine Vorbildfunktion.

Innovativ ist auch die Verfolgung der Lieferkette durch den Einsatz von Blockchain-Technologie. Stannol legt bereits seit 2020 die Lieferkette seines verwendeten Zinns offen.

Hoher Innovationsgrad überzeugt „Effizienzpreis"-Jury

„Steigende Absatzzahlen, die das Unternehmen Stannol in allen Produktbereichen zu verzeichnen hat, zeigen, dass sich das Bewusstsein und die Akzeptanz für ressourcenschonende und nachhaltige Lösungen innerhalb der Branche erhöht hat. Durch die Produktpalette ‚greenconnect' hat das Unternehmen für diese Schwerpunkte sensibilisiert und deutlich gemacht, dass im Vergleich zu den herkömmlichen Varianten kein Qualitätsunterschied besteht. Deshalb gewinnt Stannol auch mit Blick auf die anderen innerbetrieblichen Maßnahmen zur Nachhaltigkeit den Sonderpreis des ‚Effizienzpreises NRW' 2023 in der Kategorie Gesamtkonzept", erklärt der Juryvorsitzende Philipp Salm, Leiter Förderberatung Rheinland der NRW.Bank.

Effizienz-Agentur NRW

Stannol-Geschäftsführer Marco Dörr und Susanne Schlüter, Assistance CEO, setzen mit dem Gesamtkonzept ein Zeichen für mehr Nachhaltigkeit und treiben das Umdenken in der Branche voran. (© EFA)

Die „Ble.ch“ 2024 bietet eine Plattform für die neuesten Entwicklungen und Technologien in der Metallbearbeitung. (© Bernexpo)

„Ble.ch“ 2024 in Bern: Schweizer Branchentreffpunkt für Blech-, Metall- und Stahlbearbeitung

Vom 13. bis 15. März 2024 findet auf dem Bernexpo-Areal in Bern wieder die Messe „Ble.ch“ statt. Als führende Fachmesse für die Blech-, Metall- und Stahlbearbeitung in der Schweiz bietet sie Herstellern, Anbietern und Fachbesuchern eine Plattform, um die neuesten Entwicklungen und Technologien in der Branche zu präsentieren und zu erkunden.

Mit rund 100 Ausstellern und voraussichtlich etwa 5.000 Besuchern hat sich die „Ble.ch“ als eigenständige Messe bewährt und avanciert zur zentralen Schweizer Plattform für Unternehmen, die in der Metallverarbeitungsindustrie tätig sind. Sie wird auch künftig alle zwei Jahre – jeweils im Frühling der geraden Jahre – in Bern stattfinden.

Die Veranstaltung im Jahr 2024 wird einen Schwerpunkt auf das Themengebiet Stanzen, Biegen und Abkanten mit Folgebearbeitung aus dem Werkzeugbau legen. Zudem werden erweiterte Networking-Möglichkeiten geboten, um Diskussionen über Produktionsprozesse und relevante Querschnittsthemen zu fördern.

Themenparks zu technologieunabhängigen Themen

Die Themenparks legen den Fokus auf technologieunabhängige Themen. Das Ziel ist es, den Besuchern Denkanstöße und Raum für das Abgleichen mit der eigenen Unternehmung mit auf den Weg zu geben. Dies geschieht in Form von Exponaten, kompetentem Personal und Fachreferaten im Forum. Die Themen reichen von Sicherheit am Arbeitsplatz über Nachhaltigkeit und Umweltschutz sowie Innovation bis hin zu Fachkräftemangel.

Über 50 namhafte Unternehmen haben bereits ihre Teilnahme an der „Ble.ch“ 2024 zugesagt – Firmen, die sich mit der Fertigung von Blech beschäftigen, mit vor- oder nachgelagerten Prozessen, mit maschineller Bearbeitung oder Oberflächenbehandlung, mit Verbindungstechnik oder Montage, mit Engineering oder Handel.

Vielseitiges Vortragsprogramm

Im Rahmen des begleitenden Vortragsprogramms werden spannende Einblicke von namhaften Referenten erwartet: Prof. Benedikt Hell von der Fachhochschule Nordwestschweiz beleuchtet den sich wandelnden Arbeitsmarkt und zeigt, wie Unternehmen im heutigen Arbeitnehmermarkt erfolgreich agieren können. Christian Leinenbach, Leiter der Gruppe „Advanced Processing & additive manufacturing of metals“ an der Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), präsentiert innovative Verfahren in der Stahlproduktion und erläutert die wegweisenden Umwelttechnologien der Zukunft. Dr. Roland Krischek von der Suva (Schweizer Unfallversicherungsanstalt) sensibilisiert für den zunehmenden Einsatz handgehaltener Laserstrahlschweiß- und Laserstrahlreinigungsgeräte und zeigt auf, welche Schutzmaßnahmen beim Einsatz dieser innovativen Technologien unerlässlich sind. Alle Details rund um das Vortragsprogramm gibt es online unter https://ble.ch/de/conference_talks.

Kostenfrei auf die Messe

Interessenten haben die Möglichkeit, sich über den Ticketshop der Bernexpo ein kostenfreies Ticket für den Messebesuch zu sichern. Dies ist möglich über den abgebildeten QR-Code bzw. die Internetadresse https://online.bernexpo.ch/webshop/217/tickets unter Eingabe des Ticketcodes 6916667951.

Bernexpo AG

„Urban Steel Rockstars“ 2024 – Festival für die Schweiß- und Stahlbranche

Am 5. und 6. September 2024 wird Berlin zur Bühne einer Veranstaltung, die die Schweiß- und Stahlbranche in ein neues Licht rückt. In der Verti Music Hall werden Fachwissen, Innovation und Entertainment auf einzigartige Weise kombiniert.

Frederic Lanz, Geschäftsführer der Mingle-Makers UG, erklärt den Ansatz: „Wir brechen die Grenzen traditioneller Messen auf und schaffen ein Erlebnis, das Wissensaustausch, Netzwerkbildung und puren Spaß miteinander verbindet.“ Das Festival hebt sich durch ein facettenreiches Programm hervor, das sowohl die Titanen der Branche als auch aufstrebende Innovatoren vereint.

Mit 20 führenden Unternehmen, die als Aussteller fungieren, soll das Festival neue Ideen und Geschäftsbeziehungen stärken. Lanz fügt hinzu: „Die Begeisterung und das Engagement der Branche sind überwältigend. Die Ausstellungsflächen waren in Rekordzeit vergeben, ein echter Beleg für die Stärke und den Zusammenhalt unserer Community.“

Jeder der 3.000 Besucher pro Tag kann sich auf eine Mischung aus profundem Fachwissen, Einblicken in neue Technologien, inspirierenden Rednern und spektakulären Showeinlagen freuen. Die Tickets für das Event werden im „Closed Shop“-Prinzip vergeben, wodurch eine hochkarätige Teilnehmerschaft garantiert ist.

Frederic Lanz (© MingleMakers UG)

Lanz betont abschließend: „Unser Ziel ist es, einen neuen Maßstab für Fachmessen in unserer Branche zu setzen – innovativ, einzigartig und unvergesslich. Wir laden Sie ein, Teil dieser revolutionären Reise zu sein.“

Weitere Informationen gibt es im Internet unter www.urbansteelrockstars.com.

MingleMakers UG

52. Sondertagung

Schweißen im Anlagen- und Behälterbau 2024

München
12.03. bis 15.03.2024

Basis-Info
Dienstag, 12. März 2024
H2-Ready: Anforderungen an die zukünftige Wasserstoff-Infrastruktur

Sondertagung
Mittwoch, 13. März 2024
Regelwerke und Qualitätssicherung
Donnerstag, 14. März 2024
Werkstoffe, Prüfung und Verfahren
Freitag, 15. März 2024
Fertigung und Anwendung

DVS SLV MÜNCHEN
TÜV SÜD Industrie Service
Mitveranstalter:
DVS Bezirksverband München

Veranstaltungsort:
Münchner Künstlerhaus
Lenbachplatz 8, 80333 München

www.sondertagung.de
www.slv-muenchen.de

INTERVIEW ZUM SCHWEISSEN IM ANLAGEN- UND BEHÄLTERBAU MIT PIETRO SABATINO, BASF

„Der ausgebildete Schweißer ist nach wie vor wichtiger Erfolgsfaktor“

Im stetig anspruchsvolleren Bereich des Anlagen- und Behälterbaus steht BASF vor wachsenden Herausforderungen. Im Interview haben wir mit Pietro Sabatino, verantwortlich für Qualitätsüberwachung bei der BASF, darüber gesprochen, wie das Unternehmen auf Qualitäts- und Abwicklungsprobleme reagiert, die durch Generationswechsel und Fachkräftemangel entstehen. Außerdem gibt er tiefere Einblicke zum Ansatz des Unternehmens bei Werkstoffmodifikationen, die Umstellung auf europäische Normen, Schäden an geschweißten Bauteilen sowie innovative Methoden wie KI, AR und Cobots in der Qualitätsüberwachung und Automatisierung.

Im Anlagen- und Behälterbau steigen die Kundenanforderungen immer weiter. In welchen Bereichen spüren Sie das bei BASF besonders?

Was wir beobachten, sind Qualitäts- und Abwicklungsprobleme auch bei etablierten Herstellern. Vermutlich spielt hier der Generationswechsel gepaart mit dem aktuellen Fachkräftemangel eine entscheidende Rolle. Eine Reaktion ist, dass wir unsere Lieferanten bezüglich deren Fähigkeiten sorgfältig auswählen und Spezifikation stärker als bisher auf den jeweiligen Anwendungsfall maßschneidern.

Welche Herausforderungen bringen neue Werkstoffmodifikationen mit sich?

Da wir uns mit unseren Anlagenkomponenten üblicherweise im geregelten Bereich bewegen, unterliegen neue Werkstoffe einer Zulassung. Wir stehen mit Werkstoffentwicklern in Kontakt und begleiten für uns relevante Entwicklungen frühzeitig durch unsere Facheinheit Werkstofftechnik. Eine Ausnahme stellen aus meiner Sicht 3D-gefertigte Bauteile dar. Hier betreten wir Neuland, welches uns zum einen völlig neue Möglichkeiten der Bauteilgestaltung eröffnet und zum anderen im Bereich der Prüfung und Inspektion vor neue Herausforderungen stellt: Mit welcher Art von Ungänzen müssen wir rechnen? Wie können wir diese detektieren? Was sind zulässige Ungänzen? Gelten die gleichen Grenzwerte wie für konventionell geschweißte Bauteile? Um diese Fragen zu beantworten, beteiligen wir uns sowohl an verschiedenen Projekten mit Industriepartnern und Prüfanstalten als auch an Normungsaktivitäten.

Wie hat das EN-Regelwerk für Druckbehälter und Verrohrungen Ihre Arbeit bis heute bereits verändert?

Als weltweit tätiges Unternehmen haben wir das große Potenzial erkannt, dass die Anwendung einer einheitlichen Normengrundlage an allen europäischen Standorten mit sich bringt. Deshalb haben wir bei BASF bereits frühzeitig entschieden, im Bereich Druckgeräte die harmonisierten Europäischen Normen EN 13445 und EN 13480 für die Auslegung und Beschaffung einzusetzen. Auch ein Jahrzehnt später halte ich den Wechsel von nationalen Regelwerken zu Europäischen Normen nach wie vor für die richtige Entscheidung. Wir konnten unsere internen Regelwerke vereinheitlichen und europaweit gleiche Bestellgrundlagen für Druckgeräte etablieren. Darüber hinaus entfiel auch für unsere Lieferanten die Notwendigkeit, Knowhow und Qualifikationen nach mehreren nationalen Regelwerken vorzuhalten. Neben den zahlreichen Vorteilen brachte die Umstellung jedoch auch Herausforderungen für die beteiligten Parteien mit sich. Zunächst einmal bedarf eine solche Umstellung eines initialen Aufwands, um Knowhow in den neuen Regelwerken aufzubauen. Ein nicht zu unterschätzender Punkt ist, dass die oben erwähnten EN-Normen die Philosophie der Druckgeräterichtline fortsetzten und die Verantwortung für ein Druckgerät stärker auf die Hersteller und Besteller bzw. Betreiber verlagern – im Gegensatz zu beispielsweise dem AD-Regelwerk. Das bedeutet beispielsweise, dass Bestellgrundlagen für Halbzeuge nicht vollständig aus dem Regelwerk abgeleitet werden können, sondern individuell vereinbart werden müssen. Auf der anderen Seite bietet dies wiederum auch Möglichkeiten für eine bedarfsgerechte Gestaltung. Leider erleben wir aktuell bei der Wasserstoffnormung die Tendenz, eher nationale als europäische Regelungen schaffen zu wollen, welches die Vorteile der Europäischen Normung der letzten Jahrzehnte für einen freien Markt aufzehren könnte.

Pietro Sabatino, Schweißwesen/Qualitätsüberwachung, BASF, pietro.sabatino@basf.com (© BASF)

Was sind mögliche Ursachen und Abhilfemaßnahmen bei Schäden an geschweißten Bauteilen?

Diese Frage ist artikelfüllend. Die Bandbreite der Fehlerursachen reicht von Werkstoffauswahl über Konstruktion und Fertigung bis zum unsachgemäßen Gebrauch und leider auch Manipulation. So ist in den letzten Jahren beispielsweise vermehrtes Auftreten von Schäden durch mängelhafte Vormaterialen oder Halbzeuge zu beobachten. Ein anschauliches Beispiel für die Tragweite im Rohrleitungsbau ist der Fall von schadhaften Flanschen: Im Rahmen der Rohrleitungsherstellung für ein Investitionsprojekt sind fehlerhafte Flansche festgestellt worden. Bei einer erweiterten Stichprobenprüfung der übrigen Flansche der Lieferung, die mehrere tausend Flansche umfasste, wurden weitere mangelhafte Flansche entdeckt. Erschwerend hinzu kam, dass bereits ein Teil der Flansche verbaut war und die Prüfung der Flansche die Beschaffungskosten um ein Mehrfaches überstiegen hätte. In der Folge wurde ein risikobasiertes Austauschprogramm erarbeitet. Dies führte zu einer erheblichen Projektverzögerung und Mehrkosten für alle Beteiligten.

Stichwort Qualitätsüberwachung: Wie können Sie mithilfe von KI oder AR Remote-Inspektionen durchführen?

Beide Themen sind äußerst interessant. Im Bereich der KI gibt es vielversprechende Entwicklungen, beispielsweise die Überwachung des Schweißprozesses mittels hochauflösender Kameras in Echtzeit. Eine KI-Anwendung soll helfen, Schweißnahtfehler bereits beim Entstehen zu erkennen. Eine zweite Entwicklung, die wir aktuell verfolgen, ist die Sichtprüfung an Rohr-Rohrboden-Verbindungen. Insbesondere bei großen Rohrbündelwärmetauschern ist dies eine sehr ermüdende und fehleranfällige Tätigkeit. Unsere Idee ist, diese Sichtprüfung durch einen KI-Algorithmus zu unterstützen. Hierbei sollen die Rohreinschweißungen mit hochauflösenden Kameras eingescannt werden. Der KI-Algorithmus trifft dann eine Vorauswahl potenziell fehlerhafter Schweißnähte. Diese werden dann gezielt von dem Inspektor überprüft. Im Bereich AR sind wir schon etwas weiter: Wir verwenden 3D-Modelle unser Bau- bzw. Analgenteile, um diese mit dem realen Objekt zu überlagern. Das vereinfacht Endabnahmen erheblich, ist jedoch aktuell aufgrund des hohen Vorbereitungsaufwands nur bei komplexen Bauteilen wirtschaftlich. Was wir bereits seit Jahren einsetzen, sind Remote-Inspektionen mittels Smartphone bzw. Webkamera in Kombination mit einem Webmeeting. Diese Methode kann für einen Teil der Inspektionen sinnvoll eingesetzt werden, erfordert jedoch einen erheblich höheren Vorbereitungsaufwand als der klassische Inspektionsbesuch, der durch Entfall der Reisezeit nur teilweise kompensiert wird. Hinzukommt, dass in vielen Werkstätten die technischen Voraussetzungen nicht optimal sind. Vielerorts haben wir mit mangelnder Netzabdeckung sowie Störungen durch Fertigungseinrichtungen wie Schweißgeräte etc. zu kämpfen. Zusammenfassend sind die AR- und KI-basierten Inspektionsmethoden sowie Remote-Inspektionen nützliche Ergänzungen zu den konventionellen Methoden.

In Zeiten des Fachkräftemangels: Lassen sich anspruchsvolle Schweißarbeiten im Anlagen- und Behälterbau bereits mit Hilfe von Cobots automatisieren? Wo sind ggf. Fallstricke?

Das Potential für Automatisierung im Behälterbau ist aus meiner Sicht aufgrund der individuellen Ausgestaltung von Bauteilen begrenzt. Durch den Einsatz von automatisierten Schweißverfahren lässt sich die Effizienz steigern, jedoch ist nach wie vor der ausgebildete Schweißer ein wichtiger Erfolgsfaktor. Dies gilt insbesondere bei Reparaturschweißungen in Anlagen, wo der Einsatz von automatisierten Verfahren in vielen Fällen nicht möglich ist. Stellt sich die Frage, wie man den Beruf des Schweißers attraktiver gestalten bzw. die körperliche Belastung reduzieren kann. In der BASF werden beispielsweise bei Schweißarbeiten in Zwangsposition Exoskelette zur Entlastung der Schweißer eingesetzt. Bei einem indischen Hersteller habe ich klimatisierte Schweißkabinen an UP-Schweißanlagen gesehen. Der Bediener, ein ausgebildeter Schweißer, beobachtet den Schweißprozess auf einem Monitor in der Kabine und steuert von dort den Schweißprozess.

Vielen Dank für das Gespräch!

„Wir haben das große Potenzial erkannt, dass die Anwendung einer einheitlichen Normengrundlage an allen europäischen Standorten mit sich bringt."

Pietro Sabatino

Überlagerung reale Rohrleitungsführung mit 3D-Modell (Orange Leitungsführung) mittels AR-Brille (© BASF)

KOMMENTAR ZUR 52. SONDERTAGUNG „SCHWEISSEN IM ANLAGEN- UND BEHÄLTERBAU“

Wasserstoff als Treiber im Bereich der Schweiß- und Prüftechnik

Michael Dey

Die Zeiten, in denen in Deutschland die Energieversorgung durch große Kohle-, Kernkraft- und Gaskraftwerke sichergestellt wurde, sind vorbei. Durch die Energiewende, deren Ziel die Schaffung eines vollständig dekarbonisierten Systems ist, ändert sich stetig die Zusammensetzung des deutschen Kraftwerksparks. Kraftwerke mit hohen Treibhausgas-Emissionen werden sukzessiv vom Netz genommen. Der Anteil an erneuerbaren Energien wächst unaufhaltsam.

Im Stromsektor stellen inzwischen Windenergie- und Photovoltaikanlagen den größten Anteil der Stromproduktion dar. Diese einschneidenden Veränderungen stellen natürlich alle am Bau solcher Anlagen Beteiligten vor große Herausforderungen. Bewährte Herstellungsverfahren und Praktiken müssen teilweise neu gedacht bzw. angepasst werden. Die Tatsache, dass die neuen Anlagen nicht nur ihren eigentlichen Zweck (wie z. B. Wärme- oder Stromerzeugung) erfüllen sollen, sondern darüber hinaus auch noch hohe technologische und ökologische Anforderungen an diese gestellt werden, erhöht die Komplexität der auszuführenden Projekte zusätzlich.

Das Schlüsselelement für die Klimawende ist klimafreundlich hergestellter Wasserstoff. Dieser kann die Klimabilanz von Industrie und Verkehr erheblich verbessern. Voraussetzung ist allerdings, dass einige Industriezweige entsprechend umgebaut werden. Insbesondere die Stahl- und Chemieindustrie sind davon betroffen. Auch im Verkehrssektor sind große Anstrengungen erforderlich, damit die Klimawende nicht ins Stocken gerät.

Für eine erfolgreiche Umstellung auf Wasserstoff als klimafreundlichen Energieträger hat die Bundesregierung eine nationale Wasserstoffstrategie, mit dem Ziel, die Marktführerschaft in einem ganz neu entstehenden Markt zu erlangen, auf dem Weg gebracht. Bis zum Jahr 2030 will die Bundesregierung demnach zehn Gigawatt Elektrolysekapazität aufbauen.

Neben der ausreichenden Verfügbarkeit von Wasserstoff ist für die erfolgreiche Umstellung auf diesen Energieträger das Vorhandensein einer geeigneten Infrastruktur, insbesondere für den Transport und die Speicherung des Wasserstoffes, von großer Bedeutung. Bis zum Jahr 2032 soll ein über 11.000 Kilometer langes Wasserstoff-Kernnetz, welches alle großen Wasserstoff-Einspeiser mit allen großen Verbrauchern verbindet, entstehen. Dabei spielt die Ertüchtigung der bestehenden Rohrleitungs- und Speichersysteme ebenfalls eine große Rolle.

Durch die Umsetzung der Klimawende ergeben sich auch neue Anforderungen beim Verarbeiten der Komponenten, die zukünftig in Kontakt mit dem Medium Wasserstoff gelangen. Welche Schädigungsmechanismen durch die Wechselwirkung von Wasserstoff mit den Werkstoffen der verbauten Komponenten können sich ergeben? Auf Basis welcher Normen und Richtlinien kann das ordnungsgemäße Inverkehrbringen der zum Einsatz kommenden Werkstoffe, Komponenten und Systeme erfolgen? Wie können Prüfung und Zertifizierung von wasserstoffführenden Komponenten außerhalb des normierten Bereiches aussehen? Und welche schweißtechnischen Besonderheiten sollten darüber hinaus bei der Herstellung beachtet werden?

Solche und weitere Fragestellungen werden im Rahmen der 52. Sondertagung „Schweißen im Anlagen- und Behälterbau“ unter Fachleuten erörtert.

Die Sondertagung findet vom 12.03.2024 bis 15.03.2024 in München statt. Seit über einem halben Jahrhundert schon dient diese Veranstaltung dazu, interessierten Personen durch Vorträge und Diskussionsrunden zeitgemäße Entwicklungen in der Schweiß-, Werkstoff- und Prüftechnik vorzustellen.

Bei der diesjährigen vorgeschalteten Basis-Info zur Sondertagung am 12.03.2024 wird schwerpunktmäßig über die Anforderungen an die zukünftige Wasserstoff-Infrastruktur berichtet. Der Eröffnungsvortrag der Tagung befasst sich mit den Entwicklungen und Herausforderungen der Energiewende.

Mit diesen ausgewählten Themen ist die Veranstaltung am Puls der Zeit. Die Auswirkungen der Energiewende auf den Anlagen- und Behälterbau werden auf der Tagung praxisbezogen den Teilnehmenden vermittelt.

Auch die 52. Sondertagung wird mit Sicherheit wieder ein fesselndes und aufschlussreiches Erlebnis mit spannenden Vorträgen, geschätzten Diskussionen und ausgezeichneten Networking-Möglichkeiten sein. ■

Dipl.-Ing. Michael Dey
Leiter SLV München, Dey@slv-muenchen.de (© SLV München)

LICHTBOGENSCHWEISSEN VON MISCHVERBINDUNGEN AN DRUCKGERÄTEN

Anforderungen und Empfehlungen

Ulrich Killing

Hinsichtlich der Qualitätsanforderungen von Schweißnähten an Druckgeräten gibt es zahlreiche technische Regelwerke. Hinzu kommen die Anforderungen der Betreiber von Druckgeräten mit oftmals verschärften Qualitätsmerkmalen. Für das Herstellen entsprechender Lichtbogenschweißverbindungen müssen die einzelnen Schweißparameter optimal aufeinander abgestimmt sein.

Bild 1: Heißriss in einem CrNi-Stahl-Schweißgut (© Killing)

Die Qualitätsanforderungen für Schweißnähte an Druckgeräten sind in zahlreichen technischen Regelwerken beschrieben. Für den Bereich der Bundesrepublik Deutschland sind hierbei die Druckgeräterichtlinie DGRL sowie die Herstellvorschriften der AD2000-Merkblätter bzw. der EN-Normen 13445 für unbefeuerte Druckbehälter oder der EN 13480 für metallische, industrielle Rohrleitungen maßgebend. Druckgeräte, die in kerntechnischen Anlagen eingesetzt werden, unterliegen zusätzlich noch dem KTA-Regelwerk. Weltweit spielt das amerikanische ASME-Regelwerk eine dominierende Rolle beim Bau von Druckgeräten. Darüber hinaus haben zahlreiche Betreiber von Druckgeräten eigene Anforderungen, die vielfach gegenüber den oben genannten Regelwerken verschärfte Qualitätsmerkmale beinhalten.

Das Herstellen von Lichtbogenschweißverbindungen mit den in den Regelwerken geforderten Qualitätsmerkmalen gelingt dabei nur, wenn die einzelnen Schweißparameter optimal aufeinander abgestimmt sind. Im Wesentlichen gilt dies für die Schweißnahtvorbereitung, die Auswahl geeigneter Schweißzusatzwerkstoffe, das Heften, das Vorwärmen, die eingestellten Schweißparameter (Wärmeeinbringen), die Schweißfolge und gegebenenfalls eine notwendige Wärmenachbehandlung der Schweißnähte. Dieser Beitrag gibt Empfehlungen für eine optimale Herstellung von Mischverbindungen zwischen unterschiedlichen ferritischen Stählen sowie für die Ausführung von sogenannten „Schwarz-Weiß-Verbindungen" unter Berücksichtigung von Plattierungsschweißungen.

Mischverbindungen zwischen ferritischen Stählen unterschiedlicher Festigkeit

Der Schweißzusatzwerkstoff wird üblicherweise auf den Fügepartner mit den niedrigeren Festigkeitseigenschaften abgestimmt. Je nach Anwendungsfall des Druckgeräts können sowohl warmfeste als auch kaltzähe Schweißzusatzwerkstoffe eingesetzt werden. Stabelektroden für das Lichtbogenhandschweißen (E-Handschweißen) sollten nach Möglichkeit mit basischer Umhüllung verwendet werden, wobei auf niedrige Wasserstoffgehalte im Schweißgut geachtet werden muss.

Die Vorwärmtemperatur wird in Abhängigkeit von der zu verschweißenden Wanddicke und den zum Einsatz kommenden Schweißverfahren auf den aufhärtungsfreudigeren Stahl abgestimmt. Anhaltswerte für die Vorwärmtemperatur können dabei aus DIN EN 1011-2 [1] nach vier Bestimmungsmethoden ermittelt werden. Ein Vergleich der nach dieser Norm ermittelten Vorwärmtemperaturen ist beispielhaft in [2] beschrieben.

Die Festlegungen des AD2000-Regelwerks besagen, dass ab Bauteildicken ›38 mm nach dem Schweißen von unlegierten Stählen eine Wärmenachbehandlung durchzuführen ist. Dies gilt sowohl für Mischverbindungen zwischen ferritischen Baustählen als auch für Verbindungen zwischen ferritischen Baustählen und dem warmfesten Stahl 16Mo3. Die Glühtemperaturen liegen dabei zwischen 550–580 °C.

Mischverbindungen zwischen ferritischen Baustählen und niedriglegierten CrMo-Stählen müssen grundsätzlich nach dem Schweißen

Werkstoffe	P235GH, P265GH, P355GH	15Mo3, 16Mo3	13CrMo4-5	10CrMo9-10, 12CrMo9-10	CrNi-Stahl
			Temperatur der Wärmenachbehandlung		
P235GH, P265GH, P355GH	550–600*	580–600	580–600	Sondermaßnahmen erforderlich	550
15Mo3, 16Mo3	580–600*	550–620*	600–620	620–640	550
13CrMo4-5	580–600	600–620	630–700*	670–700	630
10CrMo9-10, 12CrMo9-10	Sondermaßnahmen erforderlich	620–640	670–700	630–730*	670
CrNi-Stahl	550	550	630	670	Keine Wärmenachbehandlung erforderlich

*Werte aus DIN EN 13480

Tabelle 1: Festlegungen der Glühtemperaturen für Mischverbindungen

einer Wärmenachbehandlung unterzogen werden. Anhaltswerte für praxiserprobte Glühtemperaturen sind **Tabelle 1** zu entnehmen [3].

Mischverbindungen zwischen ferritischen und hochlegierten CrNi-Stählen

Schweißverbindungen zwischen un-/niedriglegierten Stählen und hochlegierten CrNi-Stählen, auch „Schwarz-Weiß-Verbindungen" genannt, werden im Chemieanlagenbau häufig in nicht produktberührten Bereichen eingesetzt. Hierzu zählen Verbindungen von ferritischen Anbauteilen, wie Bühnen, Treppen oder Tragkonstruktionen (zum Beispiel Pratzen, Sättel oder Standzargen), an die drucktragenden Apparatewandungen aus CrNi-Stählen. Im Rohrleitungsbau werden häufig „schwarze Halterungen" mit „weißen Rohren" verbunden. Dagegen kommen produktberührte „Schwarz-Weiß-Verbindungen" eher selten zum Einsatz. Zum Beispiel gibt es in speziellen Spalt- oder Destillationskolonnen Bereiche, in denen die Korrosionsbeständigkeit un-/niedriglegierter Werkstoffe unter den dort existierenden, örtlichen Betriebsbedingungen (Druck, Temperatur, Medienzusammensetzung) ausreichend ist, während oberhalb dieser Bereiche aufgrund höherer Temperaturen und anderer Zusammensetzung des Mediums der Einsatz von CrNi-Stahl erforderlich ist. In diesen Fällen wird aus Kostengründen ein Teil des Apparats aus „schwarzen Werkstoffen" gefertigt. Dagegen kommen plattierte Bauteile, insbesondere schweißplattierte Bauteile, das heißt ferritischer Grundwerkstoff mit aufgeschweißter Deckschicht aus CrNi-Stahl, in Chemieanlagen häufiger zur Anwendung.

Bild 2: Nb-Carbonitride auf einer Heißrissfläche in einem CrNi-Stahl-Schweißgut (© Killing)

Werkstoffkundliche Besonderheiten von „Schwarz-Weiß-Verbindungen"

„Schwarz-Weiß-Verbindungen" verhalten sich bei niedrigen Betriebstemperaturen problemlos [4]. Diese Aussage gilt insbesondere dann, wenn bei der Fertigung die schweißtechnischen Parameter auf die speziellen Belange der Mischverbindung angepasst wurden. So müssen bei der Wärmeführung Kompromisslösungen im Hinblick auf die Höhe der Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur sowie der einzuhaltenden Streckenergie gefunden werden. Für den Fall, dass nach dem Schweißen eine Wärmenachbehandlung erforderlich wird, sind die Parameter Glühtemperatur, Aufheiz-, Halte- und Abkühldauer so aufeinander abzustimmen, dass im ferritischen Werkstoff der gewünschte Spannungsabbau bzw. die notwendige Gefügestruktur erzielt wird, ohne dass die Korrosionseigenschaften des CrNi-Stahls gravierend verschlechtert werden (**Tabelle 1**).

Heißrisse im Schweißgut

Ein mögliches Problem beim Schweißen von „Schwarz-Weiß-Verbindungen" kann das

Auftreten von sogenannten Heißrissen im CrNi-Stahl-Schweißgut sein (**Bild 1**). Diese können beim Verbindungsschweißen, häufiger jedoch beim Schweißplattieren auftreten. Ursache für die Bildung dieser Risse sind niedrig schmelzende Phasen der Elemente Schwefel und Phosphor. Darüber hinaus können Niobcarbonitride als heißrissauslösend eingestuft werden (**Bild 2**).

Dabei ist wichtig zu wissen, dass Heißrisse ausschließlich in primär austenitisch erstarrenden Schweißgütern auftreten können. Ein einfaches Hilfsmittel für die Auswahl geeigneter Schweißzusatzwerkstoffe und Schweißverfahren stellt diesbezüglich das Schäffler-Diagramm dar. Wenn man zusätzlich noch das von Thier [5] optimierte Diagramm, in dem die Grenzlinie zwischen dem Auftreten einer primär austenitischen bzw. primär ferritischen Erstarrung eingearbeitet wurde, verwendet, so liefert dieses Diagramm eindeutige Erkenntnisse zur Heißrissanfälligkeit sowie dem zu erwartenden Ferritgehalt des jeweiligen Schweißguts (**Bild 3**).

Demnach sind alle Schweißgutzusammensetzungen, die unterhalb der mit „eutektischer Rinne“ bezeichneten Linie angesiedelt sind, als heißrisssicher einzustufen. Oberhalb der Linie gelegene Schweißgüter können prinzipiell heißrissig erstarren, vorausgesetzt es sind entsprechend hohe S- und P-Gehalte und Zugspannungen vorhanden. Wenn prinzipiell eine austenitische Erstarrung nicht ausgeschlossen werden kann, sollte auf die Verwendung von Nb-stabilisierten Schweißzusatzwerkstoffen verzichtet werden.

In den **Bildern 4 und 5** ist beispielhaft die Anwendung des Schäffler-Diagramms wiedergegeben. Der Einfachheit halber wird in diesem Beitrag lediglich das Schweißen eines I-Stoßes beschrieben. Weitere Anwendungen des Schäffler-Diagramms können dem Merkblatt DVS 0928 [6] entnommen werden. **Bild 4** verdeutlicht die Auswahl eines Schweißzusatzwerkstoffs für das Verbindungsschweißen von P265GH mit dem CrNi-Stahl 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2). **Bild 5** kann für die Auswahl eines Zusatzwerkstoffs zum Verbinden von P265GH mit dem Duplex-Werkstoff 1.4462 (X2CrNiMoN22-5-3) herangezogen werden.

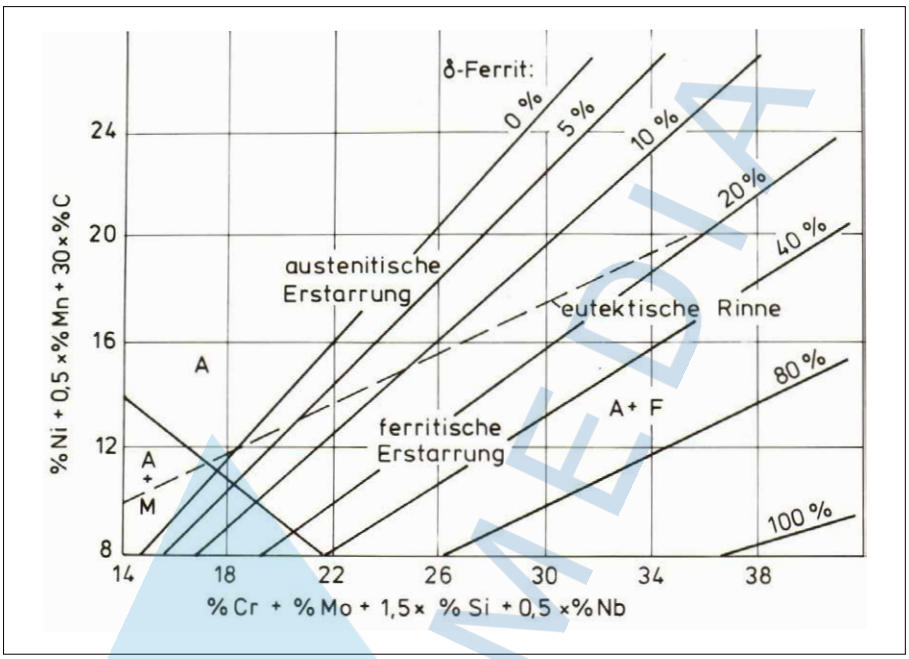


Bild 3: Schäffler-Diagramm mit Grenzlinie der Primärerstarrung (eutektische Rinne) (© Killing)

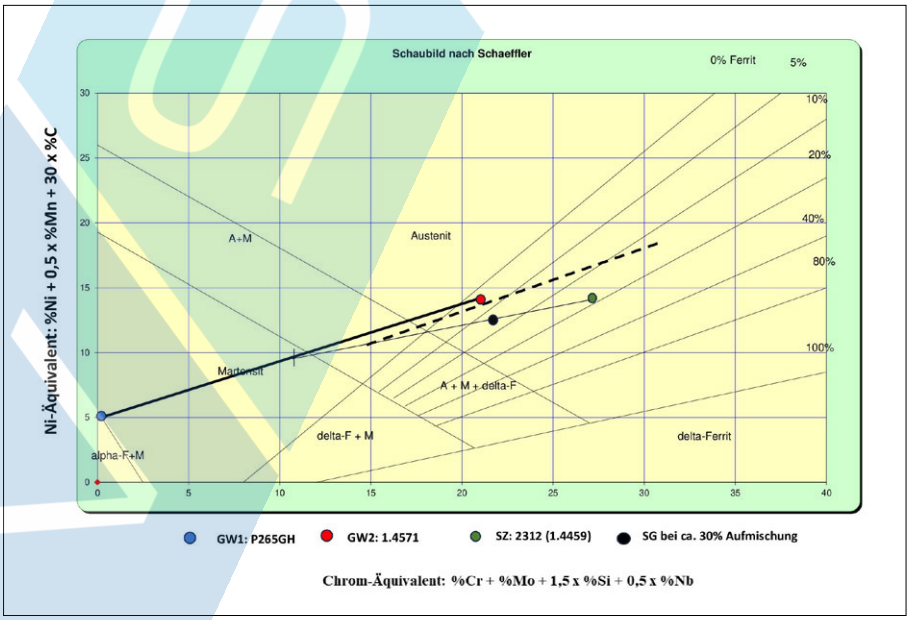


Bild 4: Ermittlung der Schweißgutzusammensetzung für eine Mischverbindung zwischen P265GH und 1.4571 (eutektische Rinne gestrichelt) (© Killing)

Verfahren	mWIG mit SZ	WIG Heißdraht	PPA	MIG/MAG	E-Hand	UP-Draht	UP-Band	RES-Band
Aufmischung in %	20–40	7–20	2–20	25–40	20–35	30–40	10–20	5–12

Tabelle 2: Anhaltswerte für verfahrensabhängige Aufmischungen

Das Arbeiten mit dem Schäffler-Diagramm für einen I-Stoß kann wie folgt beschrieben werden: Zunächst werden die Cr- und Ni-Äquivalente der beiden Grundwerkstoffe entweder aus vorhandenen Werkstoffzeugnissen oder aber aus einer anwendbaren Werkstoffnorm errechnet und in das Diagramm eingetragen. Sodann werden die Punkte mit einer Geraden verbunden.

Bei Annahme einer I-Stoßschweißung ohne Zusatzwerkstoff würde sich eine Schweißgutzusammensetzung einstellen, die zu gleichen Teilen aus den Grundwerkstoffen GW1 und GW2 besteht. Dieser Punkt wird auf der Verbindungslinie zwischen GW1 und GW2 eingetragen. Danach wird das Cr- und Ni-Äquivalent des reinen Schweißguts des ausgewählten Schweißzusatzwerkstoffs errechnet, und die Werte werden ebenfalls in das Schäffler-Diagramm übernommen. Falls keine Daten zum reinen Schweißgut des gewählten Zusatzwerkstoffs vorliegen, kann man auch das Cr- und Ni-Äquivalent des ungeschweißten Zusatzwerkstoffs verwenden. Hiernach verbindet man den Punkt für das reine Schweißgut mit der 50%-Markierung. In Abhängigkeit vom gewählten Schweißverfahren und der daraus resultierenden Aufmischung des Schweißguts mit dem Grundwerkstoff können nunmehr die Cr- und Ni-Äquivalente möglicher Schweißgüter auf der Verbindungslinie abgelesen werden. In den **Bildern 4 und 5** wurde jeweils von einer Lichtbogenhandschweißung und einer Aufmischung von 30% ausgegangen. Anhaltswerte für verfahrensabhängige Aufmischungen können **Tabelle 2** entnommen werden [7, 8, 9]. Die Aufmischung wird zum Beispiel experimentell im Querschliff von Schweißnähten durch Ausmessen der Flächen F1 und F2 (**Bild 6**) bestimmt. Alternativ kann die Aufmischung durch Ermitteln der chemischen Zusammensetzungen der Grundwerkstoffe und des Schweißguts berechnet werden [10].

Bild 4 ist zu entnehmen, dass bei Verwendung einer Stabelektrode des Legierungstyps 1.4459 und Einstellung von Schweißparametern, die eine Aufmischung von etwa 30% gewährleisten, ein Schweißgut entsteht, das primär ferritisch erstarrt und einen Deltaferrit-Anteil von rund 7 bis 8% aufweist. Beide Parameter, Primärerstarrungsart und Ferritgehalt, sind Indikatoren für ein heißrisssicheres Schweißgut.

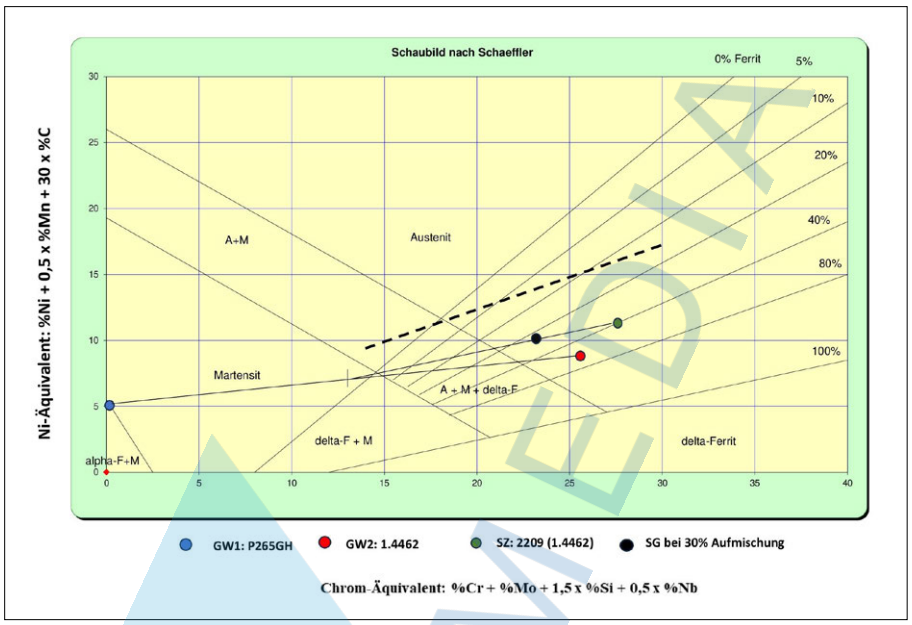


Bild 5: Ermittlung der Schweißgutzusammensetzung für eine Mischverbindung zwischen P265GH und 1.4462 (eutektische Rinne gestrichelt) (© Killing)

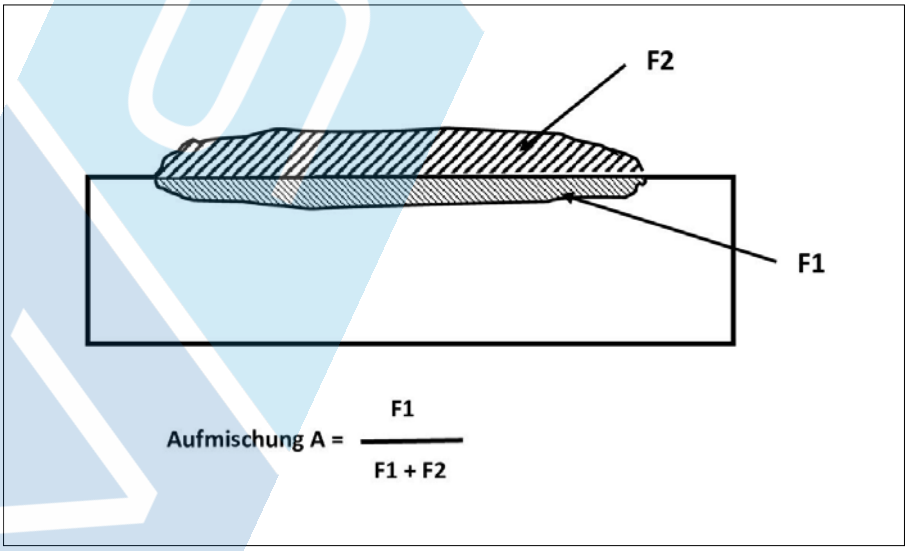


Bild 6: Definition der Aufmischung (© Killing)

Bild 5 verdeutlicht, dass mit einer Stabelektrode, wie sie auch zum Verbindungsschweißen von 1.4462 üblich ist, durchaus auch Verbindungen mit un- oder niedriglegierten Stählen gefertigt werden können. Ferritanteile von rund 20% sind in Duplexstahlnähten durchaus akzeptabel. Eine Erhöhung des Ferritgehalts im Schweißgut ist durch eine optimierte Wärmeführung (zum Beispiel Vorwärmung) erreichbar. Eine Heißrissbildung ist bei dieser Verbindung ausgeschlossen.

Eine Sonderform der „Schwarz-Weiß-Verbindung“ stellt das Auftragschweißen von chemisch beständigen austenitischen Stählen auf un- bzw. niedriglegierte Werkstoffe dar. Für großflächige Schweißplattierungen zum Beispiel von Reaktor- oder Kolonneninnenoberflächen wird vielfach das UP- oder das RES-Bandverfahren eingesetzt. Kleinere Flächen werden durch WIG-Heißdraht- oder MIG/MAG-Schweißen plattiert. Um die erforderliche Lagenzahl möglichst gering zu halten, sollte das einzusetzende Schweißverfahren eine möglichst geringe Aufmischung gewährleisten. Auch für die Auswahl geeigneter Plattierungswerkstoffe kann das Schäffler-Diagramm verwendet werden. In **Bild 7** wird die Eignung

einer austenitischen Bandelektrode des Legierungstyps 23/11 für das UP-Schweißplattieren mit dem Schäffler-Diagramm überprüft.

Bild 7 ist zu entnehmen, dass bei Verwendung einer Bandelektrode des Legierungstyps 23/11 und Einstellung von Schweißparametern, die eine Aufmischung von etwa 10% gewährleisten, ein Schweißgut entsteht, das primär ferritisch erstarrt und einen Deltaferrit-Anteil von rund 7 bis 8% aufweist. Beide Parameter, Primärerstarrungsart und Ferritgehalt, sind Indikatoren für ein heißrisssicheres Plattierungsschweißgut.

Letztlich muss darauf hingewiesen werden, dass das Schäffler-Diagramm lediglich Anhaltswerte für die Auswahl von Schweißverfahren und Schweißzusatzwerkstoffen liefert. Selbstverständlich müssen diese durch das Schweißen von Arbeits- und/oder Verfahrensprüfungen verifiziert werden.

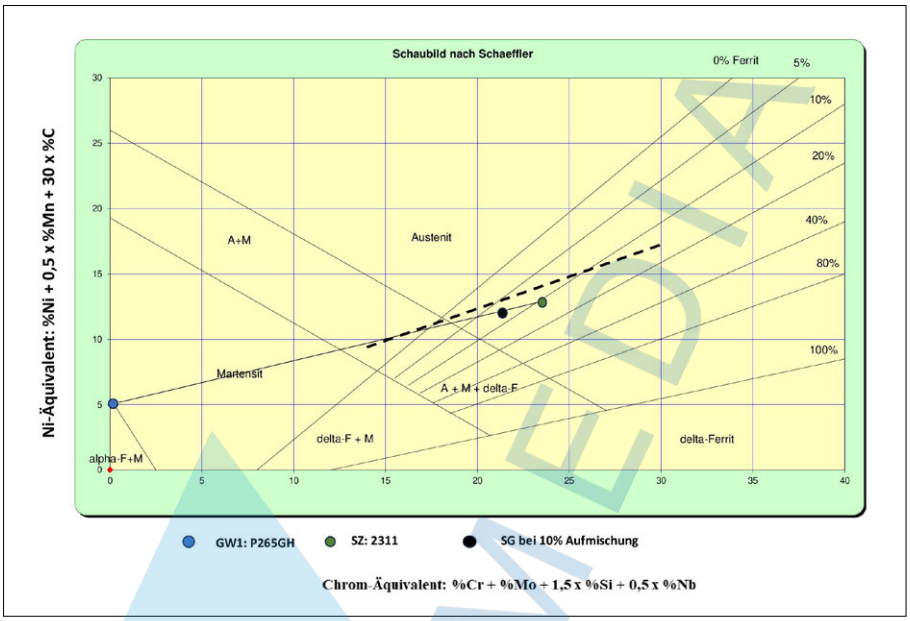


Bild 7: Ermittlung der Plattierungszusammensetzung für eine UP-Schweißplattierung auf dem Grundwerkstoff P265GH (eutektische Rinne gestrichelt) (© Killing)

Martensitische Zone im Bereich der Schmelzlinie

Beim Schmelzschweißen von Schwarz-Weiß-Verbindungen, aber auch beim Plattierungsschweißen bildet sich im Übergangsbereich der ersten Lage unmittelbar an der Schmelzlinie eine Zone mit relativ hoher Härte aus. Abhängig von der chemischen Zusammensetzung des Grundwerkstoffs können in diesem Bereich durchaus Härtewerte ›400 HV gemessen werten. Dieser Gefügebereich wird als martensitische Zone bezeichnet. Daran anschließend findet man im Schweißgut einen austenitischen Bereich ohne Deltaferrit, der ebenfalls bereits während des Schweißprozesses durch die Diffusion des Austenitbildners Kohlenstoff aus dem Grundwerkstoff entstanden ist (**Bild 8**).

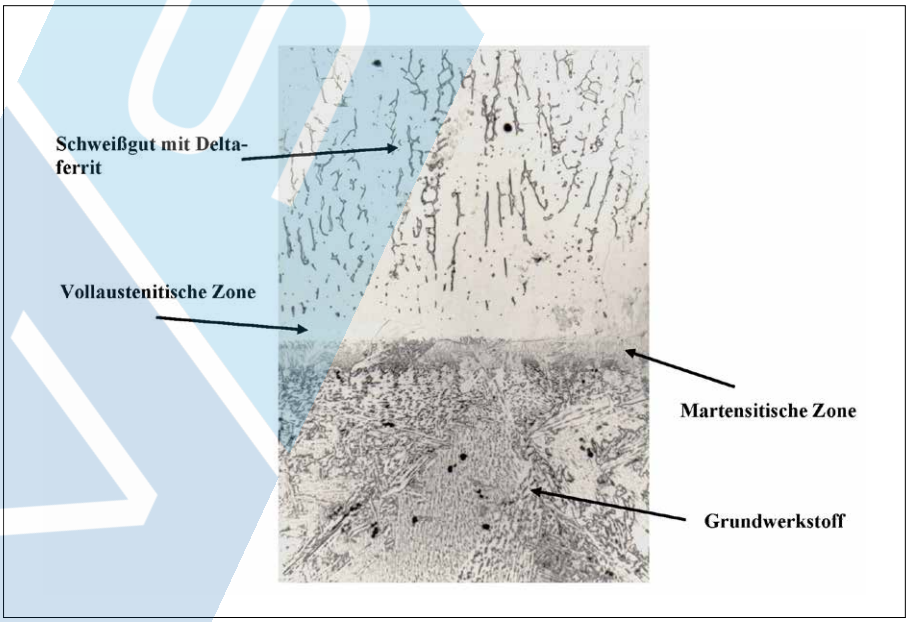


Bild 8: Gefügeausbildung im Bereich der Schmelzlinie einer einlagigen UP-Bandplattierung (© Killing)

Je nach eingesetztem Schweißverfahren und der gewählten Wärmeführung während des Schweißens können diese schmelzlinien-nahen Gefügeanormalitäten durchaus eine Breite von 100 µm erreichen. Allerdings verhält sich das martensitische Gefüge aufgrund des hohen Ni-Gehalts vergleichsweise duktil, sodass bei rein mechanischer Beanspruchung das Auftreten von Rissen in diesem Bereich äußerst unwahrscheinlich ist [4]. Gelangt jedoch atomarer Wasserstoff in dieses Gefüge, können Schädigungen im Martensit auftreten. Beispielsweise sind diesbezügliche Schwarz-Weiß-Verbindungen in H2S- und Ammoniak-Synthese-Anlagen besonders gefährdet.

Diffusion von Kohlenstoff in Schwarz-Weiß-Verbindungen

Die Diffusion von Kohlenstoff erfolgt immer von der niedriger legierten Seite zum hochlegierten Werkstoff. Dieses Phänomen wird auch als „Bergauf-Diffusion“ bezeichnet. Die Kohlenstoffdiffusion beginnt schon während des Schweißens und setzt sich auch während einer etwaigen Wärmenachbehandlung fort. Die Diffusionsvorgänge sind temperaturabhängig. Nennenswerte Diffusionsvorgänge von Kohlenstoffatomen erfordern Temperaturen von mindestens 300–350 °C [4]. Demzufolge sind „Schwarz-Weiß-Verbindungen“, die bei Temperaturen ‹350 °C betrieben werden, nur noch im geringen Maße von der Kohlenstoffdiffusion betroffen. Allerdings sind Diffusionsvorgänge nicht nur temperaturabhängig, vielmehr muss

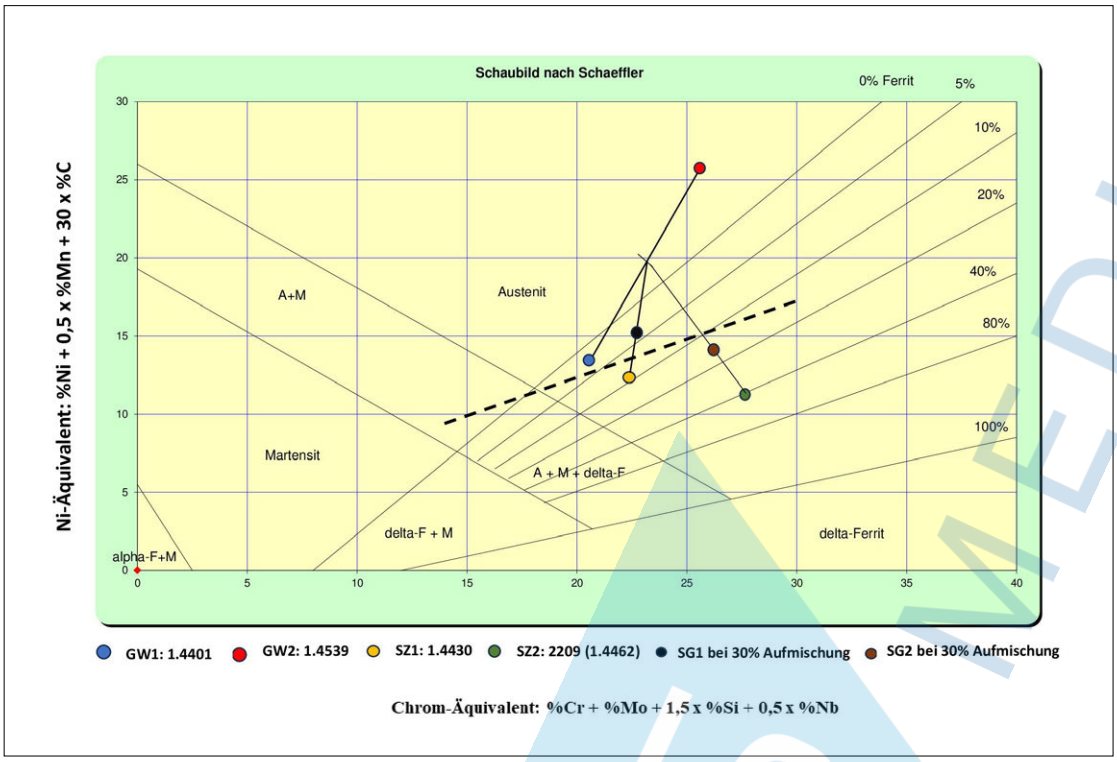


Bild 9: Ermittlung der Schweißgutzusammensetzungen für eine Mischverbindung zwischen 1.4401 und 1.4539 (eutektische Rinne gestrichelt) (© Killing)

auch die Betriebsdauer berücksichtigt werden. Soll heißen, dass eine „Schwarz-Weiß-Verbindung, die beispielsweise 30 oder 40 Jahre bei 250 °C betrieben wurde, durchaus Gefügeveränderungen durch diese Diffusion aufweisen kann. Als Folge der Kohlenstoffdiffusion entsteht eine entkohlte Zone im niedriglegierten Werkstoff, was zu einem Verlust an Festigkeit führen kann. Im hochlegierten Schweißgut kommt es zur Bildung von Cr-reichen Karbiden, verbunden mit einer Verringerung der Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit. Die Kohlenstoffdiffusion kann unterdrückt werden, wenn beispielsweise ein Cr-legierter Stahl als „schwarzer Partner“ verwendet wird. In diesem ist ein Teil des Kohlenstoffs in Form von Cr-Karbiden gebunden, wodurch die Diffusion des Kohlenstoffs unterdrückt wird. Wenn möglich, sollte bei der Konstruktion von Druckgeräten darauf geachtet werden, dass Schwarz-Weiß-Verbindungen im Bereich niedriger Temperaturen angesiedelt sind [4].

Mischverbindungen zwischen chemisch beständigen austenitischen Stählen

Diese Art von Verbindungen ist im Chemieanlagenbau vergleichsweise häufig anzutreffen. Beispielsweise werden Flachbodentanke im unteren Bereich aus einem korrosionsbeständigeren CrNi-Stahl gefertigt, wenn sich im Bodenbereich Ablagerungen niederschlagen, die die Gefahr von Spaltkorrosion erhöhen. Ergeben sich im Inneren eines Behälters oder einer Kolonne deutliche Änderungen der Betriebsparameter, kann dies aus Kostengründen dazu führen, dass die Werkstoffauswahl entsprechend der jeweiligen Drücke, Temperaturen oder Medienzusammensetzungen angepasst wird. Beim Bau von Rohrbündelwärmeaustauschern werden häufig die dünnwandigen Tauscherrohre aus einem korrosionsbeständigeren CrNi-Stahl gefertigt als die dickwandigen Rohrböden. All diese Beispiele führen dazu, dass Mischverbindungen zwischen unterschiedlichen CrNi-Stählen geschweißt werden müssen.

Für die schweißtechnische Ausführung dieser Mischverbindungen gelten die gleichen Regeln wie für das artgleiche CrNi-Stahl-Schweißen, nämlich das Einhalten einer niedrigen Streckenenergie, Schweißen von Strichraupen, ohne Vorwärmung und mit niedriger Zwischenlagentemperatur. Für die Auswahl eines geeigneten Schweißzusatzwerkstoffs kann wiederrum das Schäffler-Diagramm herangezogen werden (**Bild 9**).

Verbindungsschweißungen zwischen den Stählen 1.4539 (X1NiCrMoCu25-20-5) und 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) sind im Chemieanlagenbau durchaus realistisch. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass diese Verbindungen in der Regel in Bereichen mit geringer Korrosionsbelastung platziert werden, ist der artgleiche Zusatzwerkstoff für 1.4539 nicht erforderlich. Beispielhaft wurde in **Bild 9** eine artgleiche Stabelektrode für den Stahl 1.4401 und eine artfremde Stabelektrode, wie sie zum Verbinden von 1.4462 verwendet wird, betrachtet. Die Aufmischung wurde mit 30% angenommen. Beim Schweißen mit dem Zusatz 1.4430 ergibt sich ein Schweißgut mit einem Delta-Ferrit-Gehalt von etwa 3–4 %, das allerdings primär austenitisch erstarrt und demzufolge eine gewisse Anfälligkeit für das Auftreten von Heißrissen aufweist. Bei Verwendung des artfremden Zusatzwerkstoffs 22/09 ist der Delta-Ferrit-Anteil im Schweißgut mit rund 12% deutlich höher. Es ergibt sich eine primär ferritische Erstarrung und damit keine Gefahr für das Entstehen von Heißrissen. Inwieweit die hohen Ferritanteile im Schweißgut akzeptabel sind, muss im Einzelfall geklärt werden. Allerdings bleibt anzumerken, dass die heute auf dem Markt befindlichen CrNi-Stähle und Schweißzusatzwerkstoffe westeuropäischer

Produktion äußerst geringe Schwefel- und Phosphorgehalte aufweisen, sodass eine Heißrissbildung praktisch unmöglich ist – vorausgesetzt, es werden die Sauberkeitsregeln beim Schweißen eingehalten, sodass keine Rückstände von zum Beispiel Ölen und Fetten, die gegebenenfalls S- und P-Verbindungen enthalten, in den Nahtbereich gelangen. Somit kommt der Zusatzwerkstoff 1.4430 durchaus für die Verbindungsschweißung in Frage.

Kein Hexenwerk – bei Beachtung der Besonderheiten

Das Schweißen von Mischverbindungen ist kein Hexenwerk. Bei Beachtung einiger Besonderheiten im Hinblick auf die Wärmeführung sowie die Auswahl geeigneter Schweißzusatzwerkstoffe lassen sich Nähte mit hoher Qualität erzeugen. Für das Schweißen von Mischverbindungen unter Beteiligung austenitischer CrNi-Stähle bietet das Schäffler-Diagramm eine gute Basis für die Auswahl eines geeigneten Zusatzwerkstoffs. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass das Diagramm lediglich Anhaltswerte der Schweißgutzusammensetzung liefert. Daher ist die Überprüfung der mit dem Schäffler-Diagramm gewonnenen Erkenntnisse durch Schweißversuche (Arbeits- oder Verfahrensprüfungen) unumgänglich.

Erstaunlicherweise versetzen Mischverbindungen zwischen ferritischen und austenitischen Stählen viele Sachverständige bei der wiederkehrenden Prüfung von Druckgeräten in Angst und Schrecken. Dies führt bei den Abnahmen zu regelrechten Orgien bei der PT-Prüfung. Hierbei werden die Betriebsbedingungen weitestgehend nicht berücksichtigt. Schwarz-Weiß-Verbindungen in kontinuierlich betriebenen Anlagen, die bei Temperaturen deutlich unter 300 °C arbeiten, sind aus Sicht des Verfassers nicht durch rissbildende Schädigungsmechanismen gefährdet, wenn weder atomarer Wasserstoff noch ein Medium, das Spannungsrisskorrosion auslösen kann, mit der Schweißverbindung in Kontakt sind. Fertigungsbedingte Heiß- oder Kaltrisse sollten bereits bei den zerstörungsfreien Prüfungen während und nach der Fertigung im Herstellwerk erkannt worden sein. Auswirkungen von Temperaturen <300 °C auf das Gefüge sind hierbei unwahrscheinlich und lassen sich durch PT-Prüfungen nicht nachweisen. Anders ist die Situation, wenn sogenannte chargenbetriebene Anlagen, die gegebenenfalls noch im Heiz- und Kühlbetrieb laufen, geprüft werden müssen. Auch hohe Betriebstemperaturen >350 °C rechtfertigen einen höheren Prüfaufwand. Allerdings sind PT-Prüfungen dann nicht für das Feststellen aller Schädigungsmechanismen zielführend. ■

Dr.-Ing. Ulrich Killing,
Beratungsbüro für Schweiß- und Werkstofftechnik,
beratungsbuero-killing@t-online.de

Literatur

[1] DIN EN 1011-2: Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe – Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen. Ausgabe: 2001–05.
[2] Killing, U.: Empfehlungen zum Vorwärmen beim Lichtbogenschweißen. Der Praktiker 74 (2022), Nr. 10, S. 502–507.
[3] Killing, U.: Empfehlungen zum Wärmenachbehandeln von Schweißverbindungen. Der Praktiker 74 (2022), Nr. 11, S. 576–582.
[4] Merkblatt DVS 3011: Schweißen von Schwarz-Weiß-Verbindungen. Ausgabe: 2017-06.
[5] Thier, H.: Delta-Ferrit und Heißrisse beim Schweißen chemisch beständiger austenitischer Stähle. In: DVS-Berichte, Band 41 (1976), S. 100–104.
[6] Merkblatt DVS 0928: Unterpulverschweißen von Austenit-Ferrit-Verbindungen. Ausgabe: 2006-10.
[7] Herrmann, J.: Anwendungsorientierte Auftragschweißprozesse und -methoden. Przeglad Spawalnictwa 83 (2011), Nr. 10, S. 16–22.
[8] Killing, R.: Kompendium der Schweißtechnik, Band 1: Verfahren der Schweißtechnik. Fachbuchreihe Schweißtechnik, Band 128. DVS-Verlag, Düsseldorf 2002.
[9] DIN EN 1011-5: Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe – Teil 5: Schweißen von plattierten Stählen. Ausgabe: 2003-10.
[10] Killing, R.: Angewandte Schweißmetallurgie – Anleitung für die Praxis. Fachbuchreihe Schweißtechnik, Band 113. DVS-Verlag, Düsseldorf 1996.

Bild 1: Roboterschweißzelle: WIG-Schweißen von sogenannten Hauptträgern, Handling-Roboter positioniert die Palette mit Bauteilen (© Fronius International GmbH)

ROBOTERSCHWEISSZELLE DER NEUESTEN GENERATION FÜR DIE FERTIGUNG VON MESSGERÄTEN

Fit für die Zukunft dank smarter Roboterschweißtechnik

Thomas Roob

Das österreichische Unternehmen Anton Paar fertigt hochpräzise Messgeräte für vielerlei Branchen. Dabei ist es der Anspruch der Forschungs-, Engineering- und Fertigungsteams, die Grenzen des Machbaren immer weiter zu verschieben. Heute ist die Anton Paar GmbH Weltmarktführer bei Dichte- und Konzentrationsmessung, Rheometrie sowie der Bestimmung von gelöstem CO_2. Da zunehmender Fachkräftemangel und permanent steigende Stückzahlen intelligente Produktionslösungen erfordern, investierte das Unternehmen in eine Roboterschweißzelle der neuesten Generation.

Bisher wurden sämtliche Komponenten der in Graz produzierten Mess- und Regelgeräte händisch geschweißt. Der Grund: Kleine Losgrößen zwischen 1 und 400 Stück ließen Roboterschweißanlagen unwirtschaftlich erscheinen. Ständige Umsatzzuwächse, der steigende Fachkräftemangel auf dem inländischen Arbeitsmarkt sowie innovative Robotertechnologien – die mittlerweile automatisiertes Schweißen auch bei kleinen Losgrößen wirtschaftlich machen – veranlassten das Unternehmen, in eine moderne Roboterschweißanlage zu investieren (**Bild 1**). Flexibilität in Kombination mit hoher Wirtschaftlichkeit lautete dabei die Vorgabe der Mess- und Regelspezialisten: Flexibilität bei Anzahl, Form und Größe der Bauteile, bei deren Positionierung und beim Einsatz unterschiedlicher Schweißverfahren.

Bild 2: Dominik Santner ist COO der Anton Paar GmbH (© Fronius International GmbH)

Bild 3: Handling-Roboter: vollautomatische Entnahme von Bauteilen und Spannvorrichtungen aus dem Palettenregal (© Fronius International GmbH)

„Fachkräftemangel und kontinuierlich steigende Stückzahlen erfordern zukunftsorientierte Lösungen in der Produktion. Die neue Roboterschweißzelle ist ein großer Schritt in der Automatisierung unserer Fertigung. Würden wir unsere Prozess-Sensorik nach wie vor manuell schweißen, hätten wir in den kommenden Jahren enorme Schwierigkeiten, die geplanten Stückzahlen zu erreichen", betont Dominik Santner, COO der Anton Paar GmbH (**Bild 2**).

Schweißautonomie und Vielfalt bei Bauteilen

Von Anfang an setzten die Experten von Anton Paar auf Anlagenautonomie: Einmal gerüstet, sollte das Schweißsystem einen kompletten Auftrag vom Anfang bis zum Ende in einem Zug abwickeln können – zum Beispiel das Schweißen einer Charge unterschiedlicher Objekte wie Schwingergehäuse, Hauptträger oder Gegenkühlungen. Dies sollte völlig selbstständig und ohne Eingreifen von Schweißfachkräften möglich sein.

Unterschiedliche Bauteile in Form, Gewicht und Größe (**Bild 3**), verschiedene Greif-, Positionierungs- und Ablagemöglichkeiten, die Option, bei einer Komponente verschiedene Schweißverfahren (WIG und MIG/MAG) zum Einsatz zu bringen, sowie der bei zylindrischen Körpern notwendige Einsatz von Formiergas zum Schutz der Bauteile gegen Anlauffarben – all das machte die Konstruktion der Anlage für Ingenieur- und Programmierteams zu einer besonderen Herausforderung.

„Wir suchten einen verlässlichen Partner, der uns bei Präzision und Qualität sehr ähnlich ist. Er sollte uns wirklich zuhören, auf unsere Wünsche eingehen und zukunftsfähige Lösungen vorschlagen. Solche, die uns auf Jahre hinaus Wettbewerbsvorteile verschaffen", erklärt Daniel Moik, Department Manager Joining Technologies (**Bild 4**). „Fronius International erfüllte diese Vorstellungen von einer nachhaltigen Partnerschaft. In enger Zusammenarbeit mit unseren Technikern entwickelte das Team der Welding Automation eine Roboterschweißzelle, die unseren Anforderungen in allen Punkten gerecht wird. Obendrein ist man bei Fronius bereit, die Anlage gemeinsam weiterzuentwickeln und auf neue Bedürfnisse abzustimmen."

Synonym für Effizienz: „Fronius Pathfinder"

Neue Schweißnähte werden bei Anton Paar offline – abseits vom Schweißsystem – programmiert, nicht wie häufig üblich unmittelbar an der Anlage. Anstatt laufende Schweißarbeiten zu stoppen, wird weitergeschweißt und auf diese Weise die Produktivität gesteigert. Um das zu ermöglichen, importieren die Schweißtechniker die CAD-Daten der zu schweißenden Messgerätekomponenten in den „Fronius Pathfinder". Anschließend werden verschiedene Fügeszenarien getestet, Schweißfolgen definiert und im Zuge von Simulationen optimiert (**Bild 5**).

Betroffen sind Anfahrtswege, Brenner-Anstellwinkel, Brenner-Offsets in den Eckbereichen und sämtliche Umorientierungen des Schweißroboters. Überschreitungen der Roboterreichweite (sogenannte Achslimits) werden vom „Pathfinder" erkannt. Indem die Softwarebediener den Ablageort des Werkstückes korrigieren und es innerhalb der Armlänge des Schweißroboters in Position bringen, werden potenzielle Kollisionen des Brenners mit diversen Bauteilkanten frühzeitig vermieden.

Fehlerquellen werden rechtzeitig erkannt

Sind Bahnkorrekturen notwendig, können die betroffenen Teach-Punkte bequem per „Drag-and-drop" verschoben werden. Soll eine Anfahrt zum Bauteil geändert werden, drücken die Fachkräfte kurzerhand „Reset". In der Folge fährt der virtuelle Roboter zum Start einer neuen Anfahrt in die Home-Position. Im Realbetrieb müsste man den Roboter zeitaufwendig freifahren, mittels Robotersteuerung in die Home-Position bewegen und den

Bild 4: Daniel Moik ist Department Manager Joining Technologies bei der Anton Paar GmbH (© Fronius International GmbH)

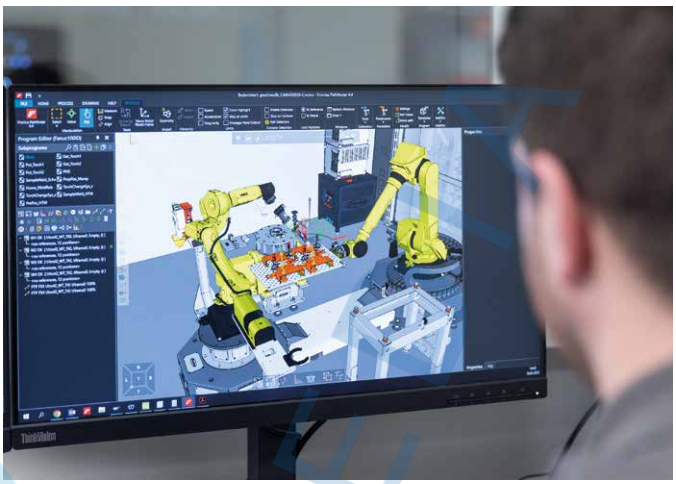


Bild 5: Programmierung der Schweißfolgen und Simulation mit dem „Fronius Pathfinder“ (© Fronius International GmbH)

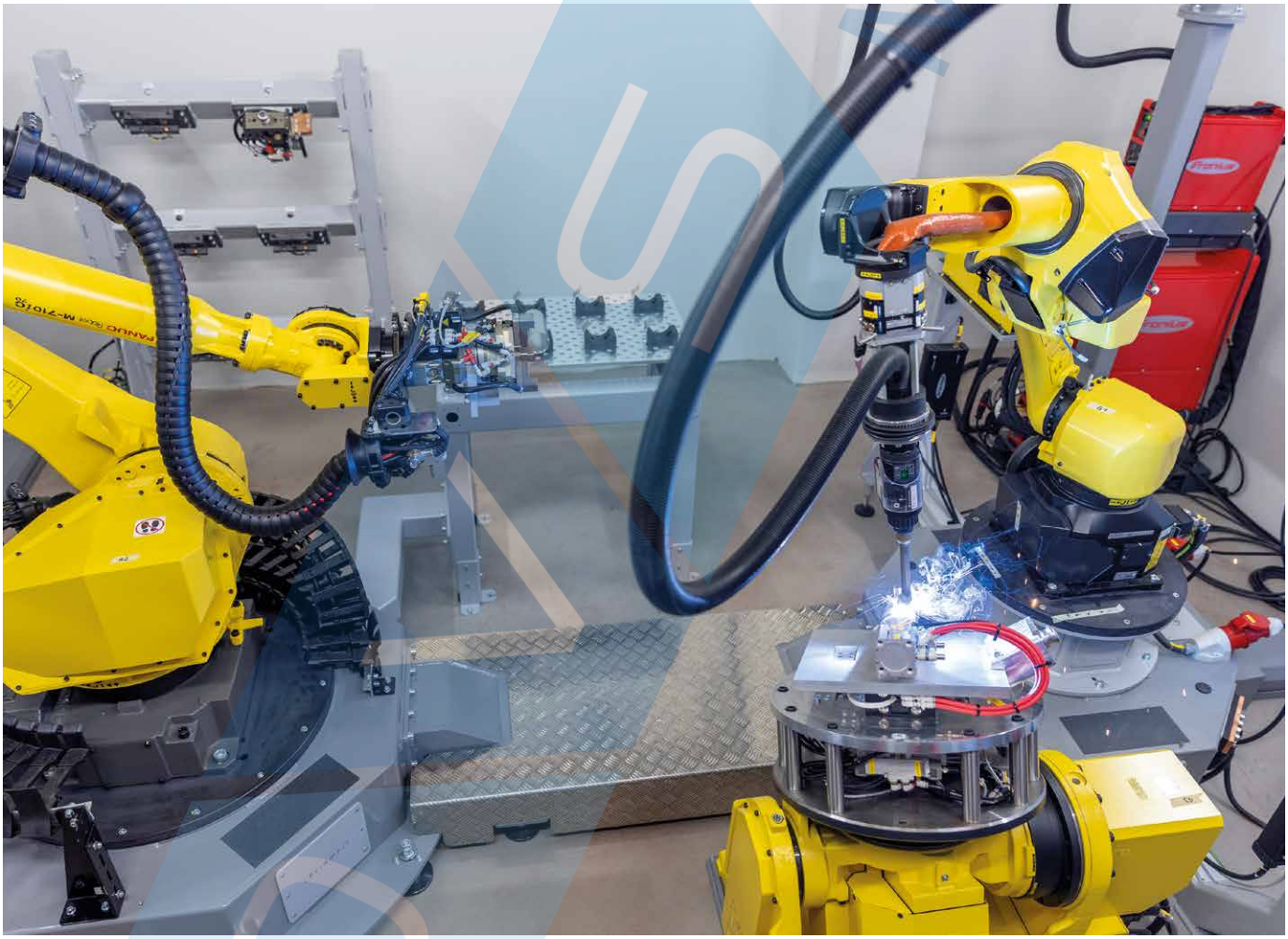


Bild 6: „CMT“-Schweißen von Gegenkühlungen auf dem Dreh-Kipp-Positionierer, im Hintergrund: Palettenablage (© Fronius International GmbH)

Teach-Vorgang neu starten. Indem sich die Experten von Anton Paar für die Offline-Programmier- und Simulationssoftware entschieden haben, gewinnen sie nicht nur wertvolle Zeit für Schweißarbeiten, sondern erkennen Fehlerquellen bereits im Vorfeld.

Sobald ein Schweißprogramm im „Pathfinder“ fertiggestellt ist, wird es von einem Postprozessor in den spezifischen Code des Fanuc-Schweißroboters übersetzt. Jetzt kann es per Datentransfer – zum Beispiel mit einer LAN-Verbindung – in die Schweißanlage übertragen werden. Eine effektive Unterstützung der gesamten Produktionsplanung ist die Funktion „Taktzeitermittlung“, die Schweißgeschwindigkeiten, Gasvorström- oder Endkraterfüllzeiten einbezieht. Im Vergleich zum „Teachen“ mit der Robotersteuerung lässt sich

mit dem „Pathfinder“ – abhängig von der Bauteilgeometrie und den schweißtechnischen Anforderungen – bis zu 90 % Zeitersparnis erzielen.

Maßgeschneidert für Anton Paar

Für das Schweißen der vielen unterschiedlichen Bauteile stehen Anton Paar kundenspezifische Workflows zur Verfügung, darunter die drei Hauptworkflows, die die hohe Flexibilität beim Bauteilspektrum beispielhaft veranschaulichen.

Workflow 1: Die Bauteile werden auf dem Dreh-Kipp-Positionierer geschweißt (**Bild 6**). Dabei wird eine mit Bauteilen bestückte Palette aus dem Palettenregal entnommen und auf einem Palettenablagetisch zwischengelagert. Im weiteren Verlauf rüstet der Handling-Roboter einen passenden Greifer für die Bauteilaufnahme, wobei sechs verschiedene in einem sogenannten Greiferbahnhof stationiert sind. Damit ausgestattet, nimmt der Handling-Roboter die Bauteile auf und fixiert sie in einer bauteilspezifischen Spannvorrichtung, die bereits auf dem Dreh-Kipp-Tisch aufgerüstet ist. Es wird immer ein Bauteil nach dem anderen entnommen, gefügt und wieder auf die Palette zurückgelegt.

Workflow 2: Die Bauteile werden unmittelbar auf den Paletten geschweißt, wobei der Handling-Roboter die Paletten aus dem Palettenregal transportiert und vor dem Schweißroboter positioniert (**Bild 7**). Beim Schweißen können dann Handling- und Schweißroboter gemeinsam koordinierte Bewegungen ausführen und deshalb nicht nur einfache, sondern auch komplexe Nahtgeometrien schweißen.

Workflow 3: Die Bauteile werden einzeln entnommen, vom Handling-Roboter in Position gebracht und bewegen sich beim Schweißen synchron mit dem Schweißroboter (Coordinated Motion) (**Bild 8**).

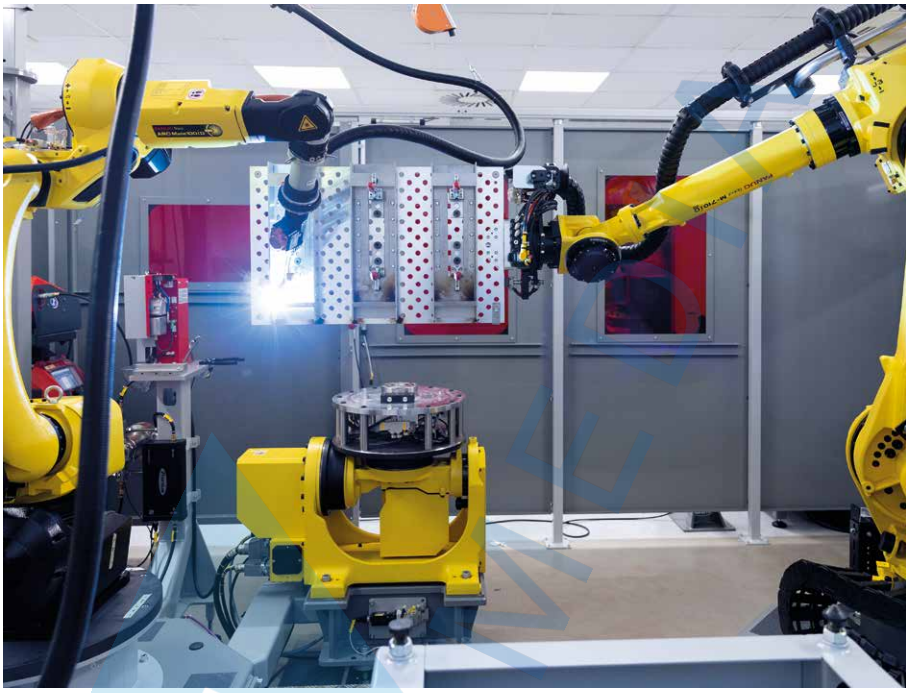


Bild 7: „CMT“-Schweißen von Schwingergehäusen auf Palette, koordinierte Bewegungsabläufe von Handling- und Schweißroboter (© Fronius International GmbH)

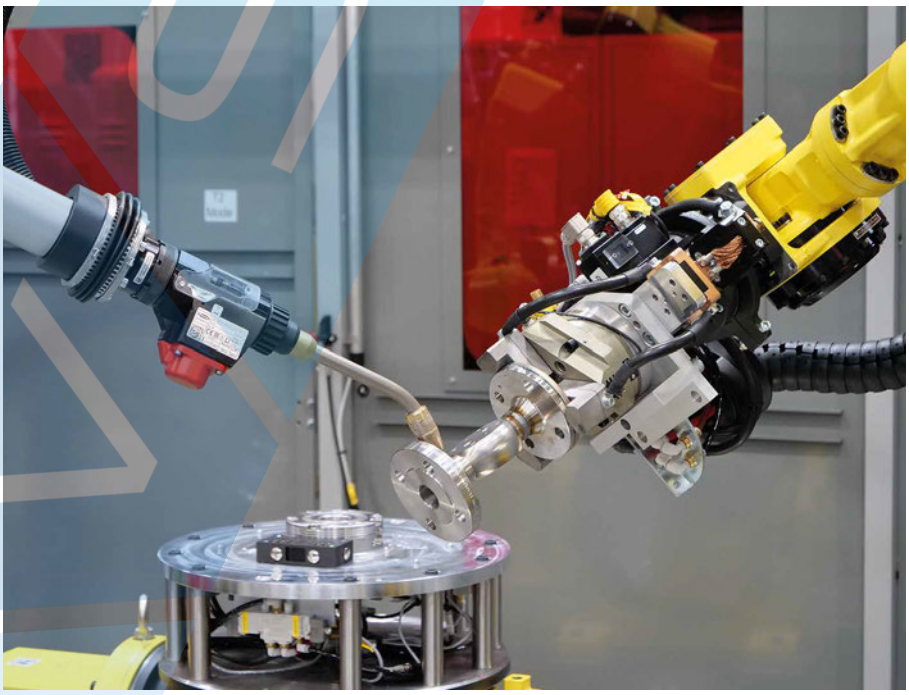


Bild 8: „CMT“-Schweißen, Handling-Roboter bringt das Bauteil in Position (© Fronius International GmbH)

Damit die Anlage weiß, was zu tun ist

Abgesehen von der innovativen Fronius-Schweißtechnologie, den Steuerungen, der Tool-Center-Point(TCP)-Vermessung, der Brennerreinigungsstation und der Einhausung besteht die Roboterschweißanlage aus sieben Kernmodulen, die softwaregesteuert kollaborieren: einem Handling-Roboter, einem Schweißroboter, einem Dreh-Kipp-Positionierer mit Formiergaseinheit, einem Palettenlager mit zwei Regalen, einem Greiferbahnhof, einem Brennerwechselsystem und einer Palettenablage im Inneren der Anlage. Dafür, dass die oben genannten Module während der Arbeitszyklen präzise interagieren, sind die folgenden Schritte notwendig:

Zunächst werden Paletten und Bauteile gemeinsam in der Systemsteuerung „HMI-T21 RS“ angelegt (**Bild 9**). Diese erhält von der zuständigen Schweißfachkraft vier wichtige Infos: (1) den Paletten-Typ, (2) die Art, (3) die Anzahl und (4) die Position der Bauteile auf der Palette – zum Beispiel, wie viele Hauptträger oder Schwingergehäuse sich an welcher

Bild 9: Daniel Moik beim Anlegen der Palette am Touchscreen der „HMI-T21 RS“ (© Fronius International GmbH)

Stelle auf welcher Palette befinden. Handelt es sich um eine Offset-Palette, wird die Bauteilposition aus den sogenannten Offset-Abständen der Bauteile zueinander berechnet, wobei das erste Bauteil die Master-Position einnimmt. Ein Offset kann zum Beispiel 200 mm auf der y-Koordinate und + 200 mm auf der x-Koordinate betragen. Die von Anton Paar gefertigten Paletten bestehen aus zentimeterdicken Lochplatten und funktionieren als Stecksystem. Sie befinden sich in einem aus zwei Regalen bestehenden Palettenlager und sind so konstruiert, dass sie jedes der verschiedenen Werkstücke aufnehmen können, wobei die Aufnahme- und Ablagepositionen einzelner Komponenten, abhängig von der Bauteilbeschaffenheit und vom Greifer des Handling-Roboters, oftmals variieren.

Die Robotersteuerung enthält für jeden Workflow-Typ ein hierarchisch übergeordnetes Roboterprogramm. Darin werden die mit „Pathfinder“ erstellten Schweißprogramme abgelegt. Wird am HMI eine Palette für Workflow 2 (Bauteile werden unmittelbar auf der Palette geschweißt) angelegt, filtert sie die entsprechenden Roboterschweißprogramme, und die Schweißfachkraft von Anton Paar kann bequem zwischen all jenen, die für Workflow 2 verfügbar sind, wählen und der Palette das benötigte Schweißprogramm zuordnen. Außerdem besteht die Möglichkeit, nicht nur ein einzelnes Schweißprogramm einzusetzen, sondern eine ganze Arbeitskette zu erstellen. Es ist zum Beispiel möglich, für eine Palette zuerst ein WIG-Programm anzulegen, dem in der aktuellen Kette ein MAG-Programm (z. B. „CMT“) folgt. In diesem Fall würde die Roboterschweißanlage beide Programme nacheinander abarbeiten und dabei den Schweißprozess automatisch wechseln. Darüber hinaus können die Experten von Anton Paar bestimmte Sonderschritte in den HMI-Ablauf einfügen. Das System kennt beispielsweise den Sonderschritt „Bauteil wenden“, der zwischen den beiden Schweißverfahren (WIG und MAG) bei Bedarf eingesetzt werden kann.

Wird für das Paletten-Handling, wie in Workflow 1 beschrieben, ein bestimmter Greifer

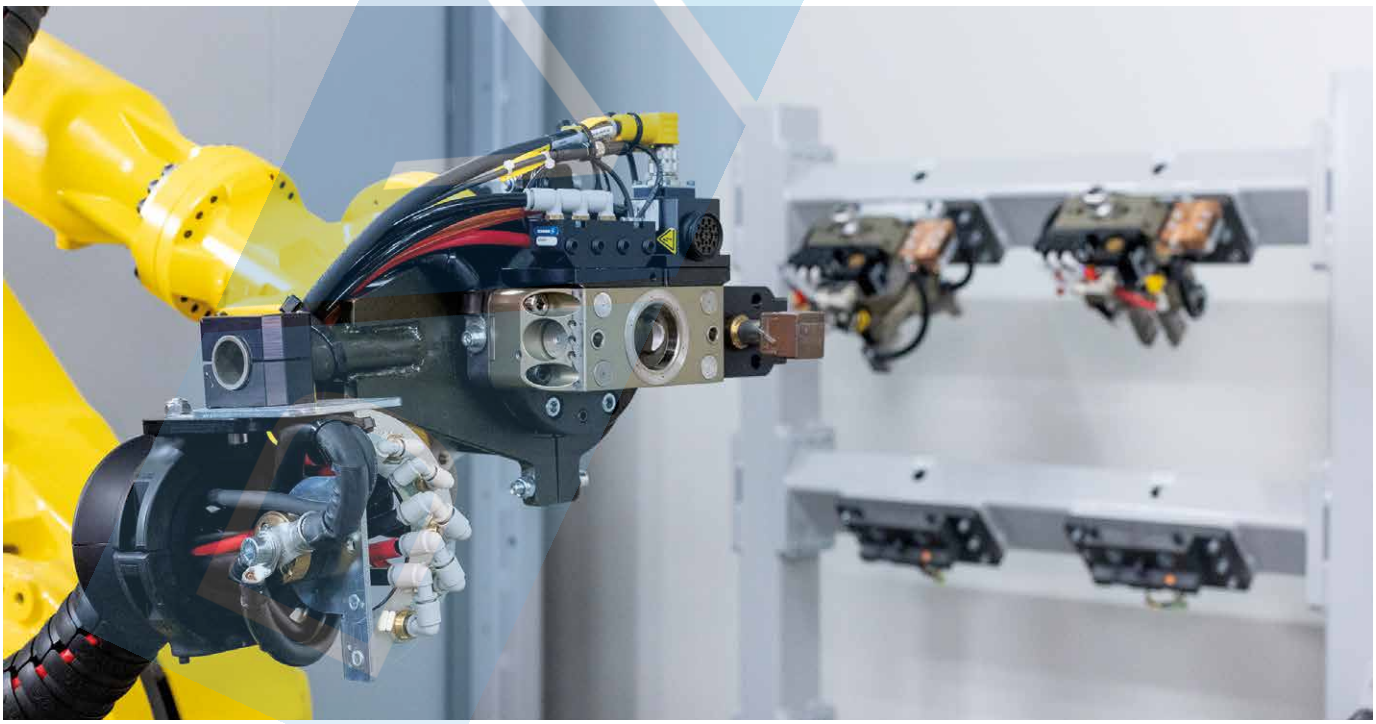


Bild 10: Handling-Roboter bei der Aufnahme eines neuen Greifers (© Fronius International GmbH)

benötigt, müssen ihn Anlagenbediener im System auswählen. Insgesamt stehen sechs verschiedene Greifer zur Verfügung, die allesamt in einem Greiferbahnhof stationiert sind (**Bild 10**).

Greif- und Ablagepositionen „teachen“

Die klassische Handling-Abfolge selbst – Palette abholen, für das Schweißen in Position bringen, rücktransportieren und ablegen – ist ein Standardprogramm und erfordert kein Eingreifen vom Operator. Im Fachjargon spricht man von einer „gekapselten“ Funktion. Lediglich die Greifpositionen müssen angegeben werden.

Wird ein neues Bauteil „eingefahren“ und von einer der Ablage- oder Aufnahmestationen nicht erkannt, pausiert an dieser Stelle der Automatiklauf. Die Schweißfachkraft wird aufgerufen, mit der Robotersteuerung – dem „Fanuc iPendant“ – einen Teach-Vorgang zu starten, und erhält dafür eine Schritt-für-Schritt-Anleitung von der Anlagensoftware. Auf diese Weise „lernt“ das System die benötigte Greif-/Ablageposition für die betroffene Station (z. B. für die Zwischenablage). Sie wird in einem Register gespeichert und steht dem Handling-Ablauf ab sofort zur Verfügung. Anschließend kann der Automatiklauf bis zur nächsten Station fortgesetzt werden. Ist das Bauteil dort ebenfalls unbekannt, muss auch diese Position geteacht werden. Hat man alle Stationen nach dem soeben beschriebenen Schema durchgearbeitet, transportiert der Handling-Roboter alle weiteren gleichen Bauteile vollautomatisch durch die Anlage – ohne Unterbrechung.

Sollten für eine Palette sieben Bauteile vorgesehen sein, sich aber nur drei Bauteile darauf befinden, stellt das für die Anlage kein Problem dar. Sie erkennt einen „Leergriff“ und fährt automatisch zur nächsten Bauteilposition.

Custom-made: die „Teach-Palette“

Zusätzlich zur standardgemäßen Offset-Belegung, die einfache Bauteilformen bevorzugt, setzte sich Anton Paar zum Ziel, bis zu 30 Metallkomponenten an beliebigen Palettenplätzen ablegen zu können. Fronius löste diesen Wunsch mit der Funktion „Teach-Palette“. Wird sie ausgewählt, kann die Position jedes Bauteils auf der Palette separat geteacht werden.

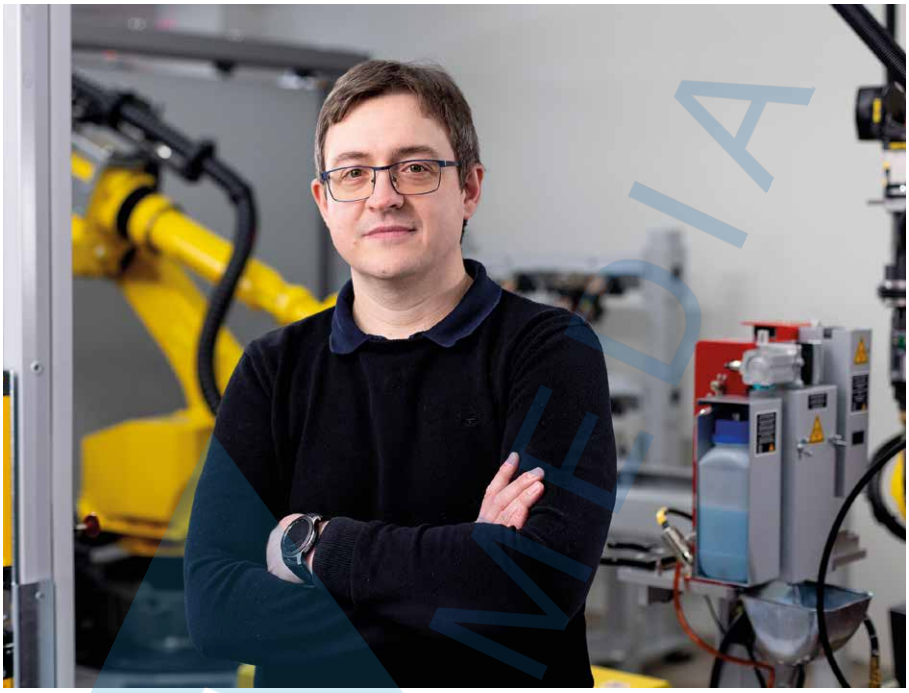


Bild 11: Dr. Ingo Riemenschneider ist Department Manager Production Automation bei der Anton Paar GmbH (© Fronius International GmbH)

„Diese beiden Varianten – Offset- und ‚Teach-Palette‘ – bieten uns ein Maximum an Flexibilität bei der Bauteilbestückung“, erörtert Dr. Ingo Riemenschneider (**Bild 11**), Department Manager Production Automation. „Nicht immer ist es sinnvoll, dass wir Bauteilpositionen über Offset-Abstände definieren. Es gibt Bauteile, die wir wegen ihrer komplexen Formen in verschiedenen Orientierungen fixieren müssen.“

Präzise auch nach Monaten

Wollen die Schweißfachkräfte einen Schweißvorgang starten, scannen sie die Artikelnummer mit ihrem Handscanner vom Bauteildatenblatt. „Erkennt die Anlage die Artikelnummer und somit das Bauteil, weiß sie über Handling und Schweißprozess Bescheid und startet den Betrieb. Gesteuert wird alles über die ‚HMI-T21 RS‘. Welcher Greifer und welche Vorrichtung benötigt werden, ist für jedes der Bauteile hinterlegt“, führt Riemenschneider aus. „Das Gleiche gilt für die Argon-Spüldauer während des Formierens und die Nahtlaufzeit. Ebenso weiß das System, ob und welche Daten für die Prozessdatenerfassung benötigt werden.“

Monate später ist die Roboterschweißzelle noch genauso präzise wie am ersten Tag: Die Schweißnaht sitzt perfekt an der gleichen Stelle. Auch deshalb, weil man bei Anton Paar die Bauteile µm-genau fertigt und vorbildlich anarbeitet.

Mehrfaches Wenden von Bauteilen möglich – auch beim Formieren

Der Dreh-Kipp-Positionierer besitzt eine Mediendurchführung für vier Durchströmleitungen, zwei für Luft und zwei für Argon, und kann bis zu 32 Input-Output-Signale (IOs) übergeben. Diese ist aus Kunststoff und wurde von Anton Paar im 3-D-Druck produziert. Muss formiert werden, holt sich der Handling-Roboter zuerst die dafür benötigte Spannvorrichtung aus dem Palettenregal und spannt diese mit Hilfe eines speziellen Spannsystems auf dem Manipulator auf. Ab sofort sind sowohl die Luftleitungen für die Pneumatik-Zylinder als auch die Gasleitungen für das Spülen mit Argon angeschlossen. Auch die elektrischen Signale werden jetzt von der Spannvorrichtung weitergegeben. In der Folge positioniert der Handling-Roboter die Bauteile, und die Anlage löst das Signal zum Spannen aus. Jetzt kann formiert und anschließend geschweißt werden. Das System ist so ausgelegt, dass ein mehrfaches Wenden der Bauteile auf einer einzigen Spannvorrichtung möglich ist.

„Es ist uns wichtig, dass sämtliche Prozesse und Eigenschaften, die in der Anlage umgesetzt wurden, bezüglich ihrer Wiederholbarkeit

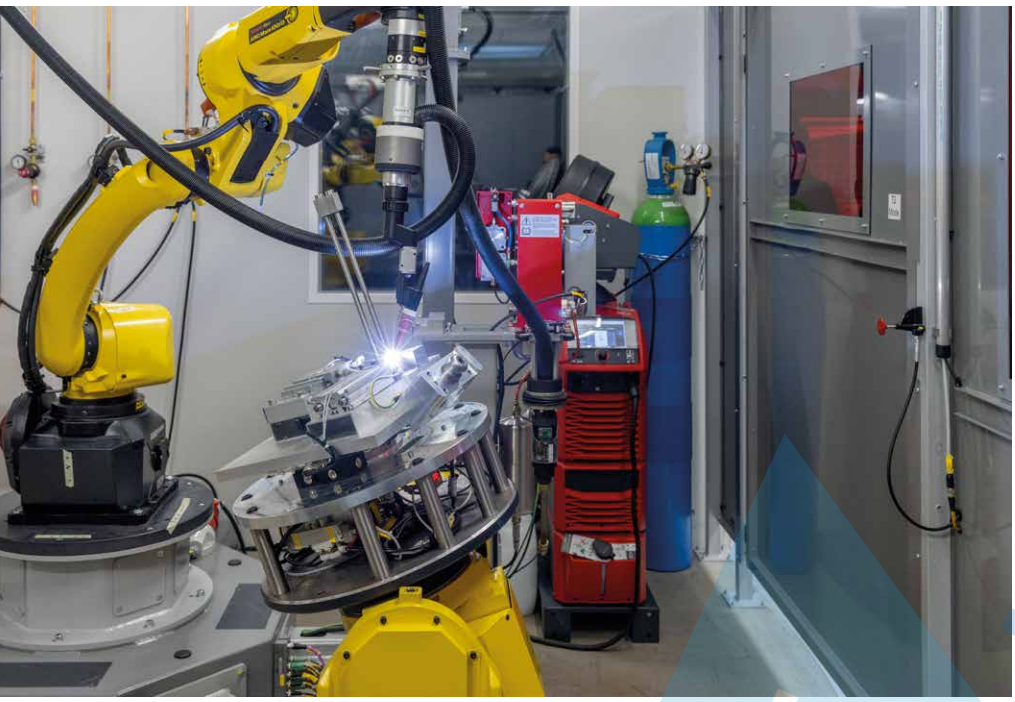


Bild 12: WIG-Schweißen von Gegenkühlern mit Restsauerstoffmessung (© Fronius International GmbH)

offen sind. Ob ein Wendeprozess einmal oder hundertmal durchgeführt wird, muss vom System her egal sein. Da sich die Komplexität der Bauteile immer wieder ändert, haben wir gemeinsam mit den Expertinnen und Experten von Fronius sehr viel Energie verwendet, um die Abläufe so uneingeschränkt wie möglich zu gestalten“, betont Riemenschneider.

Restsauerstoffmessung

Beim Formieren am Dreh-Kipp-Positionierer wird der im Bauteil befindliche Restsauerstoff mit dem hauseigenen Messgerät „Oxy 5100“ gemessen. Es misst während des gesamten Schweißvorganges driftfrei und in Echtzeit den Gelöst-Sauerstoff im Gasstrom (**Bild 12**). Normalerweise fixiert man das Bauteil zwischen zwei Leitungsteilen. Auf der einen Seite der Zulaufleitung strömt das Formiergas hinein und auf der anderen, wo der Restsauerstoffgehalt gemessen wird, als Abgasstrom wieder hinaus. Für den automatisierten Schweißprozess wäre diese Vorgangsweise kontraproduktiv, da der Roboter bei jedem Schweißvorgang extra einen Abgasschlauch setzen und wieder entfernen müsste. Deshalb entschied man sich, das Messgerät in der Zulaufleitung zu platzieren. Sobald das Gerät meldet, dass der gewünschte Restsauerstoffgehalt erreicht ist, wird das Schweißen gestartet, wobei vorher noch eine Zeitverzögerung für die Durchströmzeit des Argon-Gases durch das Bauteil berücksichtigt wird. Sie wird benötigt, um sicherzugehen, dass der geforderte Restsauerstoffgehalt nicht überschritten wird. Die bis zur vollständigen Durchflutung des Bauteils benötigte Zeit – die Zeitverzögerung – wird für jedes der Bauteile mit einer manuellen Messung ermittelt und im System hinterlegt. Kommt das Bauteil wieder, kann die Steuerung auf die Werte zugreifen und entsprechend reagieren.

Schweißtechnisch auf höchstem Niveau

Besonders wichtig war es den Schweißspezialisten von Anton Paar, zwei Schweißverfahren pro Bauteil kombinieren zu können – zum Beispiel WIG zum Schweißen der Wurzel und MAG zum Schweißen der Decklage. Die endgültige Wahl des Schweißverfahrens hängt jedoch von den schweißtechnischen Berechnungen und der benötigten Widerstandsfähigkeit der einzelnen Komponenten ab.

„Ob Sonderprozesse wie ‚CMT‘ (Cold Metal Transfer), ‚PMC‘ (Pulse Multi Control) oder ‚LSC‘ (Low Spatter Control) zum Einsatz kommen, kristallisiert sich bei unseren Schweißversuchen heraus. Für welchen Prozess wir uns dann entscheiden, hängt von der Wandstärke des Bauteils, von der Art der Schweißnaht, zum Beispiel I- oder Kehlnaht, und den geforderten Einschweißtiefen und Schliffbildern ab“, führt Moik aus. „Wir benötigen ungefähr sechs bis sieben Versuche, bis wir in Serie gehen. Würde der Wärmeeintrag aufgrund der Materialbeschaffenheit zu groß ausfallen, bietet sich natürlich der ‚kalte‘ Schweißprozess ‚CMT‘ an. Wollen wir die Produktivität steigern, indem wir die Schweißgeschwindigkeit erhöhen, ziehen wir ‚PMC‘ in Erwägung. Soll besonders spritzerarm geschweißt werden, ist ‚LSC‘ ein Thema. Vor allem deshalb, weil wir dadurch kostspielige Nacharbeit vermeiden.“

Aufgezeichnet werden die Schweißdaten in dem HMI. Stellt die Schweißfachkraft im Zuge der Sichtprüfung einen Fehler fest, kann sie in der Schweißdatenaufzeichnung nachsehen, ob es zu Grenzwertabweichungen gekommen ist. Grundsätzlich wird jedes Bauteil einer Sichtprüfung (VT) unterzogen und jedes zehnte Bauteil einer Farbeindringprüfung (PT). Mit diesem Verfahren können Risse, Poren und Bindefehler bis zu 1 µm nachgewiesen werden. Von den PT-geprüften Metallteilen werden am Ende des Prüfzyklus regelmäßig Schliffbilder gemacht.

Die Fronius-Prozesse, das gleichzeitig intelligente wie flexible Anlagenkonzept und das nachhaltige Weiterentwicklungspotenzial der Roboterschweißanlage sichern der Anton Paar GmbH hochqualitative Schweißnähte für ihre empfindlichen und hochpräzisen Messinstrumente. Gleichzeitig profitieren die Schweißer vom Gewinn an Sicherheit und Gesundheitsschutz, indem sie durch Einhausung und Absaugung vom Lichtbogen und seinen Emissionen abgeschirmt werden. ■

Thomas Roob
technischer Redakteur
Schweißtechnik
Fronius International GmbH
roob.thomas@fronius.com

DVS VERBAND

Unser Netzwerk, Deine Zukunft

www.dvs-home.de

Wir fördern Talente - Werde jetzt kostenlos Mitglied

Die beruflichen Aussichten als ausgebildeter Schweißer sind hervorragend! Profitiere von Anfang an als Mitglied von unserem Netzwerk! Knüpfe Kontakte und treffe qualifizierte Ansprechpartner für jeden Bereich deiner Ausbildung! Finde einen Praktikumsplatz und erhalte Tipps und Tricks für deine Jobsuche. Mit vielen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten unterstützen wir deinen Start ins Berufsleben. Der kostenlose Zugriff auf die 500 DVS-Richtlinien und -Merkblätter gibt einen guten Einstieg in jede Thematik.

Im DVS bist Du garantiert nicht allein. Rund 18.000 Mitglieder sind in unserem Verband schon organisiert.

Von Anfang an mittendrin, das ist der Vorteil als Mitglied im DVS.

M. Kelzenberg | B. Oefinger

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

Aachener Straße 172 40223 Düsseldorf

T +49 211 1591-170/-171

F +49 211 1591-370

mitglieder@dvs-home.de

3M · Air Liquide · ABICOR BINZEL · AUTOGEN-RITTER GmbH · AWS SCHÄFER The Pipe Technologists · BAVARIA SCHWEISSTECHNIK · BERGMANN STEFFEN Innovative welding solutions · BLACKBIRD

capilla
Internationale Schweißkompetenz
Made in Germany

CLOOS
Weld your way.

CORODUR
DAS ORIGINAL FÜLLDRAHT GMBH

CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
MEHR ALS NUR FÜLLDRAHT

DINSEO

DRAHPO
SCHWEISSZUSATZWERKSTOFFE

DURUM
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

EIPA
FOR A LONG RUN
WEAR PROTECTION

EISENBLÄTTER

SCHNELLER VORWÄRTS »
ERL
AUTOMATION

ewm
WE ARE WELDING

FEF
Besser fügen.

Ferro Umformtechnik
• schneiden • kanten • bearbeiten

FLIESS
SINCE 1915

Fronius

GeKa

GYS
INVEST IN THE FUTURE

HARRIS
A LINCOLN ELECTRIC COMPANY

HELLING
NDT
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Holch
Schweißbrenner

inelco grinders

KEMPER

DIFFU-THERM

KOCO

LINCOLN ELECTRIC

LORCH
smart welding

Wurzen GmbH

MEGMEET
WELDING TECHNOLOGY

MERKLE
Faszination Schweißen

MESSER
Cutting Systems

MESSER
Gases for Life

MIGATRONIC

MIG·O·MAT®
Die Experten rund ums Plasmaschweißen

Nederman

NIES

OTC
OTC DAIHEN EUROPE GmbH

Panasonic
CONNECT

PLYMOVENT®
clean air at work

pro beam

REHM®
Welding Technology

ROHRMAN
SCHWEISSTECHNIK

SL LASER

soyer

TEKA

THERMACUT®
THE CUTTING COMPANY®

thermoprozess
Gruppe

VAUTID®

WDI

DVS MEDIA

LASERSTRAHLLÖTEN VON ELEKTRONIKKOMPONENTEN

Fläche statt Punkt – der nächste Schritt des Laserstrahllötens

Shinichiro Kawakami

Laserstrahllöten verdrängt bei der Fertigung von Elektronikkomponenten zunehmend das Kolbenlöten. Jetzt kommt von Pionier Japan Unix die nächste Innovation: das Flächenlöten. Für welche Anwendungen diese Technologie geeignet ist und welche Vorteile sie hat, erläutert dieser Beitrag.

Schon vor rund 7000 Jahren, in der Kupfersteinzeit, begann die Menschheit, Metalle zu löten. Bastler benutzen dafür seit Jahrzehnten bis heute einen Lötkolben. Seine Spitze erhitzt das Beinchen des Elektronikbauteils und das Lötzinn, das sich verflüssigt und den Pin mit der Platine mechanisch und elektrisch sicher verbindet. Auch in der Industrie ist das sogenannte Kolbenlöten noch gang und gäbe. Dort wird allerdings nicht mehr manuell gelötet, diese Arbeit übernehmen Roboter. Sie setzen Lötpunkte präzise und schnell – seit 1979, als der 1974 gegründete Lötautomatisierungsspezialist Japan Unix aus Tokyo den ersten Lötroboter vorgestellt hatte.

Wo sehr kleine Elektronikkomponenten verarbeitet werden, wird Kolbenlöten zunehmend durch das Laserstrahllöten verdrängt, zum Beispiel in Smartphones, wo viele winzige SMT-Bauteile auf engem Raum auf der Leiterplatte platziert und elektrisch verbunden werden, ebenso in der Unterhaltungselektronik. Nicht mehr wegzudenken ist das Laserstrahllöten in der Automobilindustrie, wo Fahrzeuge gespickt sind mit mechatronischen Komponenten. Der Laser lötet nicht nur Elektronikbauteile wie Mikrochips, sondern auch mechanische Stecker, Batteriekontaktfedern, Stanzformteile und vieles mehr, auch auf Leiterplatten, die im Winkel zueinanderstehen und wo der Lötkolben nur schwer hinkommt.

Zahlreiche Vorteile durch Laserstrahllöten

Laserstrahllöten hat zahlreiche Vorteile. Einer ist der präzise Wärmeeintrag. Beim Lötkolben fließt die Hitze durch Wärmeleitung aus der Spitze in das Metall des Kontaktpunkts und in die umliegenden Bereiche der Leiterplatte sowie in den Draht mit dem Lot. Beim Laserstrahllöten dagegen entsteht die Hitze dadurch, dass das Laserlicht auf die Oberfläche des Metalls trifft. Ein physischer Kontakt findet nicht statt. Dabei steht die Hitze sofort zur Verfügung, und sie steigt annähernd linear an über die gesamte Fläche, auf die der Laserstrahl trifft. Mehr noch: Der Laserstrahl lässt sich optimal auf die drei Phasen

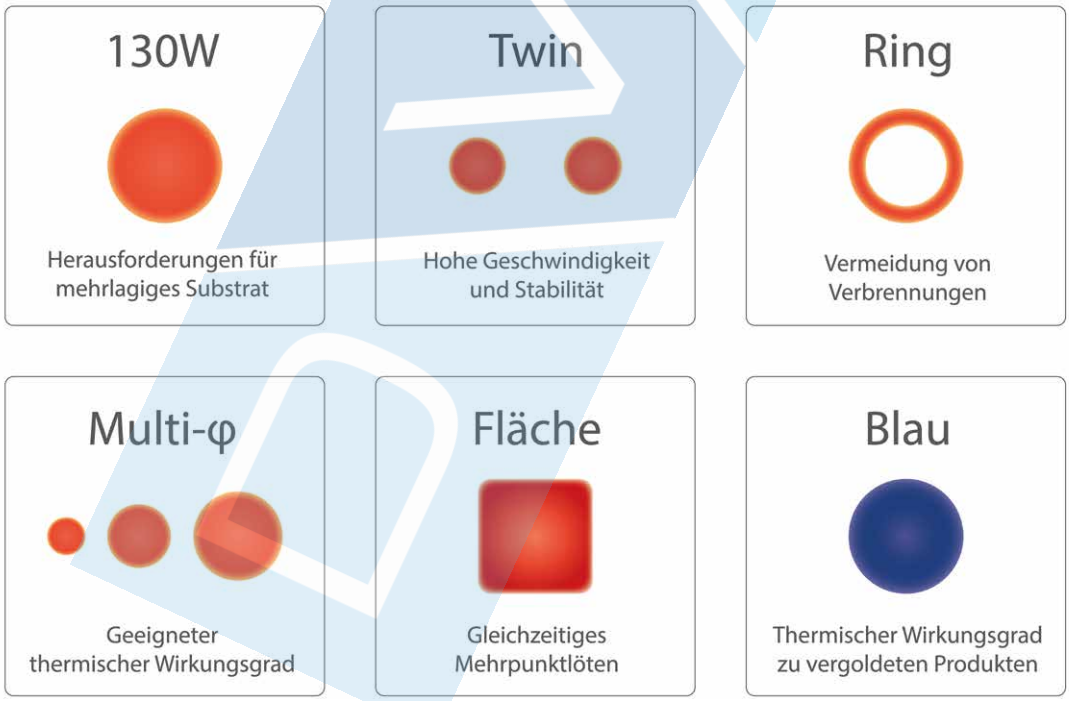


Bild 1: Die patentierten Laserstrahlformen eignen sich für verschiedenste Lötanwendungen. (© Japan Unix)

des Lötvorgangs anpassen – Vorheizen der Lötstelle mit geringerer Energie, Heizen mit höherer Energie beim Einfüllen des Lots sowie Nachheizen. Der Lohn ist eine nach dem Abkühlen perfekt geformte Lötstelle mit hoher Festigkeit und langer Haltbarkeit. Weitere Vorteile des Laserstrahllötens:

- Laserstrahllöten arbeitet kontaktlos, das vermeidet Schäden an empfindlichen Bauteilen durch mechanische Kräfte.
- Laserstrahllöten lässt sich gut automatisieren mit stabilen Prozessparametern bei hoher Geschwindigkeit.
- Für ultrakleine Bauteile auf eng bestückten Leiterplatten lässt sich der Laserstrahl auf Punkte kleiner als 300 µm konzentrieren, auch in zerklüfteten Leiterplatten, durch enge Öffnungen hindurch.
- Der Laserstrahl arbeitet blitzschnell, das mindert die Gefahr einer Überhitzung empfindlicher Elektronikbauteile. Wenn Bauteile gefügt werden müssen, die aus unterschiedlichen Metallen mit verschiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten bestehen, verringert der Laserstrahl die Gefahr, dass sich das Bauteil nach dem Erkalten verzieht.
- Das Verfahren arbeitet nahezu verschleiß- und wartungsfrei, es benötigt zum Beispiel keine Lötspitzen, das spart Kosten.

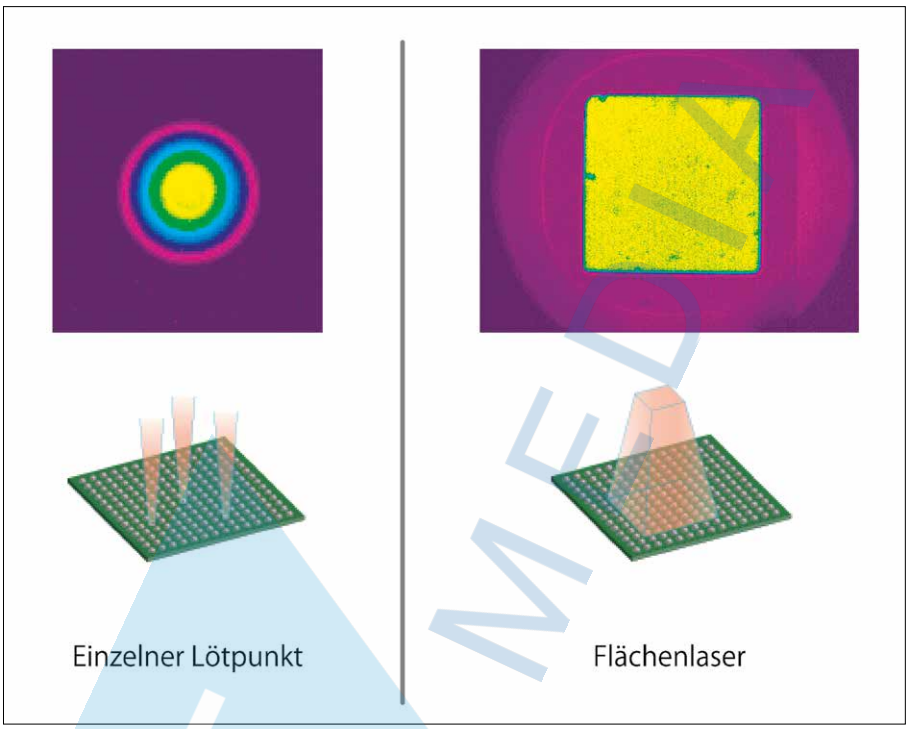


Bild 2: Flächenlöten mit Laserstrahltechnologie ermöglicht effizientes Löten von vielen Lötpunkten gleichzeitig. (© Japan Unix)

Japan Unix war beim Laserstrahllöten Vorreiter mit gleich mehreren Technologien. Da ist einmal der „Multi-Phi"-Laser, bei dem sich der Durchmesser des Laserstrahls zwischen 0,6 und 3,0 mm variieren lässt. Dabei muss der Abstand vom Laser zur Platine nicht verändert werden, der Durchmesser wird allein durch eine spezielle Konfiguration optischer Fasern und Linsen bestimmt. Die Leistung des Lasers passt sich automatisch an und wird sehr effizient in thermische Energie umgewandelt. Durch die Variabilität lässt sich der Laser an unterschiedliche Lötmuster auf der Platine anpassen, dabei bekommt jeder Lötpunkt genau

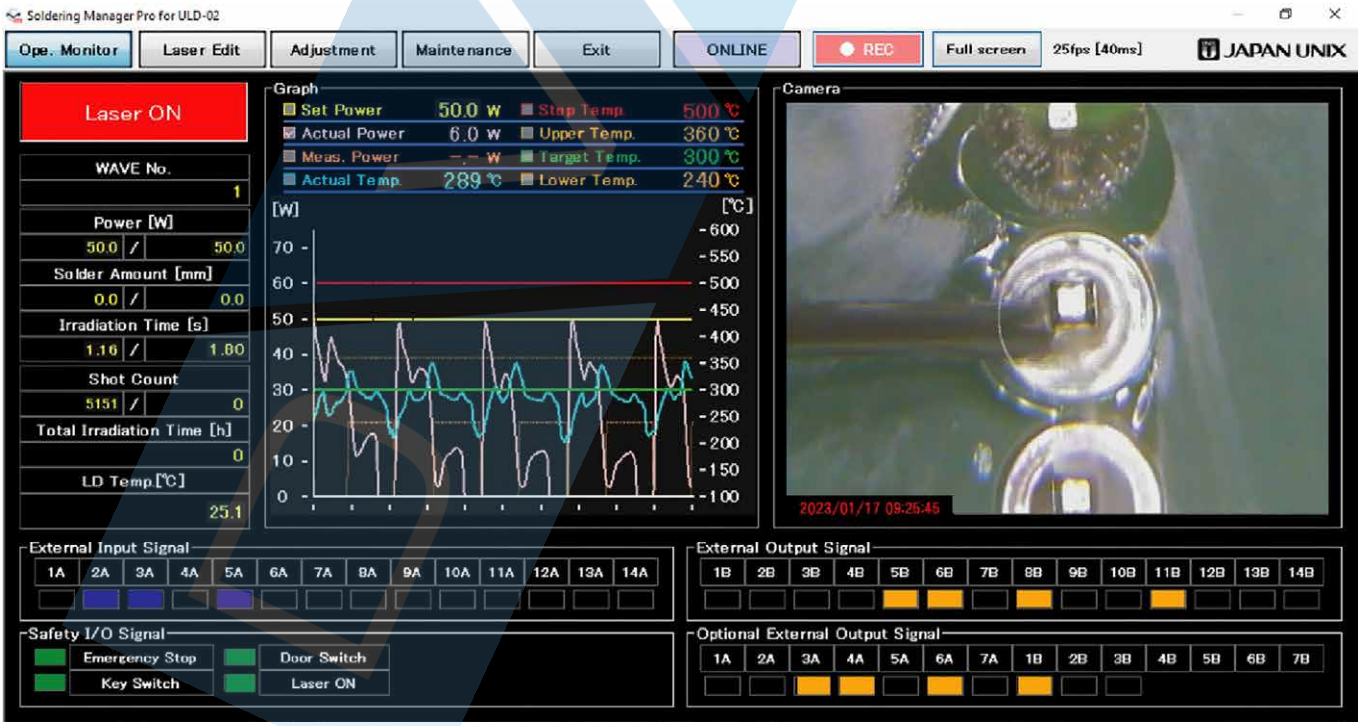


Bild 3: Der „Soldering Manager" visualisiert den Lötprozess in Echtzeit. (© Japan Unix)

den richtigen Durchmesser und die richtige Leistung des Lasers – so viel wie nötig für eine optimale Verbindung, aber auch nicht mehr als nötig für eine minimale Belastung der Bauteile.

Eine weitere Entwicklung von Japan Unix ist der „Odd-Shape"-Laser, was man mit „ungewöhnlicher Form" übersetzen könnte. Dieser Laser-Typ kann sehr unterschiedliche Lichtmuster erzeugen: ringförmige, ovale, quadratische sowie durch einen „Twin-Spot"-Laser auch zwei getrennte Lichtpunkte. Das ist von Vorteil bei komplexen Elektronikkomponenten, der Laserstrahl passt sich an jeden einzelnen Lötpunkt an. Für alle diese Möglichkeiten gibt es sinnvolle Anwendungen. So ist der ringförmige Lichtstrahl ideal, wenn das Platinenmaterial schwarz ist oder auf der Rückseite empfindliche Komponenten sind. Dann besteht nämlich die Gefahr, dass der Strahl durch das Loch des Lötpunkts fällt und die Platine oder das auf der anderen Seite befindliche Bauteil stark erhitzt und möglicherweise beschädigt. Die „Twin-Spot"-Option dagegen erlaubt höhere Geschwindigkeiten durch simultanes Bearbeiten von zwei Lötpunkten (**Bild 1**).

Flächenlöten erfasst mehrere Lötpunkte auf einmal

Der „Twin-Spot"-Laser ist aber erst der Anfang. Interessant wäre es, wenn man nicht nur zwei Lötpunkte auf einmal verarbeiten könnte, sondern möglichst viele kleine Lötpunkte in kleinen Bereichen. Dafür eignet sich das Flächenlöten, das Japan Unix als erster Anbieter auf der „Productronica" 2023 vorgestellt hat. Beim Flächenlöten wirft der Laser eine rechteckige Lichtfläche auf die Platine, wodurch gleich mehrere Lötpunkte auf einmal erfasst werden (**Bild 2**). Das eignet sich für unterschiedliche Anwendungen. Eine ist das Löten von SMT-Komponenten auf der Oberfläche einer Platine. Diese werden häufig in Reflow-Öfen verarbeitet, wobei auch die Elektronikkomponenten miterhitzt werden. Der Flächenlaser dagegen erhitzt nur den Bereich, wo sich die Lötpunkte befinden. Das reduziert die Hitzelast und spart Energie, außerdem braucht der Flächenlaser weniger Platz als ein Reflow-Ofen.

Müssen sehr viele regelmäßig angeordnete Pins gelötet werden, etwa die Kontakte eines Steckverbinders, kann das helle Rechteck des Flächenlasers genau auf diesen Bereich angepasst werden. Es ist sogar möglich, das Lichtfenster wie eine bewegliche Taschenlampe mit konstanter Geschwindigkeit über die Lötpunkte streichen zu lassen. Das Ergebnis ist verblüffend. Wenn ein Pin in das Lichtfenster tritt, schmilzt die Lotpaste auf, und wenn der Pin das Fenster wieder verlässt, sind Pin und Lötpunkt perfekt verbunden. Die Energie, die während der Beleuchtung auf die Lötstelle trifft, ist genau richtig bemessen.

Für die Anwender hat das Flächenlöten einen enormen Vorteil: Die Prozesszeiten halbieren sich glatt auf die Hälfte, beziehungsweise in der gleichen Zeit können doppelt so viele Lötpunkte verarbeitet werden. Für die Massenfertigung etwa für die E-Mobilität ist das ein echter Gamechanger. Mit den Prozesszeiten sinken auch die Kosten deutlich, was gerade in der preissensiblen Automobilindustrie Zuspruch finden dürfte. ■

Shinichiro Kawakami
Manager International Sales
für DACH und Benelux,
Japan Unix,
kawakami@japanunix.com

Interview: 50 % Zeitersparnis durch Flächenlöten

Lötroboter, Laserstrahllöten, „Multi-Phi-Laser" und jetzt das Flächenlöten: Japan Unix war immer Vorreiter. Was ist der Grund dafür?
Shinichiro Kawakami: Japan Unix gibt es seit 50 Jahren, dadurch haben wir sehr viel Erfahrung. Und wir beschäftigen uns nur mit Löten, darauf fokussieren wir uns voll und ganz. Unsere Wettbewerber bieten noch viele weitere Maschinen im Produktionsumfeld an, entsprechend weniger Zeit können sie in die Entwicklung neuer Löttechnologien stecken.

Gibt es für das Flächenlöten bereits Best Practices?
Shinichiro Kawakami: Schon einige, vor allem in der Automobilindustrie, aber bisher hauptsächlich in Japan. Es ist nicht leicht für uns, in Deutschland Fuß zu fassen, weil es einige deutsche Lötspezialisten gibt und wir unsere Vorteile erst einmal im direkten Einsatz präsentieren müssen. Aber wir sind mit einigen Automobilherstellern im Gespräch.

Womit wollen Sie diese überzeugen?
Shinichiro Kawakami: Die Technologie des Flächenlötens spart nachweislich Zeit, teilweise über 50 %. Das ist für die Massenfertigung in der Automobilindustrie hochinteressant, und das bietet auch kein Wettbewerber. Außerdem bieten wir mit unserem Produkt „Soldering Manager" (**Bild 3**) die Möglichkeit, den Lötvorgang zu visualisieren und die Daten zu speichern. So kann der Kunde sofort reagieren, wenn die Qualität nicht stimmt, und das auch noch Jahre zurückverfolgen. Deshalb sind wir optimistisch, dass man künftig mehr Laserstrahl-Lötroboter von Japan Unix in Deutschland sehen wird.

WERBUNG MIT WEITBLICK
SCHWEISSTECHNIK

PRINT | ONLINE | VERANSTALTUNGEN

WENN´S UM SCHWEISSEN GEHT

MEDIADATEN 2024
JETZT ABRUFEN!

SCAN ME !

Markus Winterhalter
☎ +49 211 1591-142
markus.winterhalter@dvs-media.info

DVS MEDIA

ENERGIEEFFIZIENTER EINSATZ VON ABSAUG- UND FILTERANLAGEN

Durch kluge und vorausschauende Systemauslegung Energiekosten reduzieren

Dr. Stefan Jakschik, Stefan Meißner, Löbau, Bork Honscha

Die Energiekrise ist das große Schreckgespenst für die europäische Wirtschaft. Steigende Strom- und Gaskosten bei gleichzeitig steigenden Preisen in der Lieferkette bringen so manches Unternehmen an den Rand der Existenz. Doch jede Krise bietet bekanntermaßen auch Chancen – speziell für den energieoptimierten Einsatz von Produktionstechnik und Zubehör.

Der Einsatz von Anlagen zur Luftreinhaltung ist beim Großteil der produzierenden Unternehmen zum Standard geworden. Zum einen bedingt durch den eigenen Anspruch, Mitarbeiter, Fertigungsausrüstung und Produkte vor dem Einfluss luftgetragener Schadstoffe und Emissionen zu schützen – zum anderen durch gesetzliche Vorgaben und Regelwerke.

In Zeiten, in denen der Anspruch an die Energieeinsparung zunehmend steigt, scheint der Einsatz von Absaug- und Filteranlagen allerdings eher ein notwendiges Übel zu sein. Dabei liegt genau hier die Möglichkeit, über einen längeren Zeitraum viele tausend Euro einzusparen. Der Ansatz zur Energieeinsparung liegt allerdings nicht darin, die Leistung der Systeme zu reduzieren. Denn um ein Maximum an Emissionen wie Laserrauch, Lötrauch, Stäube oder Dämpfe zu beseitigen, müssen die Absauganlagen ihre volle Leistung erbringen. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Auslegung der Gesamtsysteme.

Angepasstes Gesamtkonzept

Eine Absaug- und Filterlösung besteht in der Regel nicht nur aus einem Gerät, sondern beinhaltet Erfassungselemente, Absaugarme, Luftleitungen usw. Es handelt sich zumeist um ein Gesamtkonzept, dass den arbeitstechnischen Situationen in einer Fertigungshalle oder Werkstatt angepasst ist. So kann eine Absauganlage als mobile Lösung bei wechselnden Arbeitsplätzen eingesetzt werden. Sie kann ebenso als zentrale Absaugung für mehrere Arbeitsplätze oder bei automatisierten Materialbearbeitungen genutzt werden (**Bild 1**).

Die Einsatzmöglichkeiten sind dabei sehr vielfältig und hängen von unterschiedlichsten Parametern ab. Diese einzeln zu betrachten, würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen; und doch haben sie eines gemeinsam: Eine optimale Auslegung kann Geld sparen, viel Geld. Für eine effiziente Anlagenauslegung sind eine Reihe von Kriterien entscheidend, die helfen, signifikant Kosten zu sparen. Diese sollen im Folgenden erläutert werden.

Abstand der Absaugung von der Entstehungsstelle des Schadstoffs

Schon intuitiv ist es nachvollziehbar, luftgetragene Schadstoffe/Emissionen optimalerweise direkt an der Stelle ihrer Entstehung abzusaugen. Dabei gilt es zu beachten, dass durch thermische Effekte oder Querströmungen Verwirbelungen auftreten, die eine nahezu vollständige Absaugung unmöglich machen. Hinzu kommt, dass für den Transport der luftgetragenen Schadstoffe in der Luft bestimmte Geschwindigkeiten nötig sind. Dies führt dazu, dass schon bei einem doppelten Abstand zum Entstehungspunkt der vierfache Volumenstrom notwendig wird (**Bild 2**). Der Volumenstrom ist direkt proportional zum Energieverbrauch – es müssten die vierfachen Energiekosten aufgewendet werden.

Auslegung der Rohrleitung

Die Rohrleitung bestimmt im Wesentlichen den Transport des Absaugguts. Generell gilt: Je schwerer das Absauggut, desto höher die Strömungsgeschwindigkeit. Diese geht sogar zur dritten Potenz in den Energieverbrauch ein. Das heißt, die Wahl der Strömungsgeschwindigkeit – ergo des Querschnitts der Rohrleitung – sollte mit äußerster Sorgfalt erfolgen, da sie exponentiell den Energieverbrauch bestimmt. Darüber hinaus ist der Druckverlust der Rohrleitung entscheidend. Knicke, Verzweigungen, raue Innenwände, usw. können hier zu hohen Kosten führen, die sich vermeiden lassen, wenn schon in einer frühen Phase der Entwicklung diese Rohrleitungen sorgfältig ausgelegt werden.

Bild 1: Mobil und stationär nutzbar – Filteranlage „LAS 260.1“ zur Laserrauchabsaugung (© ULT AG)

Auslegung der Filter

Wie auch bei den vorangegangenen Komponenten ist bei Filterelementen der Druckverlust der entscheidende Faktor, denn Druck geht linear in den Energieverbrauch ein. Es gibt Filter mit sehr geringem Druckverlust, z. B. Patronenfilter und sogenannte Pleat-Speicherfilter (ein Pleat-Filter (pleat = Falte) ist ein Schwebstofffilter aus besonders dicht gefaltetem Material). Diese haben eine große Oberfläche und können sehr dünn gebaut werden. Im Vergleich dazu können Starrkörperfilter und einfache Filtermatten schnell bis zum Zehnfachen des Druckverlusts aufweisen. Experten müssen auch hier das passende Filtersystem für das Filtergut auswählen. Prinzipiell hat jeder Filtertyp seine Einsatzberechtigung, doch ein Fokus auf den zukünftigen Energieverbrauch kann hier viele hundert Euro sparen. Übrigens: Abreinigbare Filter können regelmäßig automatisch vom Filtergut befreit werden und somit wieder für einen geringen Druckverlust im System sorgen. Das spart Kosten im Betrieb.

Wahl des Ventilators

Bei modernen Ventilatoren lassen sich die Drehzahlen regeln, zum Beispiel mittels EC-Technologie (EC = electronic commutated, bürstenloser Gleichstrommotor) oder durch Frequenzumrichter. Solche Systeme sind unbedingt zu empfehlen, da sich damit beispielsweise auch während des Betriebs der Anlage durch eine intelligente Steuerung das System immer am optimalen, also auch energiesparendsten Punkt betreiben lässt (**Bild 3**).

Der größte Einsparungsaspekt entsteht neben dem besseren Wirkungsgrad durch die Möglichkeit der Volumenstrom-Konstanthaltung.

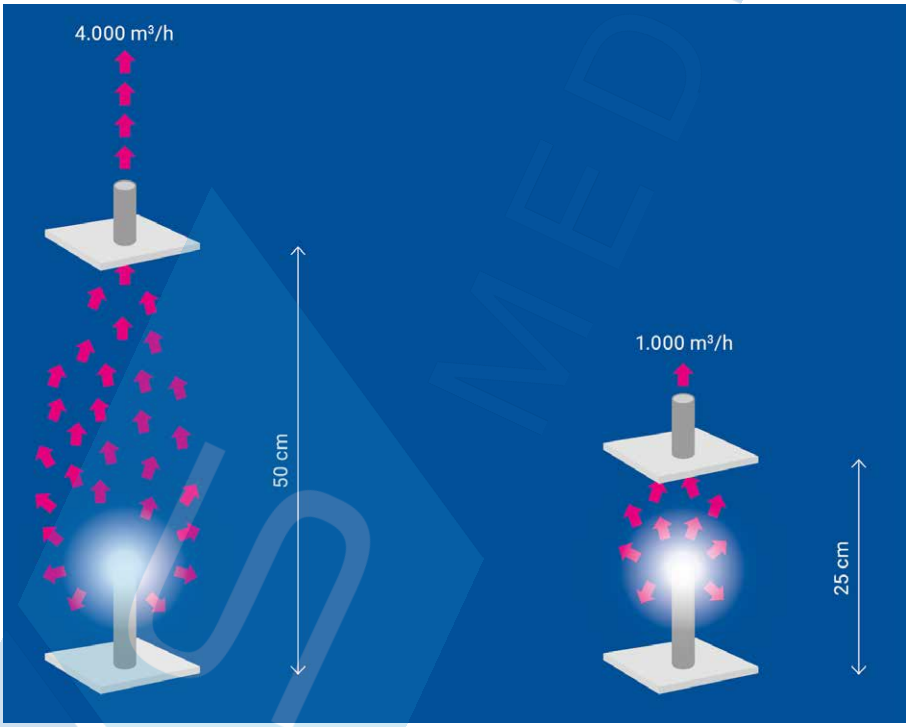


Bild 2: Abstand zwischen Erfassungselement und Schadstoffquelle (© ULT AG)

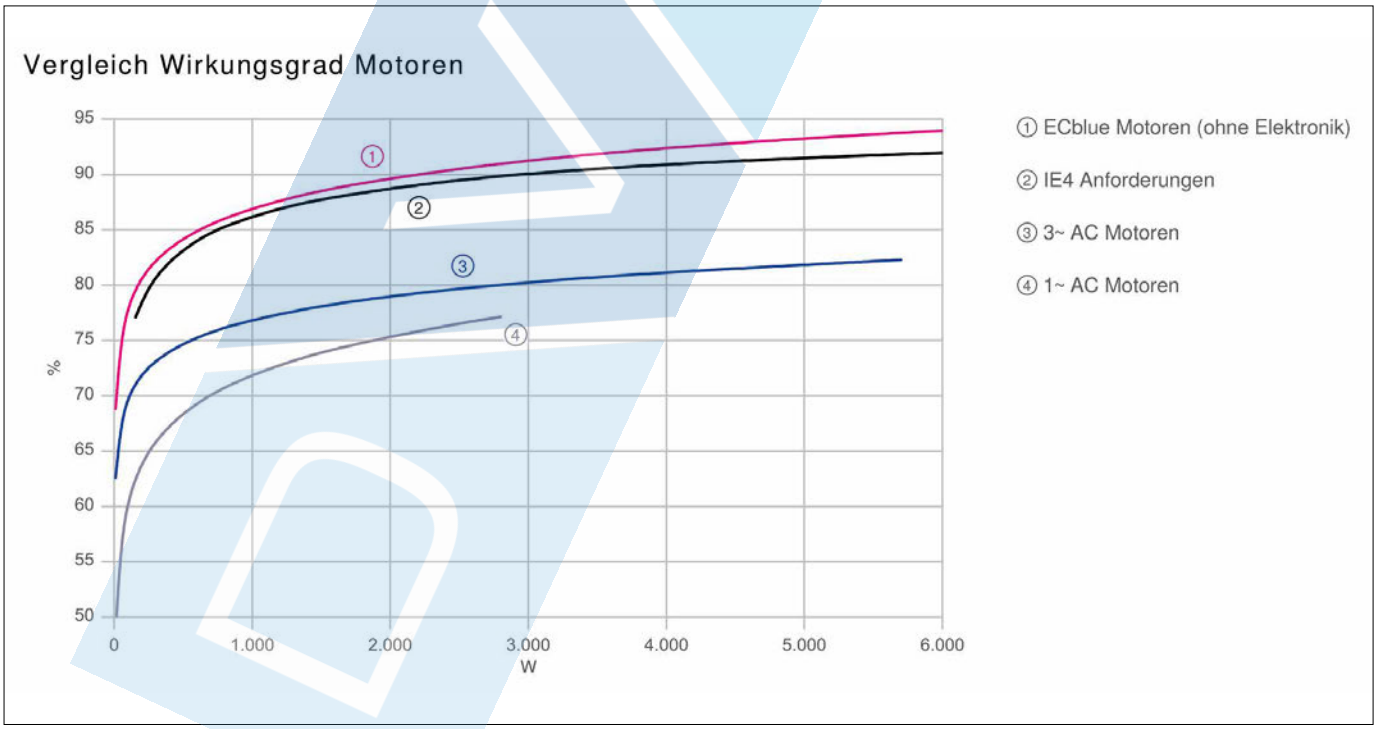


Bild 3: Vergleich der Wirkungsgrade von EC- und AC-Ventilatoren („ECblue“ = Produktbezeichnung der Öko-Motoren-Reihe von Ziehl-Abegg, IE4 = Energieeffizienzklasse bei Elektromotoren, 3~AC = 3-Phasen-Wechselstrom, 1~AC = 1-Phasen-Wechselstrom) (© Ziehl-Abegg SE)

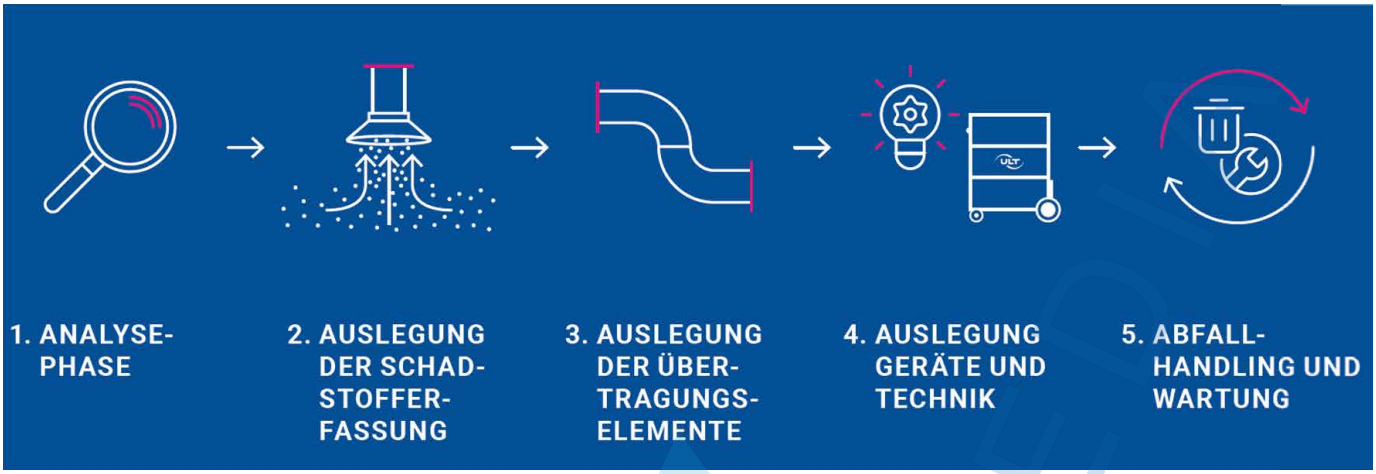


Bild 4: Auslegung eines Absaugsystems (© ULT AG)

Es wird in diesem Fall stets nur so viel abgesaugt wie nötig, was den Energieverbrauch deutlich senkt. Gepaart mit einer intelligenten Maschine-Maschine-Kommunikation, die zusätzlich den Volumenstrom dem aktuellen Bearbeitungsprozess anpasst, entsteht ein enormes Einsparpotenzial für Energie und benötigte Druckluft zur Filterreinigung. Durch diese Optimierung wird außerdem die Filterlebensdauer durch die im Durchschnitt gesenkte Filterflächenbelastung pro Zeit verlängert. Mit modernen Antriebseinheiten kombiniert man das Einsparpotenzial effizienter EC-Ventilatoren mit der Leistungsstärke eines Gehäuseventilators.

Betrieb der Absaug- und Filteranlage

Eine regelmäßige Wartung, Filtertausch bei verblockten Filtern und Kontrolle des Systems auf Verstopfungen usw. helfen, auch im Betrieb noch die Kosten zu minimieren. In vielen Systemen kann die Lüftungsanlage der höchste oder zweithöchste Verbraucher an Energie sein. Im Vergleich zu einer Anlagenwahl „aus dem Regal“ kann eine Anlagenauslegung (**Bild 4**) mit Fokus auf Energieeffizienz schnell zwei Drittel und mehr an Energie einsparen. Eine Absaug- und Filteranlage zur Schweißrauchabsaugung würde so beispielsweise statt 11 kWh nur 3 kWh verbrauchen. Bei den aktuellen Strompreisen würde das Einsparungen im fünfstelligen Euro-Bereich bedeuten.

Auslegung durch Fachleute

Eine vorausschauende und kluge Auslegung eines Absaug-Gesamtsystems bietet produzierenden Unternehmen die Chance, erhebliche Energieeinsparungen zu erzielen. Dabei sollten Fachleute die Auslegung vornehmen – gemeinsam mit dem Kunden. Halbwissen oder Billigware sind die größten Gefahren für eine positive Energiebilanz, denn die energetischen Auswirkungen eines Gesamtkonzepts können nur durch Expertenwissen optimiert werden. ■

Dr. Stefan Jakschik
Vorstand, ULT AG,
ult@ult.de

Stefan Meißner
Unternehmenskommunikation,
ULT AG,
stefan.meissner@ult.de

Bork Honscha
Produktentwicklung,
Novus air GmbH,
b.honscha@novusair.com

DVS MEDIA

Aktuelle Auflage 2023

Schweißen im Stahlbau

Normen für die Herstellerzertifizierung nach DIN EN 1090-1

Schlosserei-, Metall- und Stahlbaubetriebe müssen seit Juli 2012 für tragende Bauteile aus Stahl und Aluminium, die als Bauprodukte in Verkehr gebracht werden sollen, einen Konformitätsnachweis nach DIN EN 1090-1 erbringen. Dieses Normen-Handbuch stellt alle hierfür benötigten Normen sowie DVS-Merkblätter und -Richtlinien zu Bereichen, wie Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe, Ausführung von Stahltragwerken, technische Lieferbedingungen für Erzeugnisse aus Baustählen oder Arten von Prüfbescheinigungen, Schweißaufsicht, schweißtechnische Qualitätssicherung und weitere bereit.

DIN-DVS-Normen-Handbuch

Schweißen im Stahlbau

Normen für die Herstellerzertifizierung nach DIN EN 1090-1

Jochen W. Mußmann
Erscheinungstermin: August 2023
8. aktualisierte und erweiterte Auflage, 1210 Seiten
Best.-Nr.: 502660, ISBN: 978-3-96144-187-7

Preis: 240,00 EUR

Auch als E-Book erhältlich!
Sonderpreis Buch + E-Book: 312,00 EUR

Neu aufgenommene oder überarbeitete Dokumente:

- **DIN EN ISO 3834 2022-01** – Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen – Teil 1: Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualtiätsanforderungen (ISO 3834-1:2021); Deutsche Fassung EN ISO 3834-1:2021
- **DIN EN ISO 3834 2021-08** – Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen – Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 3834-2:2021); Deutsche Fassung EN ISO 3834-2:2021
- **DIN EN ISO 3834 2021-08** – Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen – Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3:2021); Deutsche Fassung EN ISO 3834-3:2021
- **DIN EN ISO 5817 2023-07** – Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2023); Deutsche Fassung EN ISO 5817:2023
- **DIN EN ISO 15610 2023-06** – Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Qualifizierung aufgrund des Einsatzes von geprüften Schweißzusätzen (ISO 15610:2023)

Eine Liste aller enthaltenen Normen und sonstigen Dokumente finden Sie in der Produktbeschreibung in unserem Webshop.

DVS Media GmbH • Aachener Straße 172 • 40223 Düsseldorf
T +49 2 11 15 91-162 • F +49 2 11 15 91-150 • vertrieb@dvs-media.info • www.dvs-media.eu

STAND DER TECHNIK BEIM HANDGEFÜHRTEN LASERSTRAHLSCHWEISSEN

In der Praxis angekommen

Simon Jahn, Martin Schmitz, Robert Prowaznik, Johannes Lange

Spätestens seit der letzten Weltleitmesse „Schweißen & Schneiden“ im Jahr 2023 sind handgeführte Laserstrahlschweißsysteme in das Interesse von Anwendern gerückt. Dies ist im Wesentlichen auf zwei Faktoren zurückzuführen. Zum Ersten sind die Kosten für ein entsprechendes System in den letzten Jahren deutlich gefallen. Zum anderen besteht wirtschaftlicher Druck bei der Herstellung von Schweißerzeugnissen, auch aufgrund des Fachkräftemangels. Im Bericht wird auf verschiedene Aspekte des handgeführten Laserstrahlschweißens eingegangen.

Bild 1: Typischer Handschweißlaser (links) und Arbeitsraum (rechts) (© ifw Jena)

Die Laserstrahlquelle ist ein wesentlicher Kostenpunkt bei handgeführten Laserstrahlschweißsystemen. War bis vor wenigen Jahren der Preis von 1 kW Laserstrahlleistung weit im sechsstelligen Bereich, so sind heute Strahlquellen mit 1 kW bereits im mittleren vierstelligen Bereich auf dem Markt verfügbar. Dadurch können Systeme bereits um 10.000 Euro angeboten werden.

Um wirtschaftlich auftreten zu können, besteht ein hohes Interesse, die Produktivität beim manuellen Schweißen zu erhöhen. Hier bietet das handgeführte Laserstrahlschweißen ebenso Vorteile. Es kann schneller geschweißt und dabei der Verzug reduziert werden. Dadurch ist es möglich, den Durchsatz zu erhöhen, wenn die Randbedingungen stimmen. Weiterhin belegen Berichte und Erfahrungen der Autoren, dass auch weniger erfahrenes Personal prüfgerechte Schweißnähte erzielen kann.

Vergleichbar mit handgeführten Lichtbogenschweißprozessen

Im Allgemeinen werden unter dem Begriff „Handschweißlaser“ (**Bild 1**) Systeme verstanden, bei denen der Laserkopf feststeht und die Schweißbewegung durch händisches Verschieben oder Bewegen des Werkstücks erfolgt. Auch werden darunter Anlagen verstanden, bei denen der Laserkopf mechanisiert/teilautomatisiert verfahren wird und die Bewegung des Laserkopfs oder des Werkstücks über einen Joystick gesteuert wird.

Das handgeführte Laserstrahlschweißen (**Bild 2**) ist dagegen vergleichbar mit handgeführten Lichtbogenschweißprozessen. Ein Handstück/Schweißkopf/Pistole wird über das Werkstück geführt, als Energie zum Aufschmelzen des Werkstoffs kommt jedoch kein Lichtbogen, sondern kohärente Strahlung zum Einsatz. Der Schweißkopf befindet sich in der Hand des Schweißers („Handstück“) und wird von diesem geführt.

Kosten und Handhabung kein Hemmschuh mehr

Historisch betrachtet wurde ein erstes Patent (DE2145921 – Einrichtung zur Materialbearbeitung durch ein Laserstrahlungsbündel mit einem biegsamen Lichtleiter) zum handgeführten Laserstrahlschweißen bereits 1971 in Deutschland angemeldet, und Ergebnisse zum Schweißen wurden von Nath 1974 veröffentlicht [1]. Danach folgten weitere Patente weltweit, unter anderem für verschiedene Bearbeitungsköpfe, wie die Pistolenform, um 1980 (US 4237364 – Welding tool and method), für die Integration von Sensorik oder auch der Werkstoffzufuhr. Wesentliche Hemmnisse für die breite Nutzung waren jedoch die Kosten für die Strahlquelle und die teilweise unhandliche Systemtechnik des Handstücks.

Seit der Jahrtausendwende gab es immer wieder Phasen, in denen die Thematik des handgeführten Laserstrahlschweißens in den Vordergrund kam, beispielsweise nach der

Bild 2: Handgeführte Laserstrahlschweißsysteme (© ifw Jena)

Bild 3: Handstücke zum einachsigen (links) und zweiachsigen (Mitte) Pendeln sowie mit aktiver Plasmaüberwachung (rechts) (© ifw Jena)

Einführung des Laserstrahlschweißens im Automobilbau und durch den Wunsch nach prozessgleichen Reparaturverfahren oder zum Schweißen von Kunststoffen mit handgeführten Laserprozessen. So wurde bereits 2011 ein Abschlussbericht für „Konstruktive Sicherheitseinrichtungen für handgeführte Laser zur Materialbearbeitung“ veröffentlicht [2].

Es existierten Bearbeitungsköpfe, die die Laserstrahlung vollständig gegen die Umwelt abschirmten. Nachteilig waren jedoch Gewicht und Größe sowie daraus resultierend die schwierige Handhabung. Erst seit Beginn der 2020er Jahre sanken die Kosten für 1-kW-Laserstrahlquellen in einen Bereich, der eine weitere Verbreitung des Prozesses erlaubt. Weiterhin konnte eine Miniaturisierung der Handstücke erzielt werden. Aktuell werden Komplettsysteme im unteren fünfstelligen Eurobereich angeboten.

Systemaufbau und Unterschiede

Die aktuell angebotenen Systeme bestehen aus den folgenden Komponenten: Laserstrahlquelle mit Steuerung, Lichtleitfaser („Schlauchpaket“), Handstück und optional Drahtförderung. Je nach Ausführung sind die Komplettsysteme tragbar bzw. auf einen Rollwagen installiert. Die aktuell kommerziell angebotenen Systeme sind mit einer Faserlaserstrahlquelle ausgestattet, die bis zu 4 kW Leistung aufweisen können. Es werden sowohl Multimode- als auch Singlemode-Ausführungen angeboten, wobei letztere typischerweise einen kleineren minimalen Fokusdurchmesser bieten. Abhängig von der maximalen Leistung und dem Aufbau der Strahlquelle sowie dem zu schweißenden Werkstoff sind zurzeit Einschweißtiefen bis zu 7 mm realisierbar. Weiterhin unterscheiden sich die Kühlungen der Strahlquellen. Es werden sowohl wasser- als auch luftgekühlte Systeme angeboten. Entscheidend ist die Einschaltdauer bei eingestellter Leistung. Hier unterscheiden sich die Systeme, unabhängig von der Kühlungsausführung.

Im Schlauchpaket werden Medien (Gas, teilweise Kühlwasser), Steuerleitungen sowie die Laserstrahlung in einer Lichtleitfaser zum Handstück geführt. Die Handstücke variieren im Aufbau, insbesondere hinsichtlich des Pendelns des Laserstrahls. Es gibt einachsige (quer zur Vorschubrichtung) oder zweiachsige (quer und in Vorschubrichtung) Umsetzungen (**Bild 3**). Die Aufbauvariante wirkt sich auch auf das Gewicht und die Dimensionen aus.

Soll mit Zusatzwerkstoff geschweißt werden, unter anderem, um die Spaltüberbrückbarkeit zu erhöhen, so ist eine Drahtförderung erforderlich. Wiederum unterscheiden sich die Ausführungen unter anderem hinsichtlich einer kontinuierlichen oder gepulsten Drahtförderung sowie Drahtrückzug.

An den Systemen können vielfältige Parameter eingestellt werden. Neben der Laserleistung sind dies die Betriebsart (Dauer(cw)- oder Puls-Betrieb) sowie Strahlpendelfrequenz und -weg bzw. -figur und deren Größe bei zweiachsigem Pendeln. Bei der Strahlpendelfigur sind neben Kreisen auch komplexere Figuren möglich, um damit Einfluss auf die Wärmeinbringung zu nehmen (**Bild 4**).

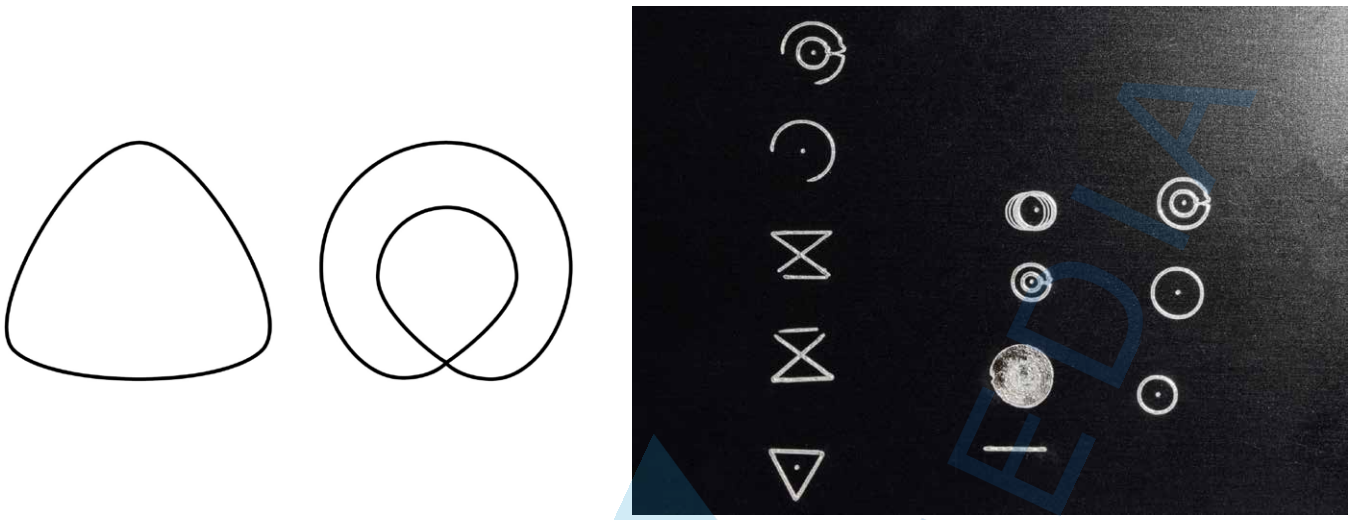


Bild 4: Strahlpendelfiguren beim zweiachsigen Strahlpendeln: Prinzipskizzen (links) sowie als Gravur auf eloxiertem Blech (rechts) (© ifw Jena)

Je nach System können weiterhin der Fokusdurchmesser (sowohl über Abstandsrohr als auch über elektronische Ansteuerung möglich) und die Schweißdüsen, die neben der Kontaktherstellung für den Sicherheitskreis auch der Führung dienen, variiert werden. Die Parameter wirken sich unter anderem auf die Schweißgeschwindigkeit, die Einschweißtiefe, die Nahtbreite und den Einbrand an den Flanken aus.

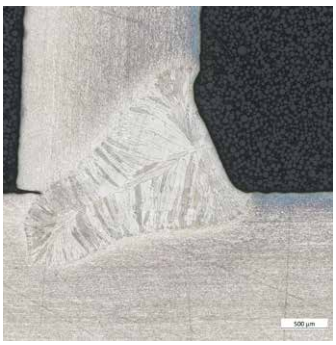
Vielfältige Sicherheitsanforderungen

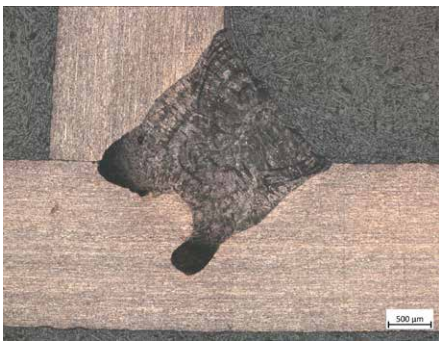
Zum Betrieb eines handgeführten Laserstrahlschweißsystems ist organisatorisch ein Laserschutzbeauftragter im Unternehmen zwingend erforderlich. Die Systeme sind der Laserklasse 4 („offenes Lasersystem“) zuzuordnen. Daher sind beim Betrieb die Vorschriften der Lasersicherheit besonders zu betrachten. Es wird dabei unterschieden zwischen dem Schutz des Schweißers und dem Schutz von Dritten. Firmen, die bereits eine Laseranlage einsetzen, beispielsweise zum Schneiden, erfüllen die Anforderung schon. Neueinsteigern ist dies jedoch oft nicht bekannt, was ein Risiko darstellt.

Schweißerseitig muss das System Sicherheitsanforderungen erfüllen und darf die Laserstrahlung nur bei der Einhaltung bestimmter Bedingungen freigeben. Die meisten Systeme bieten eine mehrstufige Überwachung. Die erste Stufe ist Kontaktüberwachung: Der Laserstrahl wird nur freigegeben, wenn elektrischer Kontakt zwischen Handstück und Werkstück besteht („Massekabel“ zwischen Werkstück und System). Als zweite Stufe fungiert eine Freigabetaste am Handstück mit Signalisierung „Laser an“. Für einen sicheren Einsatz besitzen die Systeme die geforderte dritte Stufe, um den Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich Laserschutzverordnung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV) oder der Berufsgenossenschaften (Hand-Laser-Maschinen (HLM) – Checkliste (Entwurf), BG ETEM [3]), zu entsprechen. Ausgeführt werden kann diese in Form eines Fußschalters oder einer Plasmaüberwachung.

Der Schweißer muss, vergleichbar mit dem Lichtbogenschweißen, persönliche Schutzausrüstung tragen. Es kann die Kleidung verwendet werden, die auch beim Lichtbogenschweißen genutzt wird. Es ist jedoch aufgrund von Reflexion der gestreuten Laserstrahlung und der werkstoffbedingten Entstehung von UV-Strahlung („UV-Strahlung bei der Handlasermaterialbearbeitung“ (DGUV-FP439) [4]) darauf zu achten, dass die Haut des Schweißers bedeckt ist (Handschuhe!). Zum Schutz des Gesichts und der Augen ist entweder ein Schweißerschutzhelm kombiniert mit einer Laserschutzbrille oder ein für den Lasereinsatz zugelassener Schweißerschutzhelm mit integrierter Laserschutzverglasung zu tragen.

Bild 5: Gefügeaufnahme mit Poren und Einbrandkerbe (© ifw Jena)





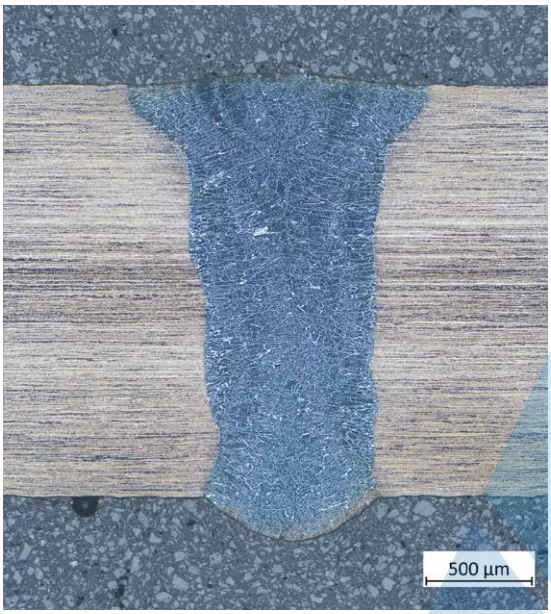


Bild 6: Gefügeaufnahmen von unterschiedlichen Schweißungen (© ifw Jena)

Beim Schweißen entstehen ebenso Rauche, die abzusaugen sind.

Der Arbeitsbereich ist gegen unberechtigtes Betreten zu sichern, um Dritte vor dem ungeschützten Aussetzen von Laserstrahlung zu schützen. Idealerweise kommen die Systeme in geschlossenen Räumen und Kabinen mit Decke zum Einsatz. Soll der Arbeitsbereich kranbar sein, sind Wände mit einer Mindesthöhe erforderlich. Bei ausreichender Raumhöhe und Kranabstand in der Höhe sollten die Wände von oben offenen Kabinen mindestens 2,8 m hoch sein. Zusätzlich ist, unabhängig von Ausführung mit oder ohne Decke, zwingend weitere hardwaretechnische Ausrüstung erforderlich: zum einen eine Signalisierung „Laser an“ außerhalb des Arbeitsbereichs, z. B. vor der Tür. Dies dient der Warnung vor Betreten eines Bereichs mit aktivem Lasersystem der Klasse 4. Zum anderen ist eine sogenannte Interlock-Steuerung notwendig. Sobald die Tür zum Arbeitsbereich geöffnet wird, muss die Laserstrahlung abgeschaltet werden. Weiterhin ist eine Laserschutzbrille für den Notfall außerhalb des Arbeitsbereichs griffbereit vorzuhalten.

Nach wenigen Stunden üben prüfbare Nähte

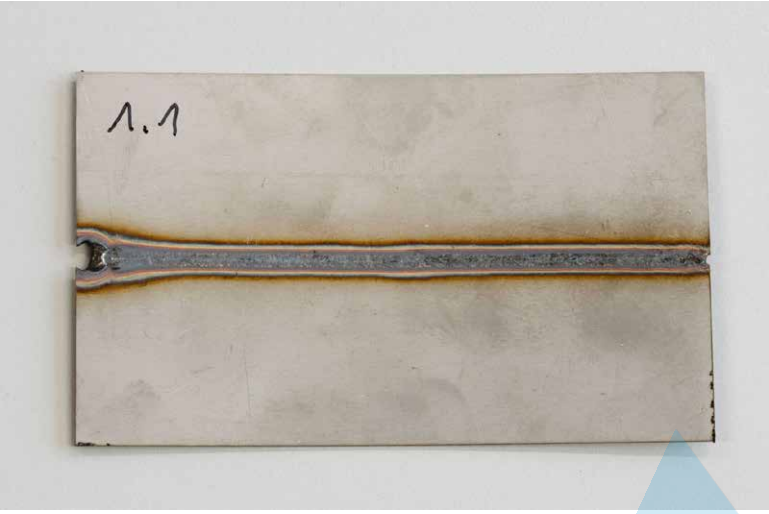
Am ifw Jena steht das handgeführte Laserstrahlschweißen mit Systemen, wie sie aktuell angeboten werden, bereits seit 2021 für die Forschung zur Verfügung. Bereits im ersten Jahr wurden Vergleiche mit dem WIG-Schweißen hinsichtlich der notwendigen Schweißerfahrung durchgeführt. So konnte ein Student nach einer Woche Schulung im WIG-Schweißen am letzten Tag zwei Werkstücke „zusammenbraten“, jedoch nach wenigen Stunden üben mit dem handgeführten Laserstrahlschweißen prüfbare Nähte erzeugen. Wichtig sind die Haltung des Handstücks sowie ein gleichmäßiges Führen mit der durch die Drahtförderung vorgegebenen Geschwindigkeit. Der eigentliche Schweißprozess ist nahezu nicht sichtbar für den Schweißer, das Pendeln zum Erfassen der Flanken erfolgt automatisch im Handstück. Die Erkenntnisse decken sich mit denen anderer, unter anderem von Caprio [5]. Dafür traten in einem Vergleich Anfänger gegen Profis an. Letztendlich sind alle Ergebnisse vergleichbar, sowohl in den Dimensionen der Schweißverbindungen als auch in der Festigkeit. Einzig die Schmelzbadbreitenvariation war bei den Profis geringer.

Andererseits ist festzuhalten, dass Personen mit jahrzehntelanger Schweißerfahrung keine besseren Ergebnisse, teilweise sogar wesentlich schlechtere Schweißnähte erzeugen. Zum einen verhält sich der Prozess „anders“ hinsichtlich der Sinneswahrnehmung (insbesondere Sehen und Hören), zum anderen ist das Vorgeben der Schweißgeschwindigkeit durch den Drahtvorschub ungewohnt.

Die erzielbaren Einschweißtiefen sind neben dem Werkstoff von der Leistung und der Art der Laserstrahlquelle abhängig. Aufgrund des kleineren Fokusdurchmessers bei Singlemode-Laserstrahlquellen (50–60 µm) im Vergleich zu Multimode-Ausführungen (typischerweise 100–150 µm) können damit um den Faktor 1,5 bis 2 höhere Einschweißtiefen erzielt werden. Aktuell werden 7 mm bei Stahl als maximale Tiefe aufgeführt. Mit einer 2-kW-Multimode-Laserstrahlquelle können in Stahl prozesssicher 4 mm Einschweißtiefe erzielt werden. Es können ein-seitige Vollanschlüsse im T-Stoß realisiert werden, jedoch muss dafür ein flacher Anstellwinkel des Handstücks gewählt werden.

Die Schweißgeschwindigkeit ist abhängig von Nahtgeometrie und -länge mindestens um den Faktor 2 höher, typischerweise im Bereich von 3- bis 5-fach. Auch dies bedeutet für erfahrene Schweißer eine Umstellung. Die Spaltüberbrückbarkeit ist ähnlich bzw. etwas geringer im Vergleich zum WIG-Schweißen. Insbesondere Bereiche mit breitem Spalt sind problematisch für das handgeführte Laserstrahlschweißen. Daher muss sowohl bei der Konstruktion als auch bei der Vorbereitung auf laserschweißgerechte Ausführung geachtet werden („Nullspalt“). Beim WIG-Schweißen hingegen können solche Bereiche „aufgefüllt“ werden. Positiv wirken sich geringe Heftschweißabstände bzw. spaltfreies Einspannen bei der Vorbereitung aus.

Sind die Prozessparameter korrekt eingestellt, können Schweißnähte erzeugt werden, die den höchsten Anforderungen gerecht werden. Ist



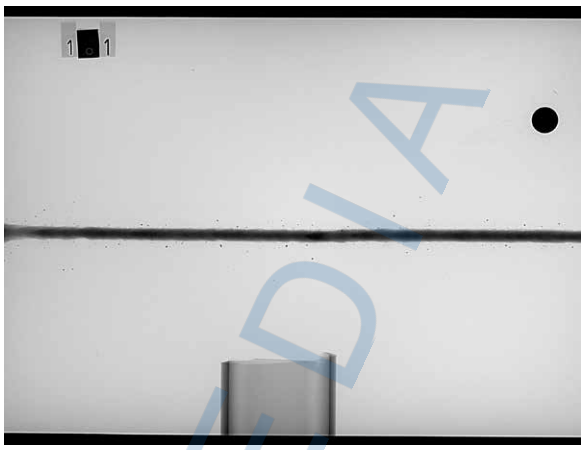


Bild 7: Handgeführte Laserstrahlschweißung: Makroaufnahme (links) und Röntgenaufnahme (rechts) (© ifw Jena)

dies jedoch nicht der Fall, treten insbesondere Unzulänglichkeiten in Form von Poren, sowohl als Kette als auch als Schlauch, im Inneren auf. Diese sind von außen nicht zu erkennen, weshalb für die Parameterentwicklung der Einsatz des Röntgens sehr zu empfehlen ist (**Bilder 5 bis 7**).

Insbesondere bei längeren Nähten ab 20 cm kommen die Vorteile der höheren Schweißgeschwindigkeit zum Tragen. Es wurde zum Leistungsvergleich ein Trichter geschweißt, bei dem für die eine Hälfte das WIG-Schweißen und für die andere Hälfte das handgeführte Laserstrahlschweißen zum Einsatz kam (**Bild 8**).

Es konnte mit dem handgeführten Laserstrahlschweißen eine höhere Schweißgeschwindigkeit von bis zu 140 cm/min im Vergleich zum WIG-Schweißen an den 1.4301-Blechen mit 2 mm Dicke erzielt werden. Unternehmen, die das Verfahren bereits einsetzen, berichten von 30 % mehr Durchsatz (Chrom-Nickel-Stahl-Schweißungen im Dünnblechbereich). Dies wird zum einen auf die höhere Schweißgeschwindigkeit und zum anderen auf den geringeren Richtaufwand zurückgeführt.

Prüfung der Handfertigkeit

Auch für das handgeführte Laserstrahlschweißen ist eine Prüfung der Handfertigkeit notwendig. „Diesen Handfertigkeitsnachweis führt DVS-PersZert aktuell als Sonderprüfung auf Basis der Normenreihe DIN EN ISO 9606 ff. durch“, so Michael Metzger, stellvertretender Geschäftsführer bei DVS-PersZert. Dies beinhaltet, dass die besonderen Randbedingungen durch die akkreditierte Prüfstelle des DVS e. V. analysiert und für die Durchführung von Prüfungen ins System eingearbeitet wurden. Eine Musterprüfbescheinigung ist in **Bild 9** abgebildet. Ein weiteres Regelwerk ist nicht notwendig. Ziel ist es jedoch, das handgeführte Laserstrahlschweißen als eigenen Prozess in die Norm zu integrieren. Dazu wurden erste Aktivitäten auf ISO-Ebene gestartet.

Die Erweiterung um das handgeführte Laserstrahlschweißen im Prüfungsportfolio bei DVS-PersZert versetzt Unternehmen zukünftig in die Lage, qualifiziertes Personal für das Laserstrahlhandschweißen rechtssicher einzusetzen. Einzelne DVS-Bildungseinrichtungen, z. B. das ifw Jena, sind bereits heute in der

Bild 8: Handgeführtes Laserstrahlschweißen am Trichter (© ifw Jena)

Lage, Lehrgänge und Prüfungsabnahmen im Bereich des handgeführten Laserstrahlschweißens anzubieten.

Vielfältiges Potenzial

Das handgeführte Laserstrahlschweißen bietet ein vielfältiges Potenzial, unter anderem von höherem Durchsatz, weniger Richtarbeit aufgrund der geringeren Wärmeeinbringung oder dem Einsatz von weniger erfahrenem Personal. Dennoch ist eine Qualifizierung der Schweißer notwendig, auch um auf die Gefahren durch Laserstrahlung einzugehen. Weiterhin erfordert der Einsatz des Verfahrens einen bestellten Laserschutzbeauftragten im Unternehmen und einen entsprechend den Anforderungen des Laserschutzes gestalteten Arbeitsbereich.

Um das volle Potenzial nutzen zu können, sind bereits bei der Konstruktion („auf Nullspalt") Einsatzvoraussetzungen zu beachten. Dies setzt sich bei der Kantenvorbereitung fort. Das handgeführte Laserstrahlschweißen ist eine Ergänzung der Schweißverfahren, wobei die Lichtbogenprozesse weiterhin ihre Berechtigung haben, beispielsweise bei kleinteiligen komplexen Geometrien oder hinsichtlich Erreichbarkeit. Sind jedoch längere Nähte, beispielsweise von 1,5 m Länge, zu schweißen und sind diese entsprechend vorbereitet, dann setzt aktuell vor allem hinsichtlich Schweißgeschwindigkeit beim händischen Schweißen das handgeführte Laserstrahlschweißen die Norm. ■

DVS PERSZERT | DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZP-17361-01-00 | Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung | ifw Jena

1 **Schweißer-Prüfungsbescheinigung**

2 Bezeichnung: **ISO 9606-1 521 P FW FM5 S t2 PB sl**

3 WPS - Bezug: 1234 — DVS-Prüfstelle: DVS-PersZert, PZA Thüringen

4 Name des Schweißers: **Max Mustermann** — Prüf.-Nr.: DE-13020459-9606-1-240110-07745

5 Legitimation: 123456789

6 Art der Legitimation: Personalausweis — Foto (falls nötig)

7 Geburtsdatum, -ort: 01.01.2001, Musterhausen

8 Beschäftigt bei: ifw Jena GmbH

9 Vorschrift/Prüfnorm: DIN EN ISO 9606-1:2017-12

10 Fachkunde: bestanden

11 Kenngrößen	Prüfstück	Geltungsbereich
12 Schweißprozess(e)	ISO 4063 - 521	521
13 Stromart/Polung	-	-
14 Produktform (Blech oder Rohr)	P	P
15 Nahtart	FW	FW
16 Werkstoffgruppe(n)	8 / DIN EN 10088-1 - 1.4301	-
17 Schweißzusatzgruppe	FM5	FM5
18 Schweißzusatz/Bezeichnung	S - DIN EN ISO 14343-A G 19 9 L	S
19 Schutzgas	DIN EN ISO 14175:N1	-
20 Hilfsstoffe	-	-
21 Werkstoffdicke (mm)	2,00	2,00 - 4,00
22 Rohraußendurchmesser (mm)	-	-
23 Schweißposition	PB	PB, PA
24 Schweißnahteinzelheiten	sl	sl

25 Zusätzliche Hinweise:

26 Art der Prüfung	Ausgeführt und bestanden	Nicht geprüft
28 Sichtprüfung	X	-
29 Durchstrahlungsprüfung	-	X
30 Bruchprüfung	X	-
31 Biegeprüfung	-	X
32 Kerbzugprüfung	-	X
33 Makroskopische Untersuchung	X	-
34 Zusätzliche Prüfungen *	-	X

Stempel:

Ort: Jena
Verlängerung nach: 9.3a
Datum des Schweißens: 10.01.2024
Gültig bis: **09.01.2027**

35 Bemerkungen:
SONDERPRÜFUNG gemäß der Prüfvorschrift nach Zeile "Vorschrift/Prüfnorm".
Die Bewertung wurde nach DIN EN ISO 13919ff durchgeführt.
Der angegebene Prozess in Zeile "Schweißprozess(e)" ist handgeführt.

36 A. Lüderitz
Unterschrift des DVS-Prüfers

37 Bestätigung der Gültigkeit durch die Schweißaufsichtsperson oder die Prüfstelle DVS-PersZert für die folgenden 6 Monate (Abschnitt 9.2)

38

Datum	Unterschrift	Dienststellung oder Titel

Datum	Unterschrift	Dienststellung oder Titel

39 * falls notwendig, Angaben auf Zusatzblatt

40 Übersetzung und weitere Angaben auf der Rückseite

DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. / DVS – German Welding Society
Aachener Str. 172, 40223 Düsseldorf, www.dvs-ev.de

Bild 9: Musterprüfbescheinigung für das handgeführte Laserstrahlschweißen (© ifw Jena)

Literatur

[1] Nath, G.: Hand-held laser welding of metals using fibre optics. Optics And Laser Technology, Oktober 1974.

[2] Püster, T.; u. a.: Konstruktive Sicherheitseinrichtungen für handgeführte Laser zur Materialbearbeitung. Forschung Projekt F 2158, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2011.

[3] N. N.: Hand-Laser-Maschinen (HLM) – Checkliste (Entwurf). BG ETEM, 2023.

[4] Hilck, A.; u. a.: UV-Strahlung bei der Handlasermaterialbearbeitung. DGUV-FP439, 2022.

[5] Caprio, L.; u. a.: Hand-Held Laser Welding of AISI301LN for components with aesthetic requirements: Toward the integration of machine and human intelligence. https://doi.org/10.2351/7.0000746, 2022.

Dr.-Ing. Simon Jahn
Geschäftsführung, ifw Jena – Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH, sjahn@ifw-jena.de

Martin Schmitz
Forschung, ifw Jena – Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH, mschmitz@ifw-jena.de

Robert Prowaznik
Forschung, ifw Jena – Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH

Johannes Lange
Forschung, ifw Jena – Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH

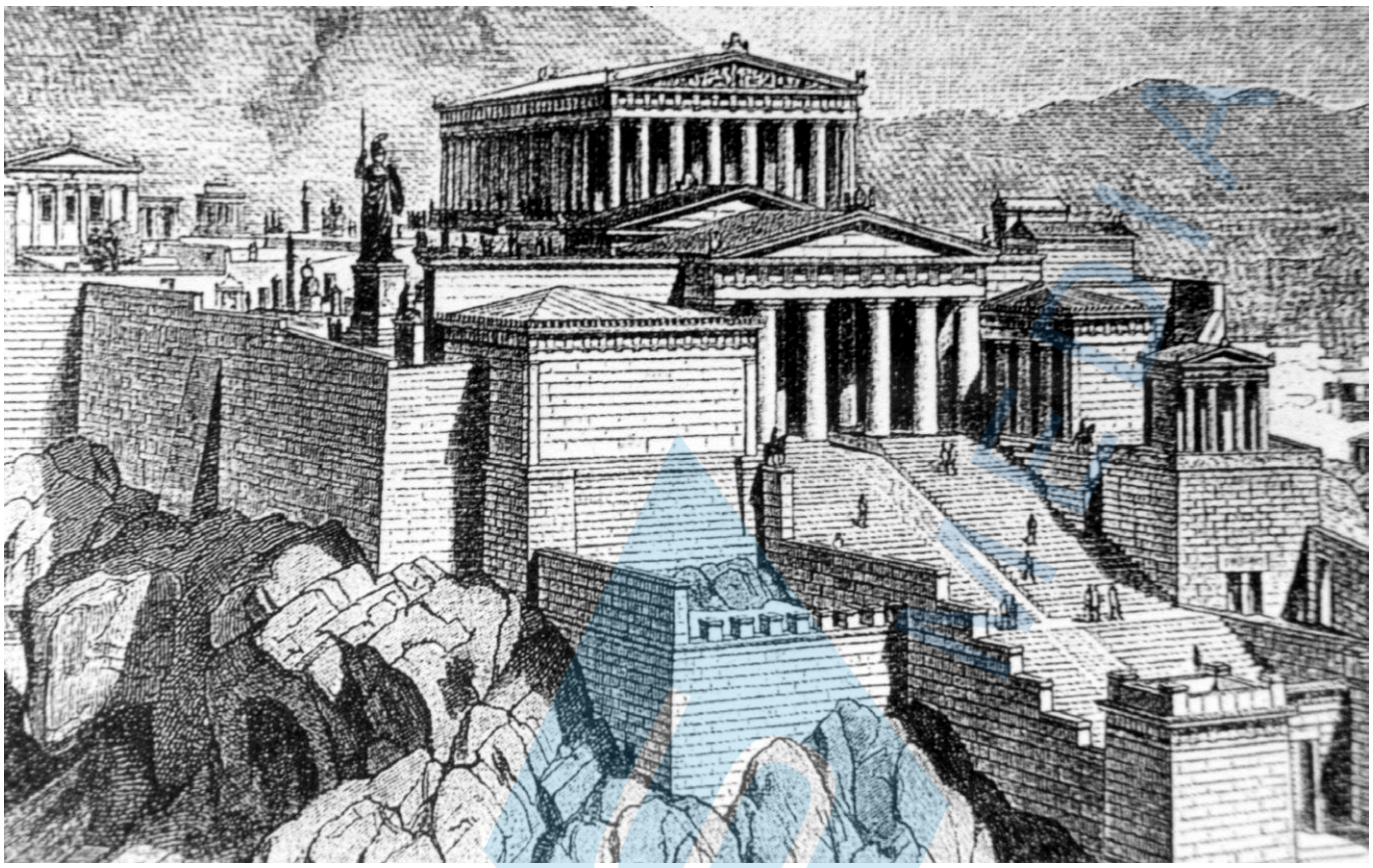


Bild 1: Aus der Antike – die Propyläen als Vorbild für das Brandenburger Tor (© Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz)

EROBERER IN DER KULTURGESCHICHTE

Kunst als Beute

Joachim Schmidt

Kulturgeschichte beschreibt die Gesamtheit menschlichen Schaffens und ihrer Lebensformen. Schmieden und Löten entstehen als handwerkliche Fertigkeiten. Schweißtechnik wird eine Erfahrungswissenschaft. Sie lehrt uns, die verborgenen Wahrheiten der Natur zu ergründen und für eine zielgerichtete Neugestaltung wichtiger Funktionselemente zu nutzen. Eroberer gehören mit ihren gestaltenden Kräften zum Gedächtnis der Kulturgeschichte.

Die Gedankenwelt der griechischen Antike ist Vorbild für das Ausrichten von Vernunft und methodischem Denken. Alle Denkkategorien haben wir als einen Teil des genetisch verankerten Erfahrungsschatzes unserer Art geerbt. Kultur ist die Wissenschaft mit den Gesetzen der Schönheit. Der Mensch gilt als kulturelles Wesen, Schönheit als eine soziale Funktion (Immanuel Kant). Kultur braucht Regeln. Krisen und Widersprüche sind die Folgen veränderter Wertvorstellungen. Heraklit von Ephesos bezeichnet Veränderungen als Universalprinzip: panta rhei – alles fließt. Das Verhängnis unserer Kultur ist, dass sie sich materiell viel stärker entwickelt hat als geistig.

Eroberer haben mit ihrem Willen zur Macht Formen des gesellschaftlichen Lebens verändert. Mit der Unbeständigkeit ihres Wirkens entstehen auf den Bildern der Kulturgeschichte Flecken in verschiedenen Farben und Formen. Sie verhindern, den Zweck der naturwissenschaftlichen Schöpfungsgeschichte zu erkennen.

Die Kulturgeschichte Europas beginnt im 8. Jahrhundert vor Christus in der Welt der Griechen. Homer hinterlässt uns mit der Schilderung des Trojanischen Krieges das erste große Epos der Menschheit. Der Krieg ist ein mit Äxten und Schwertern geführter erster großer Vernichtungskrieg der Geschichte. Er dauert 30 Jahre und endet mit dem Tod seiner

Bild 2: Das Brandenburger Tor mit der krönenden Quadriga (© Joachim Schmidt)

Helden. 300 Jahre später zerstören die Perser unter Xerxes die Akropolis, das sakrale Zentrum des attischen Seebundes. Von 447–432 vor Christus sorgt Perikles für ihren glanzvollen Wiederaufbau.

Mit dem Parthenon, dem Tempel der Athene Parthenos und den Propyläen, der Durchgangshalle mit ihren sechs repräsentativen Säulen, wird Athen Mittelpunkt der griechischen Welt. Die Bauten von Iktinos, Phidias und Mnesikles gehören zu den großartigsten Denkmälern der Kulturgeschichte.

Mit der Begeiste**rung** für die Antike sammeln fortan alle großen Museen (London, Paris, Rom, Basel, Berlin, Vatikan) Fragmente antiker griechischer Baukunst. Carl Gotthard Langhans findet in den Propyläen der Akropolis (**Bild 1**) das Vorbild für das Brandenburger Tor (**Bild 2**) in Berlin.

Alexander der Große (**Bild 3**) und Napoleon Bonaparte (**Bild 4**) gehören zu den großen Gestaltern unserer Kulturgeschichte. Die Frage nach dem Grund aller Dinge haben sie mit ihrem Willen zur Macht beantwortet. In dem Bekenntnis sind die Grundbegriffe der Ethik genauso enthalten wie menschliches Handeln zwischen Gut und Böse. Macht wird von Norbert Elias als eine elementare Struktureigentümlichkeit aller menschlichen Beziehungen verstanden. Sie schließt Autorität, Gewalt, Herrschaft, Überredung und Zwang ein. Mit Max Weber ist jedes politische Gebilde ein Machtgebilde. Macht bedeutet, jede Chance innerhalb einer sozialen Beziehung zu nutzen, um den eigenen Willen auch gegen Widerstreben durchzusetzen, gleichviel, worauf diese Chance beruht.

Alexander der Große – Eroberer und Kolonisator

Alexander der Große wird im Jahr 356 vor Christus geboren. Für die Erziehung des Thronerbens findet sein Vater, König Philip von Makedonien, den besten Lehrer: Aristoteles. Die Verbindung zwischen dem großen Denker der Antike und dem zukünftigen Herrscher der Welt wird ein Paradefall in der Erziehungswissenschaft. Aristoteles hatte sich von Platons Vorstellung einer universellen Wissenschaft getrennt und das Nebeneinander und Übergreifen der Wissenschaften zur Lehre erklärt. Aristoteles, der 20 Jahre an Platons Akademie gelebt hat, vermittelt seinem Schüler die Grundlagen der Staatslehre aus Umsicht und Besonnenheit, aus Größe, Tapferkeit und Strenge des Denkens.

Mit 30.000 Soldaten zieht der 23 Jahre junge Alexander gegen Persien in den Krieg. Im Jahr 333 vor Christus besiegt er Darius III. Aus der königlichen Schatzkammer raubt er 4.500 t Gold und Silber. Das Umsetzen in Münzen eröffnet die erste Epoche in der Geldwirtschaft und führt zu einem wirtschaftlichen Aufschwung. Alexanders persönliche Beute besteht aus einem Diadem und einem Siegelring. Sie gehörten dem persischen König. Alexander heiratet die Tochter des Königs und erklärt die Gleichberechtigung zwischen Griechen und Persern. Am 13. Juni 323 vor Christus stirbt Alexander der Große in Babylon. Er ist 32 Jahre alt. Sein Reich zerfällt. Alexander der

Große erhält ein Grab in seiner Stadt am Nil. Es ist bis heute unbekannt geblieben.

Griechenland gilt unter Alexander als geistige Werkstatt der Welt. Die Römer werden ihn später den Großen nennen. Alexander der Große beendet die Herrschaft der Perser, sein Reich wird eine Welt umfassen, die vom Nil bis zum Indus reicht. Er ist Eroberer und Kolonisator, er gründet 16 Städte, die alle seinen Namen tragen. Alexandria am Nil wird das Zentrum der Wissenschaft. Hier erklärt Thales die ethische Triebkraft für wissenschaftliche Tätigkeit, Archimedes begründet die Mechanik, Euklid die Geometrie, Hipparchos die Astronomie, Theophrast die Mineralogie. Exakte Wissenschaften und philosophische Gedanken sind griechische Entdeckungen. Von den Toren des Herakles bis zum Ganges wird griechisch gesprochen. Alexander dringt in die östlichen Länder ein und bereitet den Boden für die Ausbreitung des Christentums.

Alexander der Große besucht Diogenes, der in einer Tonne lebt. Er fordert Diogenes auf, eine Bitte zu äußern, die Diogenes mit „Geh mir aus der Sonne“ beantwortet. Alexander zeigt Größe: „Wäre ich nicht Alexander, möchte ich Diogenes sein“.

Napoleon – ein Kind der französischen Revolution

Napoleon Bonaparte ist ein Kind der französischen Revolution. Er wird am 15. August 1769 geboren. Seine Erziehung erfolgt in Kriegsschulen. Sein Bild in der Kulturgeschichte wird ihn als einen der bedeutendsten Feldherren und Meister der Kriegskunst zeigen. Er sieht sich selbst in einer Nachkommenschaft von Cäsar und Alexander dem Großen. Beethoven soll ihm aus Anlass der kaiserlichen Selbstkrönung die dritte Sinfonie „Intitolata Bonaparte“ gewidmet haben.

Napoleon führt mit allen europäischen Mächten Krieg, fordert von den Besiegten hohe Kontributionen und raubt ihnen Kunstschätze. Nach den Siegen von Arcole und Rivoli organisiert Napoleon einen umfassenden Kunstraub, dem der Louvre bis heute wesentliche Werke der italienischen Renaissance verdankt.

Nach seinen militärischen Erfolgen in Jena und Auerstedt erobert der französische Kaiser mit

Bild 3: Alexander der Große wird im Jahr 356 vor Christus geboren. (© Joachim Schmidt)

Bild 4: Napoleon lässt die Quadriga abbauen und schickt sie als Beute nach Paris. (© Joachim Schmidt)

seinen Soldaten im Oktober 1806 Preußens Hauptstadt unbehindert durch das Brandenburger Tor. Das Tor hatte Preußens König Friedrich Wilhelm II. 1791 als Friedenstor eingeweiht. Kupferschmiede in Potsdam und Berlin haben die Quadriga aus 2 mm dickem Kupferblech hergestellt. Die Verbindung der auf Eichenholz geformten Einzelteile mit dem Schränkenlöten erklärt **Bild 5** [1].

Schränken ist das um eine gerade Biegeachse vorgenommene wechselseitige Biegen überstehender Vorsprünge oder Lappen an flächigen Halbzeugen gleicher Dicke. Das Löten von Schränken ergibt Verbindungen, deren Oberflächen blecheben sind und die ohne Schwierigkeiten verformt werden können. Gelötet wird mit Messinglot und Borax als Flussmittel.

Napoleon steht auf dem Gipfel der Macht. Er verlangt den Stadtschlüssel, lässt die Quadriga abbauen und schickt sie als Beute nach Paris. Er verkündet in Berlin die Kontinentalsperre gegen England und verlässt die Stadt mit seinen Soldaten in Richtung Russland. Danach begibt sich Preußen in das Industriezeitalter. Die Schritte werden vom Umgang mit Eisen für den Kunst- und Konstruktionsguss bestimmt und mit einer staatlichen Gewerbesteuer erleichtert. Es entstehen 44 gewerbliche Fachschulen, acht Maschinenbauschulen und eine technische Hochschule. Mit Carl Friedrich Schinkel, Friedrich August Stüler und August Borsig wird Eisen das Produkt der Industriegesellschaft. Es bildet sich eine Konstruktionssprache, die Berlin in eine eiserne Landschaft führt. Die erste Eisenbrücke ist ein 6 m weit gespannter Fußgängersteg.

Nach dem Sieg der Verbündeten in Waterloo bringt Preußens volkstümlichster Feldherr, Gerhard Leberecht Blücher, die Quadriga nach Berlin zurück. Sie erhält das von Friedrich Schinkel entworfene Vexillum mit dem Eisernen Kreuz. Die preußische Königin hatte das Eiserne Kreuz für Tapferkeit im Befreiungskrieg gestiftet. Im Zweiten Weltkrieg wird das Brandenburger Tor zerstört, 1956 wieder aufgebaut. Die Gießerei Noack stellt die Quadriga nach den alten Formen her. Für das Verbinden der einzelnen Teile wird jetzt das moderne WIG-Schweißen eingesetzt (**Bild 6**) [1].

Das letzte Kapitel der Berliner Kulturgeschichte schreiben junge Aktivisten der „letzten Generation“. Sie erobern im September 2023 unbemerkt das Brandenburger Tor mit Farbtöpfen. Bunte Farbe auf dem bedeutendsten Denkmal Deutschlands soll die politische Führung des Landes an ihre Verantwortung erinnern, die Bedrohung der Lebensräume endlich ernst zu nehmen. Sie berufen sich darauf, dass die Staatsgewalt verfassungsgemäß der Gesamtheit der Staatsbürger zusteht und ziviler Ungehorsam zum Wesen der Demokratie gehört. Menschen sind soziale Wesen und der Staat ist keine Firma.

Die Geschichte – ein Überblick

Vor über 2.000 Jahren erklärt Pythagoras, dass nur durch die Bewahrung eines entsprechenden Maßes die Dinge erhalten werden. Alexander der Große wollte ein Weltreich mit einer politischen und wirtschaftlichen Ordnung, in dem 28 unterschiedliche Völker aus drei Kontinenten leben. Als er stirbt, endet die Vorstellung von einer lebendigen

Völkergemeinschaft. Jeder, der nach ihm eine Alleinherrschaft sucht, scheitert an der Koalition der Gegner.

Das Römische Reich zerbricht, als es über alle Kulturländer der Antike herrscht. Rüstungskosten, steigende Ansprüche an das materielle Leben, Habgier, Parteienkämpfe und soziale Spannungen führen zur Kraft- und Schutzlosigkeit gegen den Einfall benachbarter Völker. Im Interesse der politischen Beruhigung in Europa wird Napoleon auf Lebenszeit auf die englische Insel St. Helena verbannt. Die Insel liegt in einer Entfernung von 2.000 km vor der afrikanischen Küste. Abgeschieden von der Welt bekennt Napoleon, der den Titel Kaiser behalten darf: „Ich war der mächtigste Souverain der Welt, der Schiedsrichter Europas – ich bin nichts mehr. Vom Erhabenen zum Lächerlichen ist es nur ein Schritt. Meine Aufmerksamkeit galt der Mathematik und dem Schachspiel. Mit dem Wissen, dass es aus den ersten drei Zügen über 700 verschiedene Folgemöglichkeiten gibt, versuchte ich, strategisch zu denken. Die Vorstellung von Macht, Ruhm und Eroberungen war grenzenlos. Mit 27 Jahren war ich Oberbefehlshaber der italienischen Armee. Mein einziger großer Plan war, Herrscher von Frankreich zu werden, um Europa den Frieden zu geben. Gegen Russland wollte ich gutmütig sein, England wollte ich besiegen. Mein Kriegsruhm war am Ende ohne Glück. Auf dem Rückweg aus Russland trafen mich und meine Soldaten Kälte, Hunger und Krankheit. Ich erkannte, dass sich ein stabiles und gut organisiertes Kontinentalsystem in Europa nicht halten kann.“ Kaiser Napoleon stirbt am 5. Mai 1821, 1840 wird er im Pariser Invalidendom beigesetzt. Der 13 t schwere Sarkophag ist aus rotem Porphyr, dem Stein römische Kaiser.

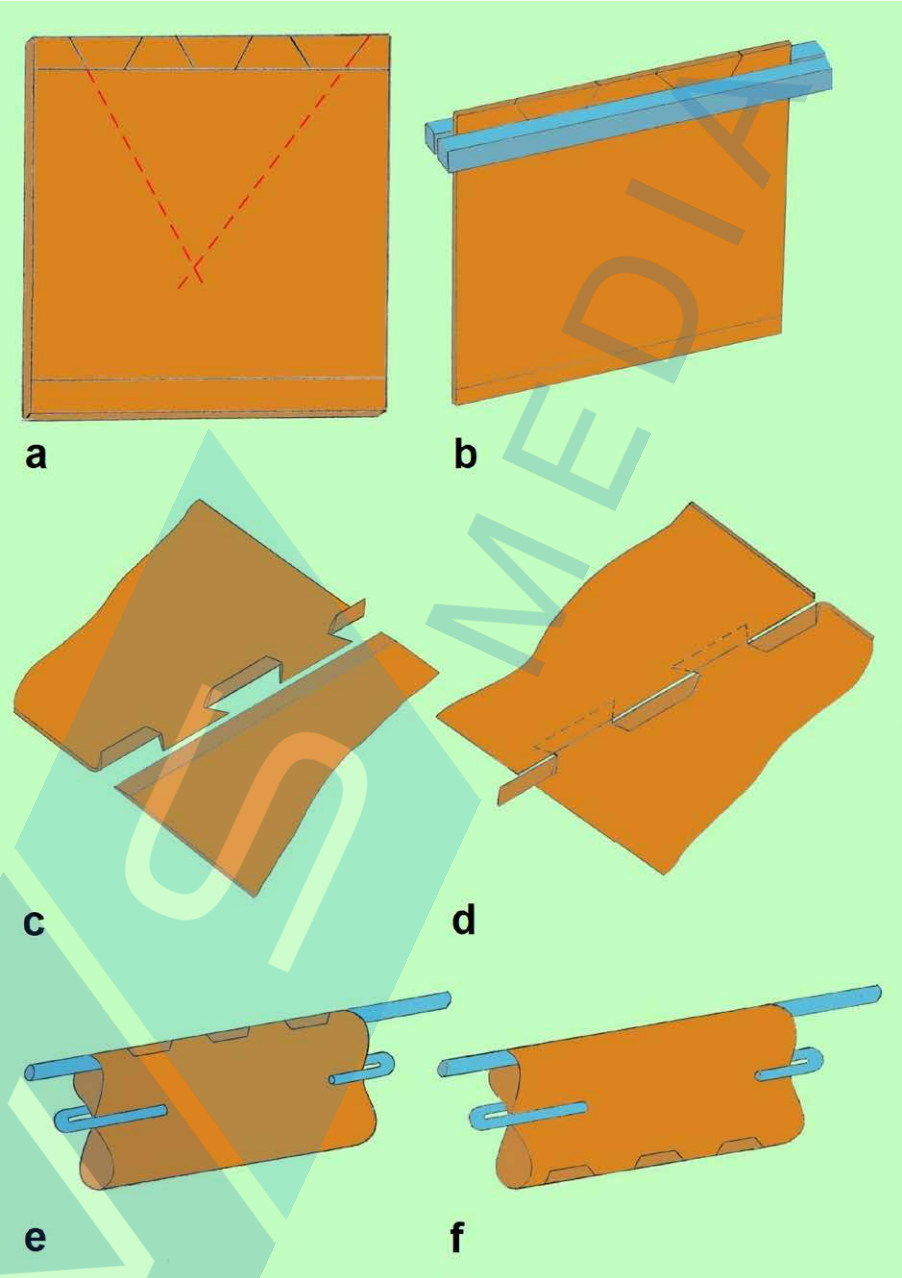


Bild 5: Technologie des Schränkenlötens: Kupferschmiede haben die Quadriga aus 2 mm dickem Kupferblech mithilfe dieser Technologie hergestellt (a: angezeichnete Schränken, b: zum Einschlagen der Schränken eingespannt, c: nach dem Ausziehen des zu fügenden Bereichs, d: an der Fügestelle ineinander geschobene Teile, e: mit angelegten Schränken und Einspannung, f: Lötbereich für Wärmeführung von unten). (© Joachim Schmidt)

Die Geschichte unserer Zeit ist von einer nie zuvor erreichten Unsinnigkeit. Aus der Aufklärung, dem Stolz der westlichen Kultur, ist mit der Auflösung ihrer kulturellen Werte eine Risikogesellschaft entstanden. Anstelle von gewaltsamen Eroberungen entstehen Formen der Unterwerfung aus Duldung, Drohung, Unterlassung und Verdrängung. Die wachstumsorientierte Hochleistungsgesellschaft der Gegenwart muss sich in der Zukunft mit den Risiken des technischen Fortschritts auseinandersetzen. Sie muss Verzicht und Maß halten lernen, damit die Erde in einem ökologischen Gleichgewicht für alle Arten bewohnbar bleibt. Die für die Belastung der Erde errechnen planetaren Grenzwerte wurden bereits überschritten. Ein großes Maß an menschlicher Leistung heißt Zerstörung. Mit dem Beschluss einer EU-Kommission und der Uneinigkeit der betroffenen Länder, wird der Einsatz des Herbizids Glyphosat als Vernichtungsmittel für Pflanzen um zehn Jahre verlängert. Der Antrag, die Verwendung von Pestiziden zukünftig auf die Hälfte zu begrenzen, wurde abgelehnt.

Krieg ist ein Ausdruck von Kulturlosigkeit. Im Ersten Weltkrieg sterben 8,5 Mio. Soldaten, 21 Mio. werden verwundet. Der Zweite Weltkrieg fordert von 62 Mio. Soldaten und Zivilisten das Leben. Nach dem Krieg äußert Edward Teller, der amerikanische Konstrukteur der thermonuklearen Wasserstoffbombe, zur Möglichkeit, mit dieser

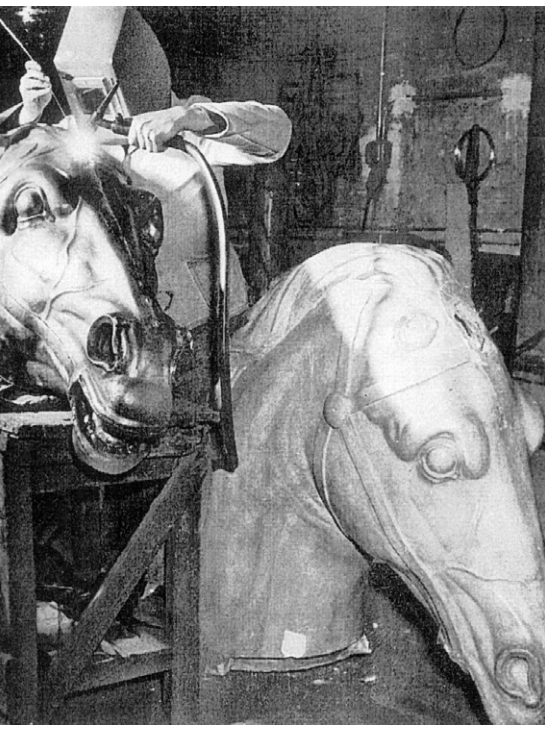


Bild 6: 1956 – die Quadriga wird WIG-geschweißt (© Noack)

Waffe die gesamte Menschheit zu vernichten, dass wir es der westlichen Zivilisation schuldig sind zu entwickeln, wozu wir in der Lage sind. Hätten die Verhältnisse sich so entwickelt, dass ein bescheidener und bleibender Wohlstand immer weiteren Kreisen zuteilgeworden wäre, so hätte die Kultur davon viel größere Vorteile gehabt als von allen materiellen Errungenschaften.

Im November 2023 fordert der bundesdeutsche Verteidigungsminister einen Mentalitätswechsel in der Gesellschaft zur Kriegstüchtigkeit. Unserem Gehirn mangelt es allem Anschein nach an jenen Fähigkeiten, um sich in der durch den zivilisatorischen Fortschritt grundlegend veränderten Welt noch verlässlich zurechtfinden zu können.

Epilog

Kulturgeschichte ist die Geschichte unserer materiellen und geistigen Entwicklung. Sie zu begreifen heißt, Ereignisse der Vergangenheit für die Gestaltung der Zukunft bewusst werden zu lassen. Als Vater der Geschichtsschreibung gilt Herodot. Er wurde im Jahr 490 vor Christus geboren. Seine Berichte in „Histories apodexis“ gehören noch heute zu den wichtigen Bildungsbüchern des Abendlandes. Sie beginnen mit der Frage nach den Ursachen kriegerischer Auseinandersetzungen und wer zuerst mit dem Unrecht angefangen hat.

Als Napoleon mit seiner Orientarmee und der Vorstellung, ein neuer Alexander zu sein, am 7. März 1799 Jaffa erobert, geraten 3.000 türkische Soldaten in seine Gefangenschaft. Napoleon weiß, dass der Proviant für alle – Sieger und Besiegte – nicht ausreichen wird. Sein Generalarzt Degenette schlägt vor, das Vorhandene gerecht unter allen zu verteilen. Napoleon lehnt den Vorschlag mit der Begründung ab, dass Menschenrechte für seine Soldaten nur gelten, solange sie satt sind, und lässt die Gefangenen töten. Der Arzt klagt den Demagogen an: Das neue Jahrhundert wird zwischen uns entscheiden und richten, wer für die Menschheit nötiger war: Sie oder ich.

1998 erhält der indische Ökonom Amartya Kumar Sen als erster Wirtschaftswissenschaftler der „Dritten Welt“ den Nobelpreis für seine Beiträge zur Wohlfahrtsökonomie. Sen hatte nachgewiesen, dass Hungersnöte und gesellschaftliche Krisen die Folgen individueller Wertvorstellungen, ungerechter Einkommensverteilung und fehlerhafter Wirtschaftspolitik sind.

Mit der Idee, die Wirtschaftsordnung den freien individuellen Bestrebungen zu überlassen, sind wir in eine Sackgasse geraten, in der es schwierig geworden ist, den Reichtum der Welt gerecht zu verteilen. Wir sind zu einer egoistischen Gesellschaft geworden, wir haben falschen Werten gehuldigt und denken, unbeschränkte Märkte sind die Lösung für die Zukunft. Märkte erzeugen von sich aus keinen nachhaltigen Wohlstand für alle, so Joseph Stigler, Wirtschaftswissenschaftler an der Columbia Universität, Träger des Alfred-Nobel-Gedächtnispreises für Wirtschaftswissenschaften und Autor des Buchs „Economics“, des Lehrbuchs der modernen Volkswirtschaftslehre.

Die Gestaltung der Zukunft wird eine Optimierungsaufgabe. Platon erklärte, dass der Mensch Schöpfer seines Wesens und seiner Geschichte ist. Alle Werte seiner Welt aus Materie, Energie und Information müssen in einer mathematischen Funktion zusammengefasst werden, um Krisen und Widersprüche des technischen Fortschritts zukünftig auflösen zu können. Wissenschaft betreiben heißt dabei Retten der Erfahrungen.

Wissenschaften, die ihre Grundsätze aus Beobachtungen gewinnen, sind Erfahrungswissenschaften. Alexander der Große wollte eine lebendige Völkergemeinschaft, Napoleon ein einheitliches Europa. Die großen Eroberer unserer Kulturgeschichte sind mit ihren fortschrittlichen Ideen gescheitert.

Immanuel Kant, Europas Aufklärer aus Königsberg, glaubte an die Zukunft freier Staaten in ewigem Frieden, wenn die Menschen aus ihrer Unmündigkeit heraustreten. Im Gegensatz zur Natur, die sich nicht irrt, weil sie keine Feststellungen trifft, hat die Geschichte gezeigt, dass sich Kant geirrt hat. Am 25. Dezember 2023 fordert Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier in seiner Weihnachtsansprache von seinem Volk mehr Vertrauen in Erfahrungen. Am 31. Dezember 2023 beschreibt Bundeskanzler Olaf Scholz in seiner Neujahrsansprache den schlechten Zustand im Eisenbahnbetrieb mit der Erfahrung, „dass wir zu lange auf Verschleiß gefahren“ sind. Vor 100 Jahren bekam Nils Bohr den Nobelpreis für Physik. Er hatte mit dem von ihm entwickelten Atommodell wichtige Grundlagen für das Verständnis der modernen Physik gelegt. Nils Bohr äußerte, dass die Aufgabe der Naturwissenschaft nicht nur darin besteht, Erfahrungen zu erweitern, sondern in die Erfahrung auch eine Ordnung zu bringen. ■

Joachim Schmidt
joachimschmidt02@aol.com

Literatur

[1] Schmidt, J.: Schweißtechnik bei der Restaurierung historischer Bauwerke. Wissen kompakt, Band 3. DVS Media, Düsseldorf 2013.

PRIVATE ELEKTROGERÄTE AM ARBEITSPLATZ

Darauf können Arbeitnehmer und Arbeitgeber achten

§

Schleicht sich die Kälte von draußen trotz Heizung ins Büro, hilft ein Heizlüfter, der genau wie das Radio oder der Wasserkocher oft als privates Elektrogerät mit an den Arbeitsplatz gebracht wird. Fakt ist aber auch: Elektrizität ist die häufigste Brandursache sowohl in Privatwohnungen als auch in Unternehmen. „Das Arbeitsschutzgesetz verpflichtet den Unternehmer, Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten am Arbeitsplatz sicherzustellen. Das gilt auch für private Elektrogeräte, die an den Arbeitsplatz mitgebracht werden. Aufgrund der damit verbundenen zusätzlichen Brandgefährdung muss der Arbeitgeber über die Geräte informiert sein und ihrer Verwendung zustimmen“, erklärt Dr. Ludwig Brands, Experte für Arbeitssicherheit bei TÜV Rheinland.

Elektrizität ist die häufigste Brandursache sowohl in Privatwohnungen als auch in Unternehmen. (© Anelo/Shutterstock)

Sicherheits- und Prüfvorschriften beachten

Sowohl im Privathaushalt als auch bei der Mitnahme eines Elektrogeräts an den Arbeitsplatz ist die Sicherheit wichtig. Daher sollten nur Geräte angeschafft und genutzt werden, die das CE-Zeichen tragen. Dann kann davon ausgegangen werden, dass alle EU-weiten Anforderungen an Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz erfüllt sind. Da auch diese mitgebrachten Elektrogeräte zu zusätzlichen Gefährdungen am Arbeitsplatz führen können, müssen Unternehmen ihre Gefährdungsbeurteilung dahingehend überprüfen und gegebenenfalls anpassen. Unabhängig davon müssen die Geräte vor dem Einsatz im Unternehmen nach der DGUV-Vorschrift 3 geprüft werden. Diese Prüfung muss in der Regel alle zwei Jahre wiederholt werden. „Dies gilt auch, wenn die Geräte keine Arbeitsmittel sind – also z.B. nur in Teeküchen eingesetzt werden“, so Brands.

Gefährdungen vermeiden

Alle Geräte, die wie Heizlüfter oder Wasserkocher heiß werden, müssen mit ausreichendem Abstand zu brennbaren Materialien wie Papier, Textilien oder Kunststoffen sowie entzündlichen Flüssigkeiten positioniert werden. Zudem muss bei Heizlüftern für eine ausreichende freie Lüftung gesorgt und ein Wärmestau vermieden werden.

Alle elektrischen Geräte sollten nicht unbeaufsichtigt betrieben werden. Beim Verlassen des Büros empfiehlt es sich, diese abzuschalten und nachts oder am Wochenende den Stecker zu ziehen.

Sind schon alle Steckdosen belegt, sind Mehrfachstecker eine beliebte Lösung. Doch hierbei müssen Nutzer die zulässige Belastung beachten. Hängen mehrere Geräte oder sogar mehrere Mehrfachstecker hintereinander an derselben Steckdose, kann das zu Überlastung und Brandgefahr führen – zudem ist dies unzulässig. Das gilt umso mehr, wenn ein leistungsstarkes Gerät wie ein Heizlüfter mit über 1.000 W betrieben wird.

„Neben der technischen Sicherheit sollten die Geräte und natürlich auch die Kabel nicht zu Stolperfallen werden. Daher müssen die innerbetrieblichen Verkehrswege, beispielsweise auf Fluren oder zwischen Tischen in Büros, freigehalten werden. Werden alle Sicherheitsvorschriften eingehalten, spricht nichts gegen private Elektrogeräte am Arbeitsplatz, wenn der Arbeitgeber informiert und mit der Nutzung einverstanden ist“, so Brands.

TÜV Rheinland

Landes- und Bezirksverbände

BV Dresden

Am 7. November 2023 fand in der IHK Bildungszentrum Dresden gGmbH die jährliche Mitgliederversammlung des DVS-Bezirksverbandes Dresden statt. Knapp 30 Mitglieder waren erschienen, um unter der Moderation von Roland Zschech (bisheriger Vorstand Prüfer und Zertifizierer im BV Dresden) den Geschäfts- und Finanzbericht des Vorstandes entgegenzunehmen. Nach dem Bericht des Kassenprüfers sowie der Entlastung des Vorstandes durch Dr. Holger Günther (Vorsitzender des DVS-Landesverbandes Ost) bedankten sich Zschech und Wolfgang Wendler (bisheriger stv. Geschäftsführer des BV Dresden) für die geleistete ehrenamtliche Arbeit des gesamten Vorstandes.

Es folgte die Verabschiedung des bisherigen Vorstandes nach Ablauf der Amtsperiode sowie der Dank an die Arbeitsgruppenleiter und Ehrenvorsitzende. Im Anschluss wurde ein neuer Vorstand mit Amtsantritt zum 1. Januar 2024 einstimmig durch die anwesenden Mitglieder gewählt. Fünf DVS-Mitglieder aus vier namhaften, regional in Dresden und Umgebung engagierten Institutionen und Unternehmen bewarben sich zur aktiven Vorstandsarbeit. Der neue Vorstand setzt sich wie folgt zusammen:

- **Vorsitzender/Vorstand Öffentlichkeitsarbeit:** Sven Noack, SLV Halle GmbH, Betriebsstätte Dresden
- **Stv. Vorsitzender:** Roland Zschech, SLV Halle GmbH, Betriebsstätte Dresden
- **Geschäftsführer:** Martin Schmieder, Schweißtechnische Lehranstalt der Handwerkskammer Dresden
- **Vorstand Finanzen:** Christopher Papsin, Air Liquide Deutschland GmbH
- **Vorstand Technik, Wissenschaft und Forschung/Sprecher der DVS-Studentengruppe:** Paul Schilling, TU Dresden, Institut für Fertigungstechnik und Montage

Mit den personellen Veränderungen folgte auch der räumliche Umzug der Geschäftsstelle: Seit Anfang 2024 ist der Sitz der Geschäftsstelle des BV Dresden in der Schweißtechnischen Lehranstalt der Handwerkskammer Dresden im njumii, dem Bildungszentrum des Handwerks.

V. l. n. r.: Dr. Holger Günther, Vorsitzender des DVS-Landesverbandes Ost, mit den neuen Vorstandsteam des BV Dresden: Christopher Papsin, Roland Zschech, Paul Schilling, Martin Schmieder, Sven Noack (© BV Dresden)

Im Anschluss an die erfolgten Wahlen schloss sich ein Fachvortrag an. Roland Seydel referierte aus seinem Erfahrungsschatz über die ‚Schweißaufsicht – Notwendigkeit, Aufgaben mit praktischen Beispielen'.

Nach einer Übergabe der Geschäftstätigkeit vom bisherigen Vorstand zum Jahresende 2023 wird sich der neue Vorstand 2024 im ersten Arbeitstreffen konstituieren. Auf der Mitgliederversammlung schilderte Sven Noack als designierter Vorsitzender des BV Dresden die ersten Schritte und Maßnahmen: „Wir danken den anwesenden DVS-Mitgliedern für das entgegengebrachte Vertrauen. Wir sind uns als neuer Vorstand der wertvollen und erfolgreichen Arbeit des bisherigen langjährigen Vorstandes und der daraus resultierenden Verantwortung bewusst. Wir werden die erfolgreiche Arbeit fortführen, alle Mitglieder verstärkt in eine aktive erweitere regionale Verbandsarbeit einbinden und Formate anbieten, die den Netzwerkcharakter und den fachlich-wissenschaftlich-technischen Austausch weiter fördern. Hierbei können sich alle DVS-Mitglieder und bestehende Arbeitsgruppen aktiv einbringen." Das neue Vorstandsteam freut sich auf die Zusammenarbeit sowie aktive regionale Verbandsarbeit, gestützt durch bedeutende regionale Institutionen und Organisationen.

BV Mainz-Wiesbaden

Die Mitgliederversammlung des BV Mainz-Wiesbaden fand am 30. Oktober 2023 in den Räumen der Schweißtechnischen Kursstätte Mainz-Wiesbaden in Mainz statt. Der Vorsitzende, Berndt Heuter, begrüßte die anwesenden Mitglieder. Beirat Kurt Mühleis verlas den Geschäftsbericht für das Jahr 2022 des BV Mainz-Wiesbaden. Pläne zu einem etwaigen Zusammenschluss der BVs Mainz-Wiesbaden und Pfalz werden derzeit nicht weiter verfolgt.

Im Anschluss wurde Karl Eifler für seine 65-jährige DVS-Mitgliedschaft geehrt und ihm wurden eine Urkunde und ein Geschenkkorb des BV überreicht. Einen Wechsel gab es beim Amt des Kassenprüfers: Nachdem Erich Krüger ausgeschieden war, rückte Sebastian Feiler als neuer Kassenprüfer nach.

Der BV Mainz-Wiesbaden hatte im Jahr 2020 seine bisher letzte Exkursion für die Mitglieder veranstaltet. Diese wünschen sich für die Zukunft wieder interessante Exkursionen und Vorträge. Der Vorstand wird die BV-Mitglieder hierüber schriftlich befragen und dann ein entsprechendes Programm zusammenstellen.

Berufsbildungszentrum Schweißen im Schienenfahrzeugbau in der SLV Halle feierlich eröffnet

Nach zwei Jahren Bauzeit wurde am 8. November 2023 das „Berufsbildungszentrum zur Kapazitätserweiterung der Aus- und Weiterbildung mit dem Schwerpunkt Schweißen im Schienenfahrzeugbau – BBZ Schiene“ auf dem Campus der SLV Halle GmbH feierlich eröffnet. Der Neubau in Halle (Saale) wurde aus Mitteln der Bundesrepublik Deutschland und des Landes Sachsen-Anhalt gefördert und markiert einen Meilenstein in der fast 100-jährigen Unternehmensgeschichte der SLV Halle.

Feierliche Eröffnung des „BBZ Schiene“ im November 2023 (© SLV Halle GmbH)

Deren Geschäftsführer, Professor Dr.-Ing. Steffen Keitel, begrüßte die Ehrengäste und Besucher zur feierlichen Eröffnung. In seiner Ansprache hob er das wertschätzende Zusammenwirken zwischen dem Bundesland Sachsen-Anhalt, der Stadt Halle (Saale) sowie der SLV Halle hervor und bedankte sich für die Bereitstellung der öffentlichen Mittel. Ebenso dankte Keitel dem DVS als Gesellschafter der SLV Halle, vertreten durch Hauptgeschäftsführer Dr.-Ing. Roland Boecking, dass dieser das Eigenkapital und die Freigabe für das Projekt ermöglicht hatte. Keitel hob hervor: „Wir sind stolz auf das Erreichte und freuen uns, dass wir eine fachlich versierte Aus- und Weiterbildung – vor allem in den mechanisierten und automatisierten Schweißprozessen – zielgerichtet für den Schienenfahrzeugbau unter modernsten Rahmenbedingungen anbieten können. Durch die leitende Koordination des European Committee for Welding of Railway Vehicles ECWRV sind wir maßgeblich in die Belange des Schienenfahrzeugbaus eingebunden. Das wertet unsere Arbeit im ECWRV deutlich auf.“

Prof. Dr.-Ing. Steffen Keitel, Geschäftsführer der SLV Halle GmbH, bei seiner Begrüßung mit DVS-Hauptgeschäftsführer Dr.-Ing. Roland Boecking (© SLV Halle GmbH)

Wertschätzende Grußworte aus der Region

Die drei Grußworte von Minister Prof. Dr. Armin Willingmann (Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt), Stefanie Pötzsch (Staatssekretärin im Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft

V. l. n. r.: Geschäftsführer Prof. Dr.-Ing. Steffen Keitel mit Minister Prof. Dr. Armin Willingmann (Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt), Stefanie Pötzsch (Staatssekretärin im Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt) und Dr. Sabine Odparlik (Leiterin Fachbereich Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung der Stadt Halle (Saale)) (© SLV Halle GmbH)

und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt) sowie Dr. Sabine Odparlik (Leiterin Fachbereich Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung der Stadt Halle (Saale)) waren geprägt von Herzlichkeit und Empathie im Zusammenwirken und den Herausforderungen bei diesem besonderen Bauprojekt. Aus unterschiedlichen Perspektiven wurden wissenschaftliche sowie wirtschaftliche und stadtpolitische Aspekte im Zusammenhang mit dem Neubau beleuchtet. Alle drei Redner wünschen der SLV Halle mit dieser strategischen Neuinvestition viel Erfolg und gutes Gelingen.

Gewerblich-technische Ausbildung lohnt sich

Eine besondere Ehre wurde Timmy Müller zuteil, Auszubildender bei der SLV Halle, der von der IHK Halle-Dessau am 6. November 2023 als „Bester im Beruf" als Konstruktionsmechaniker in der Fachrichtung Ausrüstungstechnik ausgezeichnet worden war. Dr. Jens Kramersmeyer würdigte auf der Eröffnungsveranstaltung diese Auszeichnung mit einer kurzen Laudatio und einer Präsentübergabe, verbunden mit den besten Wünschen für die berufliche und private Zukunft. Mit dem Jungfacharbeiter Timmy Müller wurde inzwischen ein Ausbildungsvertrag für ein weiterführendes Studium unterschrieben.

Zahlen, Daten, Fakten zum BBZ Schiene

Im April 2021 erhielt der Praxisneubau seine Baugenehmigung, und die Vorbereitungsarbeiten begannen im August desselben Jahres. Das Richtfest fand im Juni 2022 statt, um den erfolgreichen Abschluss des Rohbaus zu feiern und allen Beteiligten zu danken. Für den Rohbau wurden umfangreiche Beton- und Stahlmengen verwendet, einschließlich Ortbeton und Fertigteilelementen. Wichtige Bestandteile des Rohbaus umfassten auch die Stahlprofilkonstruktion und Mauerwerksarbeiten. Parallel dazu wurden Ausbaugewerke durchgeführt, wie Metallbau, Dachabdichtungsarbeiten und Montage von Fenstern und Außentüren. Trotz Verzögerungen bei einigen technischen Gewerken konnten bis Sommer 2022 weitere Ausbauarbeiten wie Trockenbau und Fliesenlegen beginnen.

Die öffentliche Ausschreibung für die Ausstattung des Gebäudes erfolgte im Dezember 2022. Der fertiggestellte Neubau bietet moderne, hochwertig ausgestattete Ausbildungsplätze auf einer Fläche von rund 1.330 m². Die Gesamtkosten des Projekts, einschließlich des Umbaus der Bestandswerkhalle, betrugen etwa 5,5 Mio. Euro.

Zentrale Anlaufstelle für den nationalen und internationalen Schienenfahzeugbau

Die SLV Halle hat sich in den vergangenen Jahren als zentrale Anlaufstelle für den Schienenfahrzeugbau in Deutschland sowie im internationalen Raum etabliert. Dies betrifft neben der Entwicklung des

Online-Registers für Betriebe des Schienenfahrzeugbaus vor allem die Aus- und Weiterbildung in dieser anspruchsvollen Branche.

Mit dem Neubau des Berufsbildungszentrums werden alle Ausbildungsformate gleichermaßen auf einen neuen Qualitätsstandard gehoben. Die praktische Ausbildung wird – neben den Anforderungen als zugelassene Bildungseinrichtung des DVS ergänzend nach internationalen Regelwerken des IIW International Institute of Welding – deutlich aufgewertet, speziell durch die Erweiterung der automatisierten Schweißprozesse. Dadurch wird der aktuellen Entwicklung in den schweißtechnischen Fertigungsbetrieben bezüglich Fachkräftebedarf, Arbeitsplatzsicherung, Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie wirtschaftlicher Effizienz Rechnung getragen.

Der Neubau in farbigem Licht zur Eröffnungsveranstaltung (© SLV Halle GmbH)

Ausstellungen · Tagungen · Kolloquien

Datum	Ort	Veranstaltung
05.-06.03.2024	Fellbach	EBL 2024 – 12. GMM/ DVS-Fachtagung Elektronische Baugruppen und Leiterplatten: Nachhaltigkeit und Energieeffizienz mit smarter Elektronik
10.-11.04.2024	Düsseldorf	INNOVATIONSTAG 2024 – Aktuelle Anwendungsforschung Fügetechnik
29.04.-01.05.2024	Mailand/Italien	ITSC 2024 – International Thermal Spray Conference and Exposition
16.-17.09.2024	Erfurt	DVS CONGRESS 2024
10.-11.12.2024	Essen	#additivefertigung: Metall in bestForm

Auskunft: DVS Media GmbH · Tagungsabteilung · Telefon: (0211) 1591-141 · tagungen@dvs-media.info · www.dvs-home.de/events

Lehrgänge, Seminare und sonstige Veranstaltungen des DVS

Informationen über Lehrgänge, Seminare und sonstige Veranstaltungen des DVS können direkt bei den DVS-Bildungseinrichtungen angefragt werden. Eine Liste der Bildungseinrichtungen steht auf der Website www.dvs-home.de unter dem Menüpunkt ‚Bildung'.

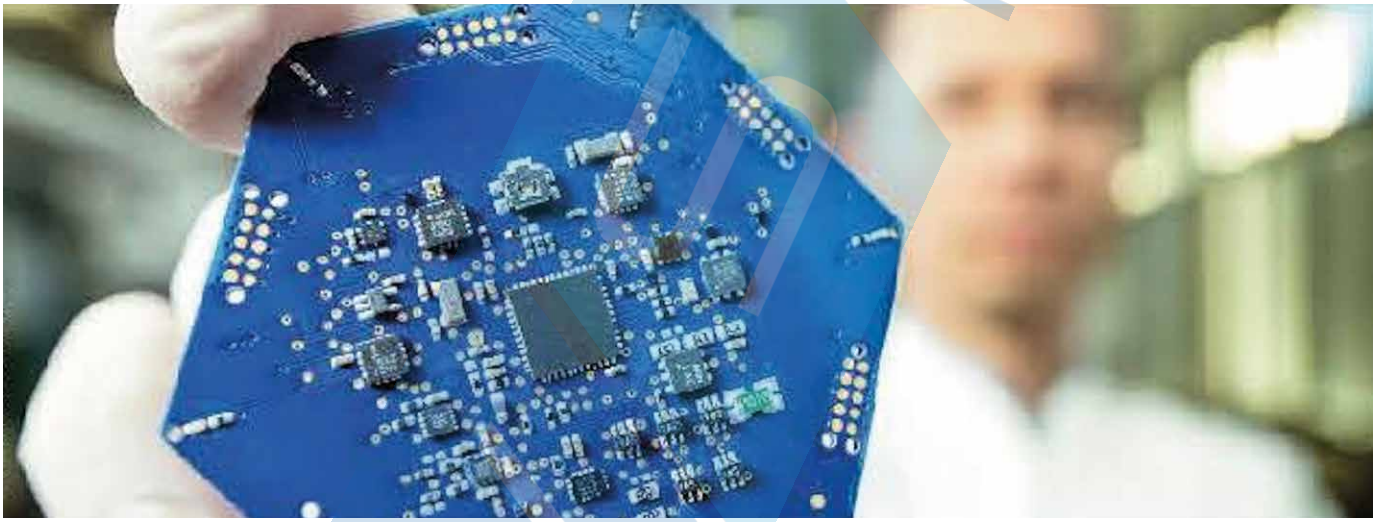
12. GMM/DVS-Fachtagung EBL 2024 – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten im März in Fellbach

Unter dem Motto ‚Nachhaltigkeit und Energieeffizienz mit smarter Elektronik' findet vom 4. bis 6. März 2024 in der Schwabenlandhalle in Fellbach bei Stuttgart die nunmehr 12. Fachtagung EBL– Elektronische Baugruppen und Leiterplatten statt, die von DVS und GMM (VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik) gemeinsam veranstaltet wird.

In der Entwicklung, Anwendung und Fertigung nimmt die Elektronik eine Schlüsselrolle ein, wenn es darum geht, unsere Gesellschaft mithilfe von zukunftsweisenden Technologien effizienter und nachhaltiger zu gestalten. Die Themenfelder sind vielfältig und reichen von intelligenter Datenverarbeitung über Smart Factory bis hin zu Innovationen zur Chip- und Baugruppentechnologie oder zur Software- und Systemumgebung.

Die Tagung EBL 2024 informiert über diese Themen, regt zur Diskussion an und zeigt innovative Lösungsansätze für die Zukunft der smarten Elektronik auf. Begleitet wird die Tagung von einer Tabletop-Ausstellung, in der Firmen und Institute ihre Produkte und Dienstleistungen präsentieren.

Weitere Informationen im Internet unter https://www.ebl-fellbach.de.



(© Fraunhofer IZM/Volker Mai)

Wir gratulieren

Dipl.-Kfm. Falk Wynands,

Düsseldorf, zum 85. Geburtstag am 17. Februar 2024. Er war bis 1997 kaufmännischer Geschäftsführer bei Messer-Griesheim, Frankfurt/Main, und widmete sich mit großem Engagement der schweißtechnischen Gemeinschaftsarbeit. Das Mitglied im DVS seit 1986 war als Vorsitzender des Ausschusses für Finanzen Mitglied des Präsidiums und stellvertretender Präsident des DVS. Seine besonderen Verdienste um die schweißtechnische Gemeinschaftsarbeit und den DVS wurden 2006 mit der Verleihung der DVS-Plakette gewürdigt, der höchsten Auszeichnung, die der DVS zu vergeben hat.

Dr.-Ing. Dieter Steinbichler,

Berlin, der am 14. Februar 2024 seinen 85. Geburtstag feiern kann. Viele Jahre leitete er den DVS-Bezirksverband Berlin–Brandenburg als dessen Geschäftsführer. Er engagiert sich im DVS in verschiedenen Gremien des Ausschusses für Technik und war viele Jahre im Arbeitskreis „Jugend schweißt" des Ausschusses für Bildung tätig. Für seine Verdienste um die schweißtechnische Gemeinschaftsarbeit und den DVS erhielt er 1993 die DVS-Ehrennadel und 1994 den DVS-Ehrenring.

Vorträge bei den Bezirks- und Landesverbänden

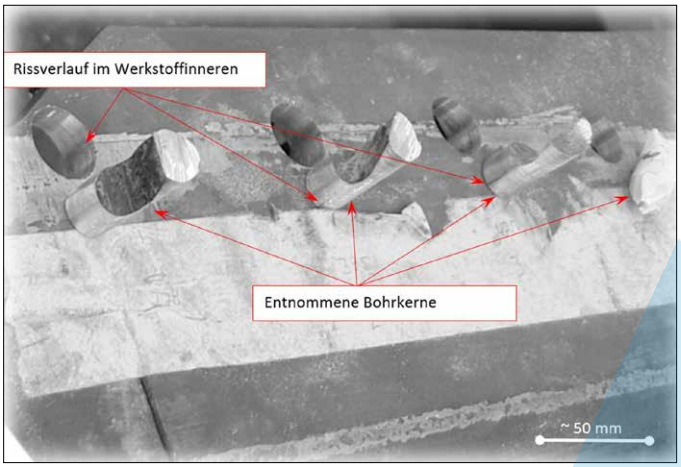
Ort	Datum	Vortrag/Veranstalter
Gelsenkirchen	15.02.	**Kölbl: Schweißverfahren nach ASME IX oder EN 15614 – Vergleich der Geltungsbereiche** Auskunft: BV Gelsenkirchen, Tel. 0209 980750
Ulm	15.02.	**Krehl: Pulvermetallurgie** Auskunft: BV Ulm, Tel. 0731 14257102
Münster	19.02.	**Vette: Diskussion zur Bemessung und Konstruktion einer besonderen Eisenbahnbrücke** Auskunft: BV Münsterland, E-Mail bv.muensterland@dvs-wf.de
Online	20.02.	**Mußmann: Gerätschaften (Rinkschwenkbrenner, Ofen, Widerstand, Induktiv) zur Wärmebehandlung?** Auskunft: BV Bergisch-Land, Tel. 0176 78409682
Achern-Fautenbach	22.02.	**Osmont: Schweißrauchabsaugung von den gesetzlichen Grundlagen bis zur praktischen Umsetzung** Auskunft: BV Mittelbaden-Rastatt, Tel. 07222 505170
Altötting	22.02.	**Reiter/Rosenfeld: Anwendung des Bolzenschweißens in der Praxis mit SRM-Bolzenschweißen (mit Vorführung)** Auskunft: BV Chiemgau, Tel. 08677 8386404
Hamburg	27.02.	**35. Schweißtechnisches Kolloquium mit ausgewählten Vorträgen** Auskunft: BV Hamburg, Tel. 040 853121145
Köln	29.02.	**Baunack: Härte abschätzen mit einfachsten Mitteln – praktische Hinweise für Schweißer und Schweißaufsichten** Auskunft: BV Köln, Tel. 0171 2909352
Hamburg	07.03.	**Schlieter/Reichardt/Bargholt: Virtual welding – live erleben und selbst ausprobieren** Auskunft: BV Hamburg, Tel. 040 853121145
Trostberg	07.03.	**Ammann: 3D-Druck von Metallen** Auskunft: BV Chiemgau, Tel. 08677 8386404
Essen	13.03.	**Wunderle: Wasserstofflösungen für nachteilige Prozesse in Industrie und Transport** Auskunft: BV Essen, Tel. 0201 37983324
Achern-Fautenbach	14.03.	**Vauderwange: Prozesssicheres Löten von Mischverbindungen Cu-CrNi sowie von Aluminium** Auskunft: BV Mittelbaden-Rastatt, Tel. 07222 505170

Bitte erkundigen Sie sich rechtzeitig, ob die Veranstaltung durchgeführt wird.

DVS MEDIA

Vorschau

Die nächste Ausgabe „Der Praktiker“ befasst sich unter anderem mit folgenden Themen:



© Baunack

SCHWERPUNKT: WERKSTOFFPRÜFUNG

WEITERE THEMEN:

- Empfehlungen zur Oberflächenbehandlung von Chrom-Nickel-Stählen
- Werkstoffprüfbescheinigungen und die DIN EN 10204
- Herstellung der „Lichtaugen“ für den Tiefbahnhof Stuttgart 21

Anzeigenschluss: 09.02.2024
Druckunterlagenschluss: 19.02.2024

Inserentenverzeichnis DER PRAKTIKER 1 – 2/2024		
DVS Media GmbH	Düsseldorf	U2, U3, U4, 5, 12, 35-37, 41, 45, 82
GSI mbH Niederlassung SLV München	München	Titel, 17
MIGAL.CO GmbH	Landau	11
Schages GmbH & Co. KG	Krefeld	27

DER PRAKTIKER

ISSN 0054-9965 · 76. Jahrgang · www.derpraktiker.de

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

Verlag:
DVS Media GmbH
Aachener Straße 172 · 40223 Düsseldorf
Telefon +49 211 1591-0 · Telefax +49 211 1591-150
media@dvs-media.info · www.dvs-media.eu
Geschäftsführung: Dirk Sieben

Redaktion:
Sarah Gottschalk (Leitung)
Dipl.-Ing. Christian Bothur (V.i.S.d.P)
christian.bothur@dvs-media.info · redaktion@dvs-media.info

Beratungskommission:
Schweißfaching. W. Gundel, Dr. B. Jaeschke, Dipl.-Ing. V. Krink, Dr. H. Mühlbauer, Dipl.-Ing. J. W. Mußmann, Dipl.-Ing. K. Niepold, Dr.-Ing. W. Scheller, Dr.-Ing. F. Schreiber, Dipl.-Ing. N. Semsch, Dipl.-Ing. H. Specht, W. Springhardt, Dr.-Ing. T. Uhlig, A. Vogelsang, Prof. Dr.-Ing. S. Weis, Prof. Dr.-Ing. R. Winkler, Dipl.-Ing. (FH) M. Zimmermann.

Anzeigen:
Markus Winterhalter (verantwortlich)
markus.winterhalter@dvs-media.info · Telefon +49 211 1591-142
Gültig ist zurzeit Preisliste Nr. 43 vom 1. Januar 2024.

Vertrieb:
DVS Media GmbH · Leserservice
Telefon +49 6123 9238-242 · dvsmedia@vuservice.de

Herstellung:
Mike Reschke (Leitung) · mike.reschke@dvs-media.info
Laura Sieben (Layout) · laura.sieben@dvs-media.info

Druck:
D+L Printpartner GmbH · Bocholt
„Der Praktiker“ wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Bezugsbedingungen:
„Der Praktiker“ erscheint monatlich. Im Abonnement kann „Der Praktiker“ durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag bezogen werden. Einzelheft 19,00 €, jährliche Bezugskosten 134,00 €, zuzüglich Versandkosten (20,00 € Inland, 28,00 € Ausland, Luftpost auf Anfrage). Im Rahmen der persönlichen Mitgliedschaft im DVS können Sie „Der Praktiker“ zu ermäßigten Preisen erhalten. Bei Firmenmitgliedschaften sind die Kosten für mindestens ein Fachzeitschriftenabonnement im Mitgliedsbeitrag enthalten. Für Leistungsminderung durch höhere Gewalt und andere vom Verlag nicht verschuldete Umstände (z. B. Streik) können keine Entschädigungsansprüche von Abonnenten und/oder Inserenten geltend gemacht werden.

Urheber- und Verlagsrecht:
„Der Praktiker“ sowie alle in dieser Zeitschrift enthaltenen Beiträge, Bilder und Tabellen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung der DVS Media GmbH strafbar. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen.

WISSEN, WAS ZÄHLT
Geprüfte Auflage
Klare Basis für den Werbemarkt

Veröffentlichung in:
SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN und DER PRAKTIKER

I	Anlagen und Ausrüstung für die Verfahren der Füge-, Beschichtungs- und Trenntechnik
II	Anlagen und Ausrüstung für die Wärmebehandlung und andere Fertigungsverfahren
III	Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Trennen und Abtragen
IV	Unterstützende Systeme für die Automatisierung
V	Auftragsarbeiten und Dienstleistungen für das Fügen, Trennen und Beschichten
VI	Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Spritzen

© DVS Media GmbH
Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf
Tel: +49 211 1591-0
Fax: +49 211 1591-150

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

I Anlagen und Ausrüstung für die Verfahren der Füge-, Beschichtungs- und Trenntechnik

1 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Schweißen von Metall-, Keramik- und Verbundwerkstoffen

▼ Bolzenschweißen 20

AS - ARNHOLD - GmbH
Wullener Feld 48, D-58454 Witten
☎ +49 2302 95 640-0 🖷 +49 2302 95 640-22
E-Mail: info@bolzenschweissen.de
Internet: www.bolzenschweissen.com

Köster & Co. GmbH Bolzenschweißtechnik
Spreeler Weg 32, D-58256 Ennepetal
☎ +49 23 33 83 06-0 🖷 +49 23 33 83 06-38
E-Mail: koeco@bolzenschweisstechnik.de
Internet: www.bolzenschweisstechnik.de

Heinz Soyer Bolzenschweißtechnik GmbH
Inninger Straße 14, D-82237 Wörthsee
☎ +49 81 53 885-0 🖷 +49 81 53 885-221
E-Mail: export@soyer.de
Internet: www.soyer.de

▼ Elektronenstrahlschweißen 60

Evobeam GmbH
Am Hofgut 5 , D-55268 Nieder-Olm
☎ +49 6136 9229-210 🖷 +49 6136 9229-212
E-Mail: info@evobeam.com
Internet: www.evobeam.com

Josch Strahlschweißtechnik GmbH
Gewerbehof - Dorfplatz 0, D-06193 Petersberg OT Teicha
☎ +49 34606 353-0 🖷 +49 34606 353-14
E-Mail: office@josch.net
Internet: www.josch.net

LaVa-X GmbH
Kaiserstraße 100, 52134 Herzogenrath
☎ +49 2407-95389-81
E-Mail: otten@lava-x.de
Internet: www.lava-x.de

pro-beam GmbH & Co. KGaA
Zeppelinstraße 26, 82205 Gilching
☎ +49 89 899 233-0 🖷 +49 89 899 233-11
E-Mail: info@pro-beam.com
Internet: www.pro-beam.com

PTR Strahltechnik GmbH
Am Erlenbruch 9, D-63505 Langenselbold
☎ +49 61 84 20 55-0 🖷 +49 61 84 20 55-300
E-Mail: zentrale@ptr-ebeam.com
Internet: www.ptr-ebeam.com

Steigerwald Strahltechnik GmbH
Emmy-Noether-Straße 2, D-82216 Maisach
☎ +49 81 41 35 35-0 🖷 +49 81 41 35 35-215
E-Mail: info@sst-ebeam.com
Internet: www.sst-ebeam.com

▼ Engspaltschweißen 80

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

▼ Fülldrahtschweißen 100

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

▼ Laserstrahlschweißen 180

Bergmann & Steffen GmbH
Raiffeisenstraße 176, D-32139 Spenge
☎ +49 5225 8786-0 🖷 +49 5225 8786-27
E-Mail: info@bergmann-steffen.de
Internet: www.bergmann-steffen.de

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

Evobeam GmbH
Am Hofgut 5 , D-55268 Nieder-Olm
☎ +49 6136 9229-210 🖷 +49 6136 9229-212
E-Mail: info@evobeam.com
Internet: www.evobeam.com

LaVa-X GmbH
Kaiserstraße 100, 52134 Herzogenrath
☎ +49 2407-95389-81
E-Mail: otten@lava-x.de
Internet: www.lava-x.de

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

Panasonic Connect Europe GmbH
Jagenbergstraße 11a, 41468 Neuss
☎ +49 2131 60899-0
E-Mail: robots@eu.panasonic.com
Internet: https://eu.connect.panasonic.com/

pro-beam GmbH & Co. KGaA
Zeppelinstraße 26, 82205 Gilching
☎ +49 89 899 233-0 🖷 +49 89 899 233-11
E-Mail: info@pro-beam.com
Internet: www.pro-beam.com

▼ Lichtbogenhandschweißen 190

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

JÄCKLE & ESS System GmbH
Riedweg 4 + 9, D-88339 Bad Waldsee
☎ +49 7524 9700-0 🖷 +49 7524 9700-30
E-Mail: sales@jaeckleess.com
Internet: www.jaeckleess.com

Lorch Schweißtechnik GmbH
Im Anwänder 24-26, D-71549 Auenwald
☎ +49 71 91 503-0 🖷 +49 71 91 503-199
E-Mail: info@lorch.eu
Internet: www.lorch.eu

MERKLE Schweißanlagen-Technik GmbH
Industriestraße 3, D-89359 Kötz
☎ +49 82 21 915-0 🖷 +49 82 21 915-40
E-Mail: info@merkle.de
Internet: www.merkle.de

Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, 35435 Wettenberg
☎ +49 641 98 284-0 🖷 +49 641 98 284-50
E-Mail: info@migatronic.de
Internet: www.migatronic.de

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

▼ Lichtbogenimpulsschweißen 200

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

JÄCKLE & ESS System GmbH
Riedweg 4 + 9, D-88339 Bad Waldsee
☎ +49 7524 9700-0 🖷 +49 7524 9700-30
E-Mail: sales@jaeckleess.com
Internet: www.jaeckleess.com

Lorch Schweißtechnik GmbH
Im Anwänder 24-26, D-71549 Auenwald
☎ +49 71 91 503-0 🖷 +49 71 91 503-199
E-Mail: info@lorch.eu
Internet: www.lorch.eu

MERKLE Schweißanlagen-Technik GmbH
Industriestraße 3, D-89359 Kötz
☎ +49 82 21 915-0 🖷 +49 82 21 915-40
E-Mail: info@merkle.de
Internet: www.merkle.de

Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, 35435 Wettenberg
☎ +49 641 98 284-0 🖷 +49 641 98 284-50
E-Mail: info@migatronic.de
Internet: www.migatronic.de

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

Panasonic Connect Europe GmbH
Jagenbergstraße 11a, 41468 Neuss
☎ +49 2131 60899-0
E-Mail: robots@eu.panasonic.com
Internet: https://eu.connect.panasonic.com/

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Mehrdrahtschweißen 240

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

▼ MIG-/MAG-Schweißen 250

Bergmann & Steffen GmbH
Raiffeisenstraße 176, D-32139 Spenge
☎ +49 5225 8786-0 🖷 +49 5225 8786-27
E-Mail: info@bergmann-steffen.de
Internet: www.bergmann-steffen.de

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

igm Robotersysteme AG
Industriezentrum
Niederösterreich Süd, Straße 2, A-2355 Wiener Neudorf
☎ +43 22 36 6-706 🖷 +43 22 36 6-1576
E-Mail: office@igm-group.com
Internet: www.igm.at

JÄCKLE & ESS System GmbH
Riedweg 4 + 9, D-88339 Bad Waldsee
☎ +49 7524 9700-0 🖷 +49 7524 9700-30
E-Mail: sales@jaeckleess.com
Internet: www.jaeckleess.com

Lorch Schweißtechnik GmbH
Im Anwänder 24-26, D-71549 Auenwald
☎ +49 71 91 503-0 🖷 +49 71 91 503-199
E-Mail: info@lorch.eu
Internet: www.lorch.eu

MERKLE Schweißanlagen-Technik GmbH
Industriestraße 3, D-89359 Kötz
☎ +49 82 21 915-0 🖷 +49 82 21 915-40
E-Mail: info@merkle.de
Internet: www.merkle.de

Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, 35435 Wettenberg
☎ +49 641 98 284-0 🖷 +49 641 98 284-50
E-Mail: info@migatronic.de
Internet: www.migatronic.de

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

Panasonic Connect Europe GmbH
Jagenbergstraße 11a, 41468 Neuss
☎ +49 2131 60899-0
E-Mail: robots@eu.panasonic.com
Internet: https://eu.connect.panasonic.com/

REHM GmbH u. Co. KG Schweißtechnik
Ottostraße 2, D-73066 Uhingen
☎ +49 71 61 30 07-0 🖷 +49 71 61 30 07-20
E-Mail: rehm@rehm-online.de
Internet: www.rehm-online.de

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

TECHNOLIT GmbH
Industriestr. 8, 36137 Großenlüder
☎ +49 66 48 69 - 0 🖷 +49 66 48 69 - 569
E-Mail: info@technolit.de
Internet: www.technolit.de

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Plasma/WIG-Schweißen 270

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

igm Robotersysteme AG
Industriezentrum
Niederösterreich Süd, Straße 2, A-2355 Wiener Neudorf
☎ +43 22 36 6-706 🖷 +43 22 36 6-1576
E-Mail: office@igm-group.com
Internet: www.igm.at

MERKLE Schweißanlagen-Technik GmbH
Industriestraße 3, D-89359 Kötz
☎ +49 82 21 915-0 🖷 +49 82 21 915-40
E-Mail: info@merkle.de
Internet: www.merkle.de

Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, 35435 Wettenberg
☎ +49 641 98 284-0 🖷 +49 641 98 284-50
E-Mail: info@migatronic.de
Internet: www.migatronic.de

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

Panasonic Connect Europe GmbH
Jagenbergstraße 11a, 41468 Neuss
☎ +49 2131 60899-0
E-Mail: robots@eu.panasonic.com
Internet: https://eu.connect.panasonic.com/

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

▼ Plasmaschweißen 280

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

Deloro Wear Solutions GmbH
Zur Bergpflege 51-53, D-56070 Koblenz
☎ +49 261 8088-0 🖷 +49 261 8088-23
E-Mail: info@deloro.com
Internet: www.deloro.com

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

MIG-O-MAT Mikrofügetechnik GmbH
Werkstraße 20, D-57299 Burbach
☎ +49 27 36 41 54-0 🖷 +49 27 36 41 54-99
E-Mail: info@mig-o-mat.com
Internet: www.mig-o-mat.com

Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, 35435 Wettenberg
☎ +49 641 98 284-0 🖷 +49 641 98 284-50
E-Mail: info@migatronic.de
Internet: www.migatronic.de

▼ TANDEM-Schweißen 360

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

igm Robotersysteme AG
Industriezentrum
Niederösterreich Süd, Straße 2, A-2355 Wiener Neudorf
☎ +43 22 36 6-706 🖷 +43 22 36 6-1576
E-Mail: office@igm-group.com
Internet: www.igm.at

Panasonic Connect Europe GmbH
Jagenbergstraße 11a, 41468 Neuss
☎ +49 2131 60899-0
E-Mail: robots@eu.panasonic.com
Internet: https://eu.connect.panasonic.com/

▼ WIG-Schweißen 420

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

Inelco Grinders A/S
Klokkestøbervej 4, DNK-9490 Pandrup
☎ +45 9650 62-33 🖷 +45 9650 62-32
E-Mail: info@inelco-grinders.com
Internet: www.inelco-grinders.com

JÄCKLE & ESS System GmbH
Riedweg 4 + 9, D-88339 Bad Waldsee
☎ +49 7524 9700-0 🖷 +49 7524 9700-30
E-Mail: sales@jaeckleess.com
Internet: www.jaeckleess.com

Lorch Schweißtechnik GmbH
Im Anwänder 24-26, D-71549 Auenwald
☎ +49 71 91 503-0 🖷 +49 71 91 503-199
E-Mail: info@lorch.eu
Internet: www.lorch.eu

MERKLE Schweißanlagen-Technik GmbH
Industriestraße 3, D-89359 Kötz
☎ +49 82 21 915-0 🖷 +49 82 21 915-40
E-Mail: info@merkle.de
Internet: www.merkle.de

Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, 35435 Wettenberg
☎ +49 641 98 284-0 🖷 +49 641 98 284-50
E-Mail: info@migatronic.de
Internet: www.migatronic.de

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

REHM GmbH u. Co. KG Schweißtechnik
Ottostraße 2, D-73066 Uhingen
☎ +49 71 61 30 07-0 🖷 +49 71 61 30 07-20
E-Mail: rehm@rehm-online.de
Internet: www.rehm-online.de

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

2 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Auftragschweißen und Plattieren

▼ Plasmaauftragschweißen 460

Deloro Wear Solutions GmbH
Zur Bergpflege 51-53, D-56070 Koblenz
☎ +49 261 8088-0 🖷 +49 261 8088-23
E-Mail: info@deloro.com
Internet: www.deloro.com

▼ Schutzgasauftragschweißen 490

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

Lorch Schweißtechnik GmbH
Im Anwänder 24-26, D-71549 Auenwald
☎ +49 71 91 503-0 🖷 +49 71 91 503-199
E-Mail: info@lorch.eu
Internet: www.lorch.eu

Panasonic Connect Europe GmbH
Jagenbergstraße 11a, 41468 Neuss
☎ +49 2131 60899-0
E-Mail: robots@eu.panasonic.com
Internet: https://eu.connect.panasonic.com/

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

3 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Löten

▼ Lichtbogenlöten 600

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, 35435 Wettenberg
☎ +49 641 98 284-0 🖷 +49 641 98 284-50
E-Mail: info@migatronic.de
Internet: www.migatronic.de

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

5 Anlagen, Ausrüstung und Verbindungselemente inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das kraft- und formschlüssige Fügen

▼ Verbindungselemente (Nieten, Hohlnieten, Zapfennieten, Stanzniete, Blindnietmuttern, Bolzen, Schrauben) 1000

Köster & Co. GmbH Bolzenschweißtechnik
Spreeler Weg 32, D-58256 Ennepetal
☎ +49 23 33 83 06-0 🖷 +49 23 33 83 06-38
E-Mail: koeco@bolzenschweisstechnik.de
Internet: www.bolzenschweisstechnik.de

Heinz Soyer Bolzenschweißtechnik GmbH
Inninger Straße 14, D-82237 Wörthsee
☎ +49 81 53 885-0 🖷 +49 81 53 885-221
E-Mail: export@soyer.de
Internet: www.soyer.de

6 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für spezielle Anwendungen

▼ Brennerreinigung, automatische Brennerreinigungssysteme 1010

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

J. Thielmann Gesellschaft für Automatisierungstechnik mbH
Auf der Stuecke 19, D-35708 Haiger
☎ +49 2773 71133 🖷 +49 2773 2701
E-Mail: info@j-thielmann.de
Internet: www.j-thielmann.de

▼ Einrichtungen zum Beschicken, Einlegen, Bestücken oder Fördern (z.B. Mutternzuführgeräte u.a.) 1020

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

▼ Fertigungsanlagen und –straßen 1030

Bergmann & Steffen GmbH
Raiffeisenstraße 176, D-32139 Spenge
☎ +49 5225 8786-0 🖷 +49 5225 8786-27
E-Mail: info@bergmann-steffen.de
Internet: www.bergmann-steffen.de

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

pro-beam GmbH & Co. KGaA
Zeppelinstraße 26, 82205 Gilching
☎ +49 89 899 233-0 🖷 +49 89 899 233-11
E-Mail: info@pro-beam.com
Internet: www.pro-beam.com

PTR Strahltechnik GmbH
Am Erlenbruch 9, D-63505 Langenselbold
☎ +49 61 84 20 55-0 🖷 +49 61 84 20 55-300
E-Mail: zentrale@ptr-ebeam.com
Internet: www.ptr-ebeam.com

▼ Orbitalschweißanlagen 1040

Fronius Deutschland GmbH
Fronius Straße 1, D-36119 Neuhof-Dorfborn
☎ +49 6655 91694-0 🖷 +49 6655 91694-30
E-Mail: sales.germany@fronius.com
Internet: www.fronius.de

7 Service und Dienstleistungen

▼ Vermietung von Schweißanlagen und Schweißausrüstung 1091

MSS Magdeburger Schweißtechnik GmbH
An der Sülze 6, D-39179 Barleben
☎ +49 392 03 75 19-3 🖷 +49 392 03 75 19-40
E-Mail: info@mss-schweisstechnik.de
Internet: www.mss-schweisstechnik.de

II Anlagen und Ausrüstung für die Wärmebehandlung und andere Fertigungsverfahren

2 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für andere Fertigungsverfahren

▼ Drehen, Fräsen, Hobeln 1240

PROTEM GmbH
Am Hambiegel 27, D-76706 Dettenheim-Liedolsheim
☎ +49 7247 9393-0
E-Mail: info@protem-gmbh.de
Internet: www.protem.fr/de

▼ Fugenformen und -vorbereiten (z. B. Anfasgeräte für Platten und Rohrenden) 1250

DWT GmbH
Wilhelm-Tenhagen-Str. 5, D-46240 Bottrop
☎ +49 2041 77 144-0 🖷 +49 2041 77 144-99
E-Mail: info@dwt-gmbh.de
Internet: www.dwt-gmbh.de

PROTEM GmbH
Am Hambiegel 27, D-76706 Dettenheim-Liedolsheim
☎ +49 7247 9393-0
E-Mail: info@protem-gmbh.de
Internet: www.protem.fr/de

▼ Sägen 1300

PROTEM GmbH
Am Hambiegel 27, D-76706 Dettenheim-Liedolsheim
☎ +49 7247 9393-0
E-Mail: info@protem-gmbh.de
Internet: www.protem.fr/de

3 Werkstatt- und Arbeitsplatzausrüstungen, Sicherheitseinrichtungen

▼ Anschlagmittel und Hebezeuge (Kransysteme, -gabeln, -traversen, Schwenkkrane, Lasthebemagnete, Elektrokettenzüge) 1380

DWT GmbH
Wilhelm-Tenhagen-Str. 5, D-46240 Bottrop
☎ +49 2041 77 144-0 🖷 +49 2041 77 144-99
E-Mail: info@dwt-gmbh.de
Internet: www.dwt-gmbh.de

▼ Arbeitstische (z.B. Schweiß- und Schneidtische) 1390

Absaugtechnik Kalkhof
Rudolf-Diesel-Str. 2, 59425 Unna
☎ +49 2303 2586459 🖷 +49 2303 9421184
E-Mail: mail@absaugtechnik-kalkhof.de
Internet: www.absaugtechnik-kalkhof.de

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

Füchtenkötter GmbH
Von-Liebig-Straße 26, D-33428 Marienfeld
☎ +49 5247 80-048 🖷 +49 5247 80-952
E-Mail: info@fuechtenkoetter.de
Internet: www.fuechtenkoetter.de

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

PlymoVent GmbH
Rolandsecker Weg 30, 53619 Rheinbreitbach
☎ +49 22 24 91 99 3-0 🖷 +49 22 24 91 99 3-30
E-Mail: info@plymovent.de
Internet: www.plymovent.de

Bernd Siegmund GmbH
Landsberger Straße 180, 86507 Oberottmarshausen
☎ +49 8203 9607-0 🖷 +49 8203 9607-33
E-Mail: info@siegmund.com
Internet: www.siegmund.com

▼ Einrichtungen zur Wärmeerzeugung und –rückgewinnung 1400

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

▼ Lötrauchfilter 1430

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

PlymoVent GmbH
Rolandsecker Weg 30, 53619 Rheinbreitbach
☎ +49 22 24 91 99 3-0 🖷 +49 22 24 91 99 3-30
E-Mail: info@plymovent.de
Internet: www.plymovent.de

▼ Örtliche Schweißrauchabsaugeinrichtungen (stationär, mobil) 1450

Absaugtechnik Kalkhof
Rudolf-Diesel-Str. 2, 59425 Unna
☎ +49 2303 2586459 🖷 +49 2303 9421184
E-Mail: mail@absaugtechnik-kalkhof.de
Internet: www.absaugtechnik-kalkhof.de

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

Füchtenkötter GmbH
Von-Liebig-Straße 26, D-33428 Marienfeld
☎ +49 5247 80-048 🖷 +49 5247 80-952
E-Mail: info@fuechtenkoetter.de
Internet: www.fuechtenkoetter.de

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

PlymoVent GmbH
Rolandsecker Weg 30, 53619 Rheinbreitbach
☎ +49 22 24 91 99 3-0 🖷 +49 22 24 91 99 3-30
E-Mail: info@plymovent.de
Internet: www.plymovent.de

▼ Schalldämm-Materialien, Schallschutzgehäuse 1460

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

Füchtenkötter GmbH
Von-Liebig-Straße 26, D-33428 Marienfeld
☎ +49 5247 80-048 🖷 +49 5247 80-952
E-Mail: info@fuechtenkoetter.de
Internet: www.fuechtenkoetter.de

▼ Schweißer-Schutz-Kabinen 1480

Füchtenkötter GmbH
Von-Liebig-Straße 26, D-33428 Marienfeld
☎ +49 5247 80-048 🖷 +49 5247 80-952
E-Mail: info@fuechtenkoetter.de
Internet: www.fuechtenkoetter.de

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

▼ Schweißer-Schutz-Vorhänge 1490

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

▼ Schweißer-Schutz-Wände 1500

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

▼ Schweißrauchabsauganlagen und –filter 1510

Absaugtechnik Kalkhof
Rudolf-Diesel-Str. 2, 59425 Unna
☎ +49 2303 2586459 🖷 +49 2303 9421184
E-Mail: mail@absaugtechnik-kalkhof.de
Internet: www.absaugtechnik-kalkhof.de

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

Füchtenkötter GmbH
Von-Liebig-Straße 26, D-33428 Marienfeld
☎ +49 5247 80-048 🖷 +49 5247 80-952
E-Mail: info@fuechtenkoetter.de
Internet: www.fuechtenkoetter.de

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

PlymoVent GmbH
Rolandsecker Weg 30, 53619 Rheinbreitbach
☎ +49 22 24 91 99 3-0 🖷 +49 22 24 91 99 3-30
E-Mail: info@plymovent.de
Internet: www.plymovent.de

▼ Sicherheitseinrichtungen gegen hochenergetische Strahlung (z. B. Röntgen-, Laserstrahlung) 1530

Füchtenkötter GmbH
Von-Liebig-Straße 26, D-33428 Marienfeld
☎ +49 5247 80-048 🖷 +49 5247 80-952
E-Mail: info@fuechtenkoetter.de
Internet: www.fuechtenkoetter.de

▼ Technische Lüftung (z. B. Be- und Entlüftungssysteme) 1550

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

4 Arbeits- und Gesundheitsschutz (persönliche Schutzausrüstung)

▼ Laserschutz 1650

Bergmann & Steffen GmbH
Raiffeisenstraße 176, D-32139 Spenge
☎ +49 5225 8786-0 🖷 +49 5225 8786-27
E-Mail: info@bergmann-steffen.de
Internet: www.bergmann-steffen.de

▼ Schweißerschutzschirme und -schilde, Augenschutzbrillen, Augenschutzfilter 1670

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

Optrel AG
Industriestraße 2, CH-9630 Wattwil
☎ +41 71 9874-200 🖷 +41 71 9874-299
Internet: www.optrel.com

5 Allgemeines Zubehör

▼ Drahtführungsspirale 1740

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Drahtvorschubgeräte 1750

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Dreh- und Drehkipptische, Hubtische 1760

MERKLE Schweißanlagen-Technik GmbH
Industriestraße 3, D-89359 Kötz
☎ +49 82 21 915-0 🖷 +49 82 21 915-40
E-Mail: info@merkle.de
Internet: www.merkle.de

▼ Montagesysteme, Vorrichtungen zum Zusammenbau und Positionieren (Spannvorrichtungen, Rollenböcke, Zentriervorrichtungen) 1910

DWT GmbH
Wilhelm-Tenhagen-Str. 5, D-46240 Bottrop
☎ +49 2041 77 144-0 🖷 +49 2041 77 144-99
E-Mail: info@dwt-gmbh.de
Internet: www.dwt-gmbh.de

Bernd Siegmund GmbH
Landsberger Straße 180, 86507 Oberottmarshausen
☎ +49 8203 9607-0 🖷 +49 8203 9607-33
E-Mail: info@siegmund.com
Internet: www.siegmund.com

▼ Schläuche, Schlauchkupplungen, Schlauchanschlüsse, Schlauchpakete 1960

Dipl.-Ing. K. Weinhold GmbH & Co. KG
Kreitzweg 8 + 43, D-41472 Neuss
☎ +49 2131 98 13 0 🖷 +49 2131 85 66 6
E-Mail: info@armaturen-weinhold.de
Internet: www.armaturen-weinhold.de

▼ Schweißstromleiter und –verbinder 2020

P. Druseidt Elektrotechnische Spezialfabrik GmbH & Co. KG
Neuenkamper Straße 105, D-42855 Remscheid
☎ +49 2191 9352-0 🖷 +49 2191 9352-150
E-Mail: info@druseidt.de
Internet: www.druseidt.de

▼ Sekundärkabel für das Widerstandspressschweißen 2030

P. Druseidt Elektrotechnische Spezialfabrik GmbH & Co. KG
Neuenkamper Straße 105, D-42855 Remscheid
☎ +49 2191 9352-0 🖷 +49 2191 9352-150
E-Mail: info@druseidt.de
Internet: www.druseidt.de

▼ Spanntechnik, Spannelemente 2040

Bernd Siegmund GmbH
Landsberger Straße 180, 86507 Oberottmarshausen
☎ +49 8203 9607-0 🖷 +49 8203 9607-33
E-Mail: info@siegmund.com
Internet: www.siegmund.com

▼ Trockenschränke (Elektroden und Pulver),-köcher und –öfen 2060

DWT GmbH
Wilhelm-Tenhagen-Str. 5, D-46240 Bottrop
☎ +49 2041 77 144-0 🖷 +49 2041 77 144-99
E-Mail: info@dwt-gmbh.de
Internet: www.dwt-gmbh.de

▼ Werkzeuge für die Schweißnahtvorbereitung: Entgrat- u. Kantenfräsmaschine 2090

DWT GmbH
Wilhelm-Tenhagen-Str. 5, D-46240 Bottrop
☎ +49 2041 77 144-0 🖷 +49 2041 77 144-99
E-Mail: info@dwt-gmbh.de
Internet: www.dwt-gmbh.de

7 Zusatzwerkstoffe zum Schweißen und Beschichten bestimmter Werkstoffe (unterteilt nach Werkstoffgruppen)

▼ Schweißzusätze für hochlegierte Stähle 2160

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Hyundai Welding GmbH
Bahnhof Weidenau 6, 57076 Siegen
☎ +49 271 7701759-0 🖷 +49 271 7701759-2
E-Mail: hendrik@hyundaiwelding.com
Internet: www.hyundaiwelding.com

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Schweißzusätze für NE-Metalle und –Legierungen 2190

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Schweißzusätze für unlegierte und niedriglegierte Stähle 2200

Bavaria Schweißtechnik GmbH
Wiesenweg 23, D-85716 Unterschleißheim
☎ +49 89 3171 035
E-Mail: bavaria@subarcflux.com
Internet: www.subarcflux.com

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Hyundai Welding GmbH
Bahnhof Weidenau 6, 57076 Siegen
☎ +49 271 7701759-0 🖷 +49 271 7701759-2
E-Mail: hendrik@hyundaiwelding.com
Internet: www.hyundaiwelding.com

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

Westfälische Drahtindustrie GmbH
Wilhelmstraße 7, 59067 Hamm
☎ +49 2381 276-438 🖷 +49 2381 276-232
E-Mail: schweissdraht@wdi.de

▼ Schweißzusätze für verschleißfeste und korrosionsbeständige Auftragungen 2220

Deloro Wear Solutions GmbH
Zur Bergpflege 51-53, D-56070 Koblenz
☎ +49 261 8088-0 🖷 +49 261 8088-23
E-Mail: info@deloro.com
Internet: www.deloro.com

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

VAUTID GmbH
Pioneering Wear Protection
Brunnwiesenstraße 5, D-73760 Ostfildern
☎ +49 711 4404-0 🖷 +49 711 4420-39
E-Mail: vautid@vautid.de
Internet: www.vautid.com

8 Zusatzwerkstoffe zum Schweißen, Schneiden und Beschichten (unterteilt nach der Form der Zusatzwerkstoffe)

▼ Drähte, Bänder und Platten für das UP- und ES-Schweißen 2250

Bavaria Schweißtechnik GmbH
Wiesenweg 23, D-85716 Unterschleißheim
☎ +49 89 3171 035
E-Mail: bavaria@subarcflux.com
Internet: www.subarcflux.com

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

VAUTID GmbH
Pioneering Wear Protection
Brunnwiesenstraße 5, D-73760 Ostfildern
☎ +49 711 4404-0 🖷 +49 711 4420-39
E-Mail: vautid@vautid.de
Internet: www.vautid.com

▼ Drahtelektroden für das Metall-Schutzgasschweißen 2270

Deloro Wear Solutions GmbH
Zur Bergpflege 51-53, D-56070 Koblenz
☎ +49 261 8088-0 🖷 +49 261 8088-23
E-Mail: info@deloro.com
Internet: www.deloro.com

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

TECHNOLIT GmbH
Industriestr. 8, 36137 Großenlüder
☎ +49 66 48 69 - 0 🖷 +49 66 48 69 - 569
E-Mail: info@technolit.de
Internet: www.technolit.de

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

VAUTID GmbH
Pioneering Wear Protection
Brunnwiesenstraße 5, D-73760 Ostfildern
☎ +49 711 4404-0 🖷 +49 711 4420-39
E-Mail: vautid@vautid.de
Internet: www.vautid.com

Westfälische Drahtindustrie GmbH
Wilhelmstraße 7, 59067 Hamm
☎ +49 2381 276-438 🖷 +49 2381 276-232
E-Mail: schweissdraht@wdi.de

▼ Fülldrähte, Füllbänder 2280

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Hyundai Welding GmbH
Bahnhof Weidenau 6, 57076 Siegen
☎ +49 271 7701759-0 🖷 +49 271 7701759-2
E-Mail: hendrik@hyundaiwelding.com
Internet: www.hyundaiwelding.com

VAUTID GmbH
Pioneering Wear Protection
Brunnwiesenstraße 5, D-73760 Ostfildern
☎ +49 711 4404-0 🖷 +49 711 4420-39
E-Mail: vautid@vautid.de
Internet: www.vautid.com

▼ Rohrstabelektroden 2290

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

▼ Schweißpulver 2300

Bavaria Schweißtechnik GmbH
Wiesenweg 23, D-85716 Unterschleißheim
☎ +49 89 3171 035
E-Mail: bavaria@subarcflux.com
Internet: www.subarcflux.com

Deloro Wear Solutions GmbH
Zur Bergpflege 51-53, D-56070 Koblenz
☎ +49 261 8088-0 🖷 +49 261 8088-23
E-Mail: info@deloro.com
Internet: www.deloro.com

▼ Schweißstäbe zum Gasschweißen 2310

Westfälische Drahtindustrie GmbH
Wilhelmstraße 7, 59067 Hamm
☎ +49 2381 276-438 🖷 +49 2381 276-232
E-Mail: schweissdraht@wdi.de

▼ Schweißstäbe zum WIG-Schweißen 2320

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Umhüllte Stabelektroden (für das Lichtbogenhandschweißen) 2360

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

▼ Zusatzwerkstoffe zum Laserstrahlschweißen 2370

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

9 Zusatzwerkstoffe zum Thermischen Spritzen (unterteilt nach ihrer Zusammensetzung)

▼ Karbid-Spritzpulver 2380

Deloro Wear Solutions GmbH
Zur Bergpflege 51-53, D-56070 Koblenz
☎ +49 261 8088-0 🖷 +49 261 8088-23
E-Mail: info@deloro.com
Internet: www.deloro.com

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

▼ Metallspritzpulver und –drähte 2400

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

▼ Spritzpulver-Gemische 2410

Deloro Wear Solutions GmbH
Zur Bergpflege 51-53, D-56070 Koblenz
☎ +49 261 8088-0 🖷 +49 261 8088-23
E-Mail: info@deloro.com
Internet: www.deloro.com

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

10 Zusatzwerkstoffe zum Thermischen Spritzen (unterteilt nach Verfahren und Art des Spritzzusatzes)

▼ Zusatzwerkstoffe zum Flammspritzen (Drähte, Stäbe, Pulver) 2440

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

▼ Zusatzwerkstoffe zum Lichtbogenspritzen (Drähte) 2450

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

Westfälische Drahtindustrie GmbH
Wilhelmstraße 7, 59067 Hamm
☎ +49 2381 276-438 🖷 +49 2381 276-232
E-Mail: schweissdraht@wdi.de

▼ Zusatzwerkstoffe zum Plasmaspritzen (Pulver) 2460

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

▼ Zusatzwerkstoffe zum Schmelzbadspritzen 2470

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

11 Weichlote (unterteilt nach ihrer Zusammensetzung)

▼ Blei-Zinn-Weichlote 2510

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Zinn-Blei-Weichlote (Lötzinn) ohne und mit Cu-, Ag-, P-Zusätzen 2530

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Bleifreie Weichlote 2540

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Sonstige Weichlote 2550

PFARR Stanztechnik GmbH
Am kleinen Sand 1, D-36419 Buttlar
☎ +49 36967 747-0 🖷 +49 36967 747-47
E-Mail: info@pfarr.de
Internet: www.pfarr.de

12 Hartlote (unterteilt nach ihrer Zusammensetzung)

▼ Aluminium-Hartlote 2560

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Goldhaltige Hartlote 2570

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Kupfer/Messing-Hartlote 2580

INNOBRAZE GmbH für Löt- und Verschleisstechnik
Fritz-Müller-Straße 97, D-73730 Esslingen
☎ +49 711 3154 76-0 🖷 +49 711 3154 76-29
E-Mail: info@innobraze.de
Internet: www.innobraze.de

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Nickelbasis-Hartlote 2590

INNOBRAZE GmbH für Löt- und Verschleisstechnik
Fritz-Müller-Straße 97, D-73730 Esslingen
☎ +49 711 3154 76-0 🖷 +49 711 3154 76-29
E-Mail: info@innobraze.de
Internet: www.innobraze.de

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Palladiumhaltige Hartlote 2600

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

PFARR Stanztechnik GmbH
Am kleinen Sand 1, D-36419 Buttlar
☎ +49 36967 747-0 🖷 +49 36967 747-47
E-Mail: info@pfarr.de
Internet: www.pfarr.de

▼ Phosphorhaltige Hartlote 2610

INNOBRAZE GmbH für Löt- und Verschleisstechnik
Fritz-Müller-Straße 97, D-73730 Esslingen
☎ +49 711 3154 76-0 🖷 +49 711 3154 76-29
E-Mail: info@innobraze.de
Internet: www.innobraze.de

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Platinhaltige Hartlote 2620

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Silber-Hartlote 2630

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

PFARR Stanztechnik GmbH
Am kleinen Sand 1, D-36419 Buttlar
☎ +49 36967 747-0 🖷 +49 36967 747-47
E-Mail: info@pfarr.de
Internet: www.pfarr.de

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Sonstige Hartlote 2650

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

13 Lotformen

▼ flussmittelgefüllte Stäbe 2660

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ flussmittelumhüllte Stäbe 2670

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Lotdraht, -stäbe und –bänder 2680

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

PFARR Stanztechnik GmbH
Am kleinen Sand 1, D-36419 Buttlar
☎ +49 36967 747-0 🖷 +49 36967 747-47
E-Mail: info@pfarr.de
Internet: www.pfarr.de

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Lotformteile und Lotfolien 2690

INNOBRAZE GmbH für Löt- und Verschleisstechnik
Fritz-Müller-Straße 97, D-73730 Esslingen
☎ +49 711 3154 76-0 🖷 +49 711 3154 76-29
E-Mail: info@innobraze.de
Internet: www.innobraze.de

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

PFARR Stanztechnik GmbH
Am kleinen Sand 1, D-36419 Buttlar
☎ +49 36967 747-0 🖷 +49 36967 747-47
E-Mail: info@pfarr.de
Internet: www.pfarr.de

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Lotpasten 2700

INNOBRAZE GmbH für Löt- und Verschleisstechnik
Fritz-Müller-Straße 97, D-73730 Esslingen
☎ +49 711 3154 76-0 🖷 +49 711 3154 76-29
E-Mail: info@innobraze.de
Internet: www.innobraze.de

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Lotplattierte Bleche 2710

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Lotpulver 2720

INNOBRAZE GmbH für Löt- und Verschleisstechnik
Fritz-Müller-Straße 97, D-73730 Esslingen
☎ +49 711 3154 76-0 🖷 +49 711 3154 76-29
E-Mail: info@innobraze.de
Internet: www.innobraze.de

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ verdrillte Lote 2730

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

III Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Trennen und Abtragen

1 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Trennen und Abtragen

▼ Autogenes Brennschneiden 2740

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Laser- und Elektronenstrahlschneiden und -bohren 2810

PTR Strahltechnik GmbH
Am Erlenbruch 9, D-63505 Langenselbold
☎ +49 61 84 20 55-0 🖷 +49 61 84 20 55-300
E-Mail: zentrale@ptr-ebeam.com
Internet: www.ptr-ebeam.com

Steigerwald Strahltechnik GmbH
Emmy-Noether-Straße 2, D-82216 Maisach
☎ +49 81 41 35 35-0 🖷 +49 81 41 35 35-215
E-Mail: info@sst-ebeam.com
Internet: www.sst-ebeam.com

▼ Plasmaschmelzschneiden 2860

Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Carl-Cloos-Straße 1, D-35708 Haiger
☎ +49 27 73 85-0 🖷 +49 27 73 85-275
E-Mail: info@cloos.de
Internet: www.cloos.de

Dodek GmbH & Co. KG
Lanzstraße 2, D-88410 Bad Wurzach
☎ +49 7564 948 95-0 🖷 +49 7564 948 95-9
E-Mail: contact@dodek.de
Internet: www.dodek.de

JÄCKLE & ESS System GmbH
Riedweg 4 + 9, D-88339 Bad Waldsee
☎ +49 7524 9700-0 🖷 +49 7524 9700-30
E-Mail: sales@jaeckleess.com
Internet: www.jaeckleess.com

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

2 Produktionsanlagen für Verbrauchs- und Hilfsstoffe

▼ Gasherstellungs- und Gasverflüssigungsanlagen 2900

DWT GmbH
Wilhelm-Tenhagen-Str. 5, D-46240 Bottrop
☎ +49 2041 77 144-0 🖷 +49 2041 77 144-99
E-Mail: info@dwt-gmbh.de
Internet: www.dwt-gmbh.de

IV Unterstützende Systeme für die Automatisierung

1 Allgemeine Fertigungsanlagen, Systeme für die rechnergestützte Fertigung, Datenverarbeitung, Regelungs- und Steuerungstechnik

▼ CAD-, CAM-, CAQ-, CIM- und CAP-Systeme 2950

simufact engineering gmbh
a Hexagon company
Tempowerkring 19, 21079 Hamburg, Germany
☎ +49 40 790 128-000 🖷 +49 40 790 128-199
E-Mail: simufact.marcom@hexagon.com
Internet: www.simufact.de

▼ Erfassen, Kontrollieren und Verarbeiten von Prozess- und Fertigungsparameter 2960

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

▼ Optiken für das Laserstrahlschweißen und/oder –schneiden 3000

OTC DAIHEN EUROPE GmbH
Krefelder Straße 675-677, D-41066 Mönchengladbach
☎ +49 2161 69497-60 🖷 +49 2161 69497-61
E-Mail: info@otc-daihen.de
Internet: www.otc-daihen.de

▼ Programme (Software) 3010

simufact engineering gmbh
a Hexagon company
Tempowerkring 19, 21079 Hamburg, Germany
☎ +49 40 790 128-000 🖷 +49 40 790 128-199
E-Mail: simufact.marcom@hexagon.com
Internet: www.simufact.de

SKS Welding Systems GmbH
Marie-Curie-Straße 14, D-67661 Kaiserslautern
☎ +49 6301 7986-0 🖷 +49 6301 7986-119
E-Mail: info@de.sks-welding.com
Internet: www.sks-welding.com

▼ Serienfertigung, flexible Fertigungsanlagen und Schweißstraßen 3030

pro-beam GmbH & Co. KGaA
Zeppelinstraße 26, 82205 Gilching
☎ +49 89 899 233-0 🖷 +49 89 899 233-11
E-Mail: info@pro-beam.com
Internet: www.pro-beam.com

PTR Strahltechnik GmbH
Am Erlenbruch 9, D-63505 Langenselbold
☎ +49 61 84 20 55-0 🖷 +49 61 84 20 55-300
E-Mail: zentrale@ptr-ebeam.com
Internet: www.ptr-ebeam.com

10 Andere Verbrauchs- und Hilfsstoffe

▼ Beizpaste 3830

Chemetall GmbH
Aarauerstrasse 51, CH-5200 Brugg
☎ +41 56 616 90 30 🖷 +41 56 616 90 40
E-Mail: chemetall.schweiz@basf.com
Internet: www.chemetall.com

▼ Flussmittel zum Löten 3890

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

Solvay Fluor GmbH
Hans-Böckler-Allee 20, D-30173 Hannover
☎ +49 511 857-2035 🖷 +49 511 857-3176
E-Mail: werner.schmitt@solvay.com
Internet: www.solvay.de

H.P. Wirth GmbH
Weberstraße 46, D-75239 Eisingen
☎ +49 7232 809 78-0 🖷 +49 7232 809 78-15
E-Mail: info@hpwirth.com
Internet: www.hpwirth.com

▼ Lötstoppmittel 3960

INNOBRAZE GmbH für Löt- und Verschleisstechnik
Fritz-Müller-Straße 97, D-73730 Esslingen
☎ +49 711 3154 76-0 🖷 +49 711 3154 76-29
E-Mail: info@innobraze.de
Internet: www.innobraze.de

11 Messtechnik und Sensorik

▼ Hand- und andere Messgeräte für das Lichtbogenschweißen (Strom, Spannung, Drahtgeschwindigkeit, Gasgeschwindigkeit, Schweißgeschwindigkeit, Streckenenergie) 4200

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Kalibrierung und Eichung 4220

EWM GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8, D-56271 Mündersbach
☎ +49 2680 181-0 🖷 +49 2680 181-244
E-Mail: info@ewm-group.com
Internet: www.ewm-group.com

▼ Überwachungsgeräte für das Lichtbogenschweißen 4440

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

12 Prüftechnik – Zerstörungsfreie Prüfung

▼ Begutachten und Prüfen von Produkten, Fügeverfahren und Fertigungsabläufen 4561

Ingenieurbüro Jürgen Bialek
Halsbrücker Straße 34, D-09599 Freiberg
☎ +49 3731 1625-29 🖷 +49 3731 1625-30
E-Mail: bialek@bialek-ing.de
Internet: www.bialek-ing.de

▼ Beratung und Planung zur Fertigung, zum Werkstoff-, Energie- und Verfahrenseinsatz, Technologietransfer 4562

Ingenieurbüro Jürgen Bialek
Halsbrücker Straße 34, D-09599 Freiberg
☎ +49 3731 1625-29 🖷 +49 3731 1625-30
E-Mail: bialek@bialek-ing.de
Internet: www.bialek-ing.de

▼ Dichtheitsprüfung 4670

Helling GmbH
Werkstoffprüfung und Gerätebau
Spökerdamm 2, D-25436 Heidgraben
☎ +49 4122 922-0 🖷 +49 4122 922-201
E-Mail: info@helling.de
Internet: www.helling.de

▼ Durchstrahlungsprüfung 4710

Helling GmbH
Werkstoffprüfung und Gerätebau
Spökerdamm 2, D-25436 Heidgraben
☎ +49 4122 922-0 🖷 +49 4122 922-201
E-Mail: info@helling.de
Internet: www.helling.de

ABC der Fügetechnik – Internationaler Branchenführer

▼ Farbeindringprüfung 4820

Helling GmbH
Werkstoffprüfung und Gerätebau
Spökerdamm 2, D-25436 Heidgraben
☎ +49 4122 922-0 🖷 +49 4122 922-201
E-Mail: info@helling.de
Internet: www.helling.de

Helmut Klumpf
Technische Chemie KG
Industriestraße 15, D-45699 Herten
☎ +49 2366 1003-0 🖷 +49 2366 1003-11
E-Mail: klumpf@diffu-therm.de
Internet: www.diffu-therm.de

▼ Gestaltung und Berechnung von Schweißkonstruktionen, Schweißpläne u.ä. 4905

Ingenieurbüro Jürgen Bialek
Halsbrücker Straße 34, D-09599 Freiberg
☎ +49 3731 1625-29 🖷 +49 3731 1625-30
E-Mail: bialek@bialek-ing.de
Internet: www.bialek-ing.de

▼ Lasertechnik 5050

SL-LASER GmbH
Dieselstr. 2, 83301 Traunreut
☎ +49 8669 8638 11 🖷 +49 8669 7893556
E-Mail: info@sl-laser.com
Internet: www.sl-laser.com

▼ Magnetische Prüfung 5110

Helling GmbH
Werkstoffprüfung und Gerätebau
Spökerdamm 2, D-25436 Heidgraben
☎ +49 4122 922-0 🖷 +49 4122 922-201
E-Mail: info@helling.de
Internet: www.helling.de

Helmut Klumpf
Technische Chemie KG
Industriestraße 15, D-45699 Herten
☎ +49 2366 1003-0 🖷 +49 2366 1003-11
E-Mail: klumpf@diffu-therm.de
Internet: www.diffu-therm.de

▼ Schweißaufsicht-, Bau-, Betriebs- und Fertigungsüberwachung 5505

Ingenieurbüro Jürgen Bialek
Halsbrücker Straße 34, D-09599 Freiberg
☎ +49 3731 1625-29 🖷 +49 3731 1625-30
E-Mail: bialek@bialek-ing.de
Internet: www.bialek-ing.de

▼ Sonstige zerstörungsfreie Prüfverfahren 5580

Helling GmbH
Werkstoffprüfung und Gerätebau
Spökerdamm 2, D-25436 Heidgraben
☎ +49 4122 922-0 🖷 +49 4122 922-201
E-Mail: info@helling.de
Internet: www.helling.de

▼ UV-Leuchten 5755

Helling GmbH
Werkstoffprüfung und Gerätebau
Spökerdamm 2, D-25436 Heidgraben
☎ +49 4122 922-0 🖷 +49 4122 922-201
E-Mail: info@helling.de
Internet: www.helling.de

15 Prüftechnik – Prüfverfahren/Prüfeinrichtungen

▼ Prüftische 6125

Absaugtechnik Kalkhof
Rudolf-Diesel-Str. 2, 59425 Unna
☎ +49 2303 2586459 🖷 +49 2303 9421184
E-Mail: mail@absaugtechnik-kalkhof.de
Internet: www.absaugtechnik-kalkhof.de

V Auftragsarbeiten und Dienstleistungen für das Fügen, Trennen und Beschichten

2 Auftragsausführungen – Verarbeiten bestimmter Werkstoffe

▼ Beschichtete und plattierte Werkstoffe 7050

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

VAUTID GmbH
Pioneering Wear Protection
Brunnwiesenstraße 5, D-73760 Ostfildern
☎ +49 711 4404-0 🖷 +49 711 4420-39
E-Mail: vautid@vautid.de
Internet: www.vautid.com

▼ Platin, Gold, Silber 7320

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18, CH-8052 Zürich
☎ +41 44 307 19-30 🖷 +41 44 307 19-20
E-Mail: info@matthey.com
Internet: www.johnson-matthey.ch

▼ Superharte Werkstoffe, Superlegierungen (isostatisches Heißpressen) 7390

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

4 Auftragsausführungen bestimmter Füge- oder anderer Fertigungsverfahren

▼ Auftragschweißen 7710

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

VAUTID GmbH
Pioneering Wear Protection
Brunnwiesenstraße 5, D-73760 Ostfildern
☎ +49 711 4404-0 🖷 +49 711 4420-39
E-Mail: vautid@vautid.de
Internet: www.vautid.com

▼ Elektronenstrahl-/Laserstrahlschweißen 7770

Listemann AG
Werkstoff- und Wärmebehandlungstechnik
Sulzer Allee 25, CH-8404 Oberwinterthur
☎ +41 52 2625 622
E-Mail: b.kuntzmann@listemann.com
Internet: www.listemann.com

pro-beam GmbH & Co. KGaA
Zeppelinstraße 26, 82205 Gilching
☎ +49 89 899 233-0 🖷 +49 89 899 233-11
E-Mail: info@pro-beam.com
Internet: www.pro-beam.com

PTR Strahltechnik GmbH
Am Erlenbruch 9, D-63505 Langenselbold
☎ +49 61 84 20 55-0 🖷 +49 61 84 20 55-300
E-Mail: zentrale@ptr-ebeam.com
Internet: www.ptr-ebeam.com

SLV Service GmbH
Köthener Straße 33a, 06118 Halle/Saale
☎ +49 345 1325-2040 🖷 +49 345 1325-2041
E-Mail: waschfeld@slv-service.de
Internet: www.slv-service.de

Steigerwald Strahltechnik GmbH
Emmy-Noether-Straße 2, D-82216 Maisach
☎ +49 81 41 35 35-0 🖷 +49 81 41 35 35-215
E-Mail: info@sst-ebeam.com
Internet: www.sst-ebeam.com

▼ Metallspritzen 7890

DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 7, D-47877 Willich
☎ +49 21 54 48 37-0 🖷 +49 21 54 48 37-78
E-Mail: info@durum.de
Internet: www.durmat.com

▼ Roboterschweißen WIG/MIG/MAG 7940

Panasonic Connect Europe GmbH
Jagenbergstraße 11a, 41468 Neuss
☎ +49 2131 60899-0
E-Mail: robots@eu.panasonic.com
Internet: https://eu.connect.panasonic.com/

Valk Welding B.V.
Staalindustrieweg 15, NL-2952 AT Alblasserdam
☎ +31 78 691-7011 🖷 +31 78 691-9515
E-Mail: info@valkwelding.com
Internet: www.valkwelding.com

▼ Rührreibschweißen 7960

RRS Schilling GmbH
Grabauer Str. 27 A, D-21493 Schwarzenbek (Hamburg)
☎ +49 4151 83 297 - 60 🖷 +49 4151 83 297 - 61
E-Mail: buero@schweissen-aber-sicher.de
Internet: www.schweissen-aber-sicher.de

▼ Wartung, Instandhaltung, Reparatur 8070

KEMPER GmbH
Von-Siemens-Straße 20, D-48691 Vreden
☎ +49 25 6468-0 🖷 +49 25 6468-120
E-Mail: mail@kemper.de
Internet: www.kemper.de

5 Aus- und Weiterbildung, Zertifizierung, Forschung, Informationsvermittlung, Fachliteratur und Regelwerke

▼ Akkreditierungs- und Zertifizierungsorganisationen 8090

DVS – Kursstätten
Internet: www.DVS-Bildungseinrichtungen.de

▼ Abnahme-, Zulassungs-, Prüfungs- und Überwachungsoganisationen 8100

DVS – Kursstätten
Internet: www.DVS-Bildungseinrichtungen.de

▼ Fachverlage, Bibliotheken (Literatur, Regelwerke, Lehrfilme, Software, CD-ROM Dienste, audiovisuelle Medien, digitale Medien) 8130

DVS Media GmbH
Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf
☎ +49 211 1591-0 🖷 +49 211 1591-150
E-Mail: media@dvs-media.info
Internet: www.dvs-media.eu

Firmenindex

Firma	Produkt
Absaugtechnik Kalkhof	1390, 1450, 1510, 6125
AS - Arnhold - GmbH	20
BAVARIA Schweißtechnik GmbH	2200, 2250, 2300
Bergmann & Steffen GmbH	180, 250, 1030, 1650
Chemetall GmbH	3830
Carl Cloos Schweißtechnik GmbH	80, 180, 190, 200, 250, 280, 360, 420, 1030, 2860
Deloro Wear Solutions GmbH	280, 460, 2220, 2270, 2300, 2380, 2410
Dodek GmbH & Co. KG	1020, 1030, 1390, 1400, 1450, 1460, 1510, 2740, 2860
Paul Druseidt Elektrotechnische Spezialfabrik GmbH & Co. KG	2020, 2030
DURUM VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH	100, 180, 280, 2220, 2250, 2270, 2280, 2290, 2360, 2370, 2380, 2400, 2410, 2440, 2450, 2460, 2470, 7050, 7390, 7710, 7890
DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.	8090, 8100
DVS Media GmbH	8130
DWT GmbH	1250, 1380, 1910, 2060, 2090, 2900
Evobeam GmbH	60, 180
EWM GmbH	100, 190, 200, 250, 280, 420, 490, 600, 2160, 2200, 2220, 2270, 2280, 2320, 2960, 4200, 4220
Fronius Deutschland GmbH	100, 190, 200, 240, 250, 270, 360, 420, 490, 600, 1010, 1040
Füchtenkötter GmbH	1390, 1450, 1460, 1480, 1510, 1530
Helling GmbH Werkstoffprüfung und Gerätebau	4670, 4710, 4820, 5110, 5580, 5755
Hyundai Welding GmbH	2160, 2200, 2280
igm Robotersysteme AG	250, 270, 360
Inelco Grinders A/S	420
Ingenieurbüro Jürgen Bialek	4561, 4562, 4905, 5505
INNOBRAZE GmbH	2580, 2590, 2610, 2690, 2700, 2720, 3960
JÄCKLE & ESS System GmbH	190, 200, 250, 420, 2860
Johnson Matthey & Brandenberger AG	2510, 2530, 2540, 2570, 2580, 2590, 2600, 2610, 2620, 2630, 2650, 2660, 2670, 2680, 2690, 2700, 2710, 2720, 2730, 3890, 7320
Josch Strahlschweißtechnik GmbH	60
KEMPER GmbH	1390, 1430, 1450, 1480, 1490, 1500, 1510, 1550, 1670, 8070
Helmut Klumpf Technische Chemie KG	4820, 5110
Köster & Co. GmbH	20, 1000
LaVa-X GmbH	60, 180
Listemann Technology AG	7770
Lorch Schweißtechnik GmbH	190, 200, 250, 420, 490
MERKLE Schweißanlagen-Technik GmbH	190, 200, 250, 270, 420, 1760
MIG·O·MAT Mikrofügetechnik GmbH	280
MIGATRONIC Schweißmaschinen GmbH	190, 200, 250, 270, 280, 420, 600
MSS Magdeburger Schweißtechnik GmbH	1091
Optrel AG	1670

Firma	Produkt
OTC DAIHEN EUROPE GmbH	180, 190, 200, 250, 270, 420, 600, 2860, 3000
Panasonic Connect Europe GmbH	180, 200, 250, 270, 360, 490, 7940
PFARR Stanztechnik GmbH	2550, 2600, 2630, 2680, 2690
PLYMOVENT GmbH	1390, 1430, 1450, 1510
pro-beam GmbH & Co. KGaA	60, 180, 1030, 3030, 7770
PROTEM GmbH	1240, 1250, 1300
PTR Strahltechnik GmbH	60, 1030, 2810, 3030, 7770
REHM GmbH u. Co. KG Schweißtechnik	250, 420
RRS Schilling GmbH	7960
Bernd Siegmund GmbH	1390, 1910, 2040
simufact engineering gmbh	2950, 3010
SKS Welding Systems GmbH	190, 200, 250, 270, 600, 1750, 2960, 3010
SL-Laser GmbH	5050
SLV Service GmbH	7770
Solvay Fluor GmbH	3890
Heinz Soyer GmbH Bolzenschweißtechnik	20, 1000
Steigerwald Strahltechnik GmbH	60, 2810, 7770
Technolit GmbH	250, 2270
J. Thielmann Gesellschaft für Automatisierungstechnik mbH	1010
Valk Welding B.V.	200, 250, 420, 490, 1740, 1750, 2160, 2190, 2200, 2220, 2270, 2320, 2740, 2860, 4200, 4440, 7940
VAUTID GmbH Pioneering Wear Protecion	2220, 2250, 2270, 2280, 7050, 7710
Dipl.-Ing. K. Weinhold GmbH & Co. KG	1960
Westfälische Drahtindustrie GmbH	2200, 2270, 2310, 2450
H.P. Wirth GmbH	2560, 2580, 2610, 2630, 2670, 2680, 2690, 3890

Produktliste

I Anlagen und Ausrüstung für die Verfahren der Füge-, Beschichtungs- und Trenntechnik

1 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Schweißen von Metall-, Keramik- und Verbundwerkstoffen

- ❒ 10 Abbrennstumpfschweißen
- ❒ 20 Bolzenschweißen
- ❒ 30 Buckelschweißen
- ❒ 40 Diffusionsschweißen
- ❒ 50 Elektrogasschweißen
- ❒ 60 Elektronenstrahlschweißen
- ❒ 70 Elektroschlackeschweißen
- ❒ 80 Engspaltschweißen
- ❒ 90 Falzdrahtschweißen
- ❒ 100 Fülldrahtschweißen
- ❒ 110 Gaspressschweißen
- ❒ 120 Gasschweißen
- ❒ 130 Gießschmelzschweißen
- ❒ 140 Induktives Widerstandspressschweißen
- ❒ 150 Kaltpressschweißen
- ❒ 160 Kammerschweißen
- ❒ 170 Kondensatorentladungsschweißen
- ❒ 180 Laserstrahlschweißen
- ❒ 190 Lichtbogenhandschweißen
- ❒ 200 Lichtbogenimpulsschweißen
- ❒ 210 Lichtstrahlschweißen
- ❒ 220 Linear- und Rotationsreibschweißen, Rührreibschweißen
- ❒ 230 Magnetimpulsschweißen
- ❒ 240 Mehrdrahtschweißen
- ❒ 250 MIG-/MAG-Schweißen
- ❒ 260 Mikroschweißen
- ❒ 270 Plasma/WIG-Schweißen
- ❒ 280 Plasmaschweißen
- ❒ 290 Pressstumpfschweißen
- ❒ 300 Rollennahtschweißen
- ❒ 310 Rolltransformatorschweißen
- ❒ 320 Rührreibschweißen
- ❒ 330 Sprengschweißen
- ❒ 340 Schleifkontaktschweißen
- ❒ 350 Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen
- ❒ 360 TANDEM-Schweißen
- ❒ 370 Ultraschallschweißen
- ❒ 380 Unterschieneschweißen
- ❒ 390 UP-Schweißen
- ❒ 400 Walzschweißen
- ❒ 410 Widerstandspunktschweißen
- ❒ 420 WIG-Schweißen

2 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Auftragschweißen und Plattieren

- ❒ 430 Additive Fertigung
- ❒ 440 Elektroschlackeauftragschweißen
- ❒ 450 Laserstrahlauftragschweißen
- ❒ 460 Plasmaauftragschweißen
- ❒ 470 Reibauftragschweißen
- ❒ 480 Spreng- und Walzplattieren
- ❒ 490 Schutzgasauftragschweißen
- ❒ 500 UP-Auftragschweißen

3 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Löten

- ❒ 510 Auftraglöten
- ❒ 520 Bügellöten
- ❒ 530 Elektronenstrahllöten
- ❒ 540 Entlöten
- ❒ 550 Flammlöten
- ❒ 570 Induktionslöten
- ❒ 580 Kolben-, Block- und Rollenlöten
- ❒ 590 Laserstrahllöten
- ❒ 600 Lichtbogenlöten
- ❒ 610 Lichtstrahllöten
- ❒ 620 Lötbad-, Wellen- und Schlepplöten
- ❒ 630 Mikrolöten
- ❒ 640 Ofenlöten (Schutzgas, Vakuum)
- ❒ 650 Reiblöten
- ❒ 660 Salzbadlöten
- ❒ 670 Schwalllöten
- ❒ 680 Wellenlöten
- ❒ 690 Tauchlöten
- ❒ 700 Ultraschalllöten
- ❒ 710 Warmgaslöten
- ❒ 720 Widerstandslöten
- ❒ 730 Wiederaufschmelzlöten

4 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Schweißen von Kunststoffen

- ❒ 740 Extrusionsschweißen
- ❒ 750 Heizelementschweißen
- ❒ 760 Hochfrequenzschweißen
- ❒ 770 Infrarotschweißen
- ❒ 780 Laserstrahlschweißen
- ❒ 790 Lichtstrahlschweißen
- ❒ 800 Reibschweißen
- ❒ 810 Rotationsreibschweißen
- ❒ 820 Ultraschallschweißen
- ❒ 830 Vibrationsschweißen
- ❒ 840 Warmgasschweißen

5 Anlagen, Ausrüstung und Verbindungselemente inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das kraft- und formschlüssige Fügen

- ❒ 850 Bördeln
- ❒ 860 Drahtflechten, -weben
- ❒ 870 Durchsetzfügen (Clinchen)
- ❒ 880 Einhängen, Einspreizen, Klammern, Verkeilen, Verspannen
- ❒ 890 Falzen
- ❒ 900 Fügen durch Fließpressen oder Ziehen
- ❒ 910 Fügen durch Umformen
- ❒ 920 Fügen durch Verlappen
- ❒ 930 Fügen durch Verpressen oder Quetschen
- ❒ 940 Fügen durch Weiten oder Engen (Rohreinwalzen, Einhalsen, Sicken)
- ❒ 950 Fügen durch Wickeln
- ❒ 960 Heften mit Drahtklammern (Tackern)
- ❒ 970 Nieten
- ❒ 980 Pressverbinden (Einpressen, Schrumpfen, Dehnen, Druckfügen)
- ❒ 990 Schrauben (Schraubverbinden)
- ❒ 1000 Verbindungselemente (Nieten, Hohlnieten, Zapfennieten, Stanznieten, Blindnietmuttern, Bolzen, Schrauben)

6 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für spezielle Anwendungen

- ❒ 1010 Brennerreinigung, automatische Brennerreinigungssysteme
- ❒ 1020 Einrichtungen zum Beschicken, Einlegen, Bestücken oder Fördern (z.B. Mutternzuführgeräte u.a.)
- ❒ 1030 Fertigungsanlagen und –straßen
- ❒ 1040 Orbitalschweißanlagen
- ❒ 1050 Paketschneiden
- ❒ 1060 Reparaturschweißen, -schneiden
- ❒ 1063 Schweißtrainer
- ❒ 1070 Unterwasser-Schneiden
- ❒ 1080 Unterwasser-Schweißen
- ❒ 1090 Schweißen, Löten und thermisches Schneiden sowie Beschichten im Luft- und Raumfahrzeugbau

7 Service und Dienstleistungen

- ❒ 1091 Vermietung von Schweißanlagen und Schweißausrüstung
- ❒ 1092 Vermietung von Schweißmanipulatoren

II Anlagen und Ausrüstung für die Wärmebehandlung und andere Fertigungsverfahren

1 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für die Wärmebehandlung

- ❒ 1100 Diffusionsglühen
- ❒ 1110 Flammentspannen
- ❒ 1120 Flammrichten
- ❒ 1130 Flammwärmen
- ❒ 1140 Härten, Aushärten, Vergüten
- ❒ 1150 Induktionswärmen
- ❒ 1160 Normalisieren
- ❒ 1170 Ofenwärmen
- ❒ 1180 Spannungsarmglühen
- ❒ 1190 Weichglühen
- ❒ 1200 Widerstandswärmen

2 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für andere Fertigungsverfahren

- ❒ 1210 Biegen, Rohrbiegen
- ❒ 1220 Walzen, Stauchen, Ziehen
- ❒ 1230 Bohren
- ❒ 1240 Drehen, Fräsen, Hobeln
- ❒ 1250 Fugenformen und -vorbereiten (z. B. Anfasgeräte für Platten und Rohrenden)
- ❒ 1260 Gießen
- ❒ 1270 Oberflächenvor- und -nachbearbeiten, Oberflächenreinigen
- ❒ 1280 Polieren
- ❒ 1290 Richten (kalt)
- ❒ 1300 Sägen
- ❒ 1310 Sintern und heiß-isostatisches Pressen
- ❒ 1320 Schleifen
- ❒ 1330 Schneiden (z.B. Blechscheren), Stanzen, Nibbeln
- ❒ 1340 Schweißkonditionieren
- ❒ 1345 Mechanische Nachbehandlung
- ❒ 1350 Strahlen
- ❒ 1360 Vibrationsentspannen
- ❒ 1370 Pumpen

3 Werkstatt- und Arbeitsplatzausrüstungen, Sicherheitseinrichtungen

- ❒ 1380 Anschlagmittel und Hebezeuge (Kransysteme, -gabeln, -traversen, Schwenkkrane, Lasthebemagnete, Elektrokettenzüge)
- ❒ 1390 Arbeitstische (z.B. Schweiß- und Schneidtische)
- ❒ 1400 Einrichtungen zur Wärmeerzeugung und –rückgewinnung
- ❒ 1410 Lastwendegerät
- ❒ 1420 Lichtdurchlässige/lichtundurchlässige Abschirmungen
- ❒ 1430 Lötrauchfilter
- ❒ 1440 Maschinenschutztor
- ❒ 1450 Örtliche Schweißrauchabsaugeinrichtungen (stationär, mobil)
- ❒ 1460 Schalldämm-Materialien, Schallschutzgehäuse
- ❒ 1470 Schutzeinrichtungen für Industrieroboter (z.B. Türverriegelungen, Schaltplatten, bildgestützte Überwachungssysteme)
- ❒ 1480 Schweißer-Schutz-Kabinen
- ❒ 1490 Schweißer-Schutz-Vorhänge
- ❒ 1500 Schweißer-Schutz-Wände
- ❒ 1510 Schweißrauchabsauganlagen und –filter
- ❒ 1520 Sicherheitseinrichtungen gegen Brand und Explosion
- ❒ 1530 Sicherheitseinrichtungen gegen hochenergetische Strahlung (z. B. Röntgen-, Laserstrahlung)
- ❒ 1540 Stationäre Staubsauger für Industriebedarf
- ❒ 1550 Technische Lüftung (z. B. Be- und Entlüftungssysteme)
- ❒ 1560 Werkbänke, Werkstattschränke
- ❒ 1570 Werkstattstühle, Stehhilfen
- ❒ 1580 Werkstattwagen, Flaschenwagen
- ❒ 1590 Werkzeug

❒ 1600 Sonstige Schutz- und Sicherheitseinrichtungen (z. B. Hinweisschilder auf mögliche Gefahren, Feuerlöscher, Feuerlöschdecken)

4 Arbeits- und Gesundheitsschutz (persönliche Schutzausrüstung)

❒ 1610 Atemschutz (z.B. Filter-, Isoliergeräte)
❒ 1620 Erste-Hilfe-Ausrüstung, Medizin
❒ 1630 belüftete Schweißerschutzhelme
❒ 1640 Gehörschutz (Watte, Stöpsel, Kapselgehörschützer)
❒ 1650 Laserschutz
❒ 1660 Schutzkleidung (Helme, Schürzen, Anzüge, Schuhe, Handschuhe)
❒ 1670 Schweißerschutzschirme und -schilde, Augenschutzbrillen, Augenschutzfilter
❒ 1680 Sonstige Unfallschutzausrüstung

5 Allgemeines Zubehör

❒ 1690 Ausgleichsfederzüge (z.B. für Punktschweißzangen)
❒ 1700 Badsicherungen und Klebebänder (z. B. für das Einseitenschweißen)
❒ 1710 Brennerhalswechselsysteme
❒ 1720 Brenner- und Schweißkopfbewegungssysteme
❒ 1730 Dosiereinrichtungen (z.B. für Klebstoffe, Lote und Pulver)
❒ 1740 Drahtführungsspirale
❒ 1750 Drahtvorschubgeräte
❒ 1760 Dreh- und Drehkipptische, Hubtische
❒ 1770 Druckzylinder für das Press- und Widerstandspressschweißen
❒ 1780 Einrichtungen zum Speichern (Gurt, Palette, Magazin) von Werkstücken
❒ 1790 Elektroden für das Widerstandsschweißen
❒ 1800 Elektrodenwerkstoffe für das Widerstandsschweißen
❒ 1810 Elektroden für das WIG-Schweißen
❒ 1820 Elektrodenhalter
❒ 1830 Elektrodenschleifgeräte
❒ 1840 Gasanzünder
❒ 1850 Getriebe, Globoid-Getriebe
❒ 1860 Klemmen (Pol-, Erdungs-, Werkstückklemmen) und Polanzeiger
❒ 1870 Kühlvorrichtungen
❒ 1880 Magnetventile
❒ 1890 Wasser-, Öl-, Luftkühler
❒ 1900 Magnetische Schweißhilfen, magnetische Transportgeräte
❒ 1910 Montagesysteme, Vorrichtungen zum Zusammenbau und Positionieren (Spannvorrichtungen, Rollenböcke, Zentriervorrichtungen)
❒ 1920 Plasmaventile
❒ 1930 Punktschweißzangen
❒ 1940 Roboterhalterung
❒ 1950 Schlackenhämmer und –bürsten
❒ 1960 Schläuche, Schlauchkupplungen, Schlauchanschlüsse, Schlauchpakete
❒ 1970 Schlauchpressen
❒ 1980 Schweißaggregate mit Diesel- oder Benzinmotorantrieb
❒ 1990 Schweißdrahtspulen
❒ 2000 Schweißpulverzuführ- und rückgewinnungsanlagen
❒ 2010 Schweißspiegel
❒ 2020 Schweißstromleiter und –verbinder
❒ 2030 Sekundärkabel für das Widerstandspressschweißen
❒ 2040 Spanntechnik, Spannelemente
❒ 2050 Stahldrahtbürsten und Handbürsten für Schweißungen
❒ 2060 Trockenschränke (Elektroden und Pulver), -köcher und –öfen
❒ 2070 Werkstücktransportsysteme (Hub-Shuttle-Systeme, Rundschalttische)
❒ 2080 Werkzeugwechselsysteme
❒ 2090 Werkzeuge für die Schweißnahtvorbereitung: Entgrat- u. Kantenfräsmaschine
❒ 2100 Sonstiges Zubehör, Pumpen und andere Hilfsaggregate

6 Zubehör – Gasversorgung

❒ 2110 Gasquelle und Speicher inkl. Rohrleitungen und Armaturen (Tankanlagen, Trailer, Container, Flaschenbündel, -batterien, Einzelflasche)
❒ 2120 Zentrale Umschalt-, Druckregel- und Absicherungsanlagen, Gasmischanlagen und die Armaturen für die Verteilungsleitungen (Umschalt-, Druckregel- und Sicherheitseinrichtungen, Ventile, Gasfilter, Durchfluss- und Druckmesseinrichtungen)
❒ 2130 Entnahmestellen-Ausrüstung (Absperrventile, Druckregler, Gasmischer, Gebrauchsstellenvorlage, Entnahmestellenkonsolen)
❒ 2140 Einzelflaschenanlagen, (Flaschendruckminderer, Einzelflaschensicherung gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag)
❒ 2150 Sonderausrüstungen und allgemeines Zubehör (automatische Umschalteinrichtungen, Drucküberwachungsanlagen, Gasanalysegeräte, Leitungsaufkleber, Rohrschellen usw.)

7 Zusatzwerkstoffe zum Schweißen und Beschichten bestimmter Werkstoffe (unterteilt nach Werkstoffgruppen)

❒ 2160 Schweißzusätze für hochlegierte Stähle
❒ 2170 Schweißzusätze für hochlegierten Stahlguss
❒ 2180 Schweißzusätze für Kunststoffe
❒ 2190 Schweißzusätze für NE-Metalle und –Legierungen
❒ 2200 Schweißzusätze für unlegierte und niedriglegierte Stähle
❒ 2210 Schweißzusätze für unlegierten und niedriglegierten Stahlguß
❒ 2220 Schweißzusätze für verschleißfeste und korrosionsbeständige Auftragungen
❒ 2230 Schweißzusätze für Unterwasserschweißen
❒ 2240 Schweißzusätze für sonstige Werkstoffe

8 Zusatzwerkstoffe zum Schweißen, Schneiden und Beschichten (unterteilt nach der Form der Zusatzwerkstoffe)

❒ 2250 Drähte, Bänder und Platten für das UP- und ES-Schweißen
❒ 2260 Drähte und Bänder für das Mikroschweißen
❒ 2270 Drahtelektroden für das Metall-Schutzgasschweißen
❒ 2280 Fülldrähte, Füllbänder
❒ 2290 Rohrstabelektroden
❒ 2295 Metallpulver für Schweißen, Beschichten und additives Fertigen sowie Fülldraht- und Stabelektrodenfertigung
❒ 2300 Schweißpulver
❒ 2310 Schweißstäbe zum Gasschweißen
❒ 2320 Schweißstäbe zum WIG-Schweißen
❒ 2330 Stabelektroden für das Fugenhobeln und Thermische Schneiden
❒ 2340 Stabelektroden für das Schweißen und Schneiden unter Wasser
❒ 2350 Thermit-Schweißportionen
❒ 2360 Umhüllte Stabelektroden (für das Lichtbogenhandschweißen)
❒ 2370 Zusatzwerkstoffe zum Laserstrahlschweißen

9 Zusatzwerkstoffe zum Thermischen Spritzen (unterteilt nach ihrer Zusammensetzung)

❒ 2380 Karbid-Spritzpulver
❒ 2390 Keramische Spritzpulver (Metalloxide/ Metallnitride)
❒ 2400 Metallspritzpulver und –drähte
❒ 2410 Spritzpulver-Gemische
❒ 2420 Suspensionen
❒ 2430 Thermoplaste

10 Zusatzwerkstoffe zum Thermischen Spritzen (unterteilt nach Verfahren und Art des Spritzzusatzes)

❒ 2440 Zusatzwerkstoffe zum Flammspritzen (Drähte, Stäbe, Pulver)
❒ 2450 Zusatzwerkstoffe zum Lichtbogenspritzen (Drähte)
❒ 2460 Zusatzwerkstoffe zum Plasmaspritzen (Pulver)
❒ 2470 Zusatzwerkstoffe zum Schmelzbadspritzen
❒ 2480 Zusatzwerkstoffe zum Hochgeschwindigkeits-flammspritzen (Pulver)
❒ 2490 Zusatzwerkstoffe zum Kaltgasspritzen (Pulver)
❒ 2500 Zusatzwerkstoffe zum Suspensionsspritzen (Suspensionen)

11 Weichlote (unterteilt nach ihrer Zusammensetzung)

❒ 2510 Blei-Zinn-Weichlote
❒ 2520 Weichlote für Aluminium
❒ 2530 Zinn-Blei-Weichlote (Lötzinn) ohne und mit Cu-, Ag-, P-Zusätzen
❒ 2540 Bleifreie Weichlote
❒ 2550 Sonstige Weichlote

12 Hartlote (unterteilt nach ihrer Zusammensetzung)

❒ 2560 Aluminium-Hartlote
❒ 2570 Goldhaltige Hartlote
❒ 2580 Kupfer/Messing-Hartlote
❒ 2590 Nickelbasis-Hartlote
❒ 2600 Palladiumhaltige Hartlote
❒ 2610 Phosphorhaltige Hartlote
❒ 2620 Platinhaltige Hartlote
❒ 2630 Silber-Hartlote
❒ 2640 Sonderhartlote (Kobalt-, Titan-, Zirkonbasis)
❒ 2650 Sonstige Hartlote

13 Lotformen

❒ 2660 flussmittelgefüllte Stäbe
❒ 2670 flussmittelumhüllte Stäbe
❒ 2680 Lotdraht, -stäbe und –bänder
❒ 2690 Lotformteile und Lotfolien
❒ 2700 Lotpasten
❒ 2710 Lotplattierte Bleche
❒ 2720 Lotpulver
❒ 2730 verdrillte Lote

III Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Trennen und Abtragen

1 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Trennen und Abtragen

❒ 2740 Autogenes Brennschneiden
❒ 2750 Brennbohren
❒ 2760 Brennflämmen
❒ 2770 Brennfugen
❒ 2780 Elektroerosives und chemisches Werkstückbearbeiten
❒ 2790 Flammstrahlen
❒ 2800 Kohlelichtbogenschneiden
❒ 2810 Laser- und Elektronenstrahlschneiden und -bohren
❒ 2820 Lichtbogendruckluftfugen
❒ 2830 Lichtbogen-Sauerstoffschneiden
❒ 2840 Metall-, Mineralpulverbrenn- und Schmelzschneiden
❒ 2850 Plasmafugen
❒ 2860 Plasmaschmelzschneiden
❒ 2870 Wasserstrahlschneiden, Wasser-Abrasivstrahlschneiden

2 *Produktionsanlagen für Verbrauchs- und Hilfsstoffe*

- ❒ 2880 Acetylenentwickler- und Abfüllanlagen
- ❒ 2890 Fördermittel für Zusatz- und Verbrauchsstoffe
- ❒ 2900 Gasherstellungs- und Gasverflüssigungsanlagen

3 *Produktionsanlagen für Zusatzwerkstoffe*

- ❒ 2910 Produktionsanlagen für Lote, Lotdraht, Lotfolien und/oder Lotformteile
- ❒ 2920 Produktionsanlagen für Schweißdrähte
- ❒ 2930 Produktionsanlagen für umhüllte Stabelektroden und Fülldrahtelektroden
- ❒ 2940 Produktionsanlagen für Schweißpulver

IV Unterstützende Systeme für die Automatisierung

1 *Allgemeine Fertigungsanlagen, Systeme für die rechnergestützte Fertigung, Datenverarbeitung, Regelungs- und Steuerungstechnik*

- ❒ 2950 CAD-, CAM-, CAQ-, CIM- und CAP-Systeme
- ❒ 2960 Erfassen, Kontrollieren und Verarbeiten von Prozess- und Fertigungsparameter
- ❒ 2970 Industrieanlagen
- ❒ 2980 Kamerasysteme zur Überwachung von Verfahrens- und Fertigungsprozessen
- ❒ 2990 Nahtführungs- und Schweißkopfführungssysteme
- ❒ 3000 Optiken für das Laserstrahlschweißen und/oder –schneiden
- ❒ 3010 Programme (Software)
- ❒ 3020 Rechner und sonstige Hardware (Minirechner, Mikrorechner und PC, Großrechner, Prozessrechner, Drucker, Plotter, Prozessoren usw.)
- ❒ 3030 Serienfertigung, flexible Fertigungsanlagen und Schweißstraßen
- ❒ 3040 Steuerungs- und Regelungstechnik (Druckschalter, Magnet- und Plasmaventile u.a.)

2 *Klebstoffe*

- ❒ 3050 Epoxidharze (1K, 2K)
- ❒ 3060 Polyurethane (1K, 2K)
- ❒ 3070 Reaktive Schmelzklebstoffe
- ❒ 3080 Cyanacrylate
- ❒ 3090 Anaerob härtende Klebstoffe
- ❒ 3100 Strahlenhärtende Klebstoffe
- ❒ 3110 Silanvernetzende Polymerklebstoffe
- ❒ 3120 Phenol-Formaldehydharz-Klebstoffe
- ❒ 3130 Haftklebstoffe
- ❒ 3140 Acrylate
- ❒ 3150 Silikone
- ❒ 3160 MS-Polymere
- ❒ 3170 Strukturelle Klebebände

3 *Klebstoffapplikation*

- ❒ 3180 Kartuschen
- ❒ 3190 Auftragssysteme
- ❒ 3200 Automatisierung
- ❒ 3210 Überwachungsanlagen Klebstoffauftrag
- ❒ 3220 Dosiereinrichtungen
- ❒ 3230 Förderpumpen
- ❒ 3240 Mischer (dynamisch, statisch)

4 *Oberflächenbehandlung*

- ❒ 3250 Lösungsmittelhaltige Systeme
- ❒ 3260 Mechanische Verfahren (Schleifen, Strahlen)
- ❒ 3270 Wasserbasierte Systeme (neutral, sauber, basisch)
- ❒ 3280 Nasschemische Verfahren (Beizen, Phosphatieren, Anochisieren, Sonstige)
- ❒ 3290 Trockenchemische Verfahren (Silicoater, Niederdruckplasma, Atmosphärendruckplasma, Sonstige)
- ❒ 3300 Primer/Haftvermittler

5 *Beratung*

- ❒ 3310 Klebstoffauswahl
- ❒ 3320 Klebgerechte Konstruktion
- ❒ 3330 Charakterisierung von Klebstoffen
- ❒ 3340 Qualitätsmanagement
- ❒ 3350 Auditierung von Prozessen
- ❒ 3360 Auditierung von Betrieben
- ❒ 3370 Anlagenbau (Plasmaanlagen)
- ❒ 3380 Lacktechnik
- ❒ 3390 Faserverbundtechnologie
- ❒ 3400 Klebstoffapplikation
- ❒ 3410 Integration in die Fertigung (Fertigungsplanung)
- ❒ 3420 Arbeits- und Umweltschutz
- ❒ 3430 Oberflächenanalytik
- ❒ 3440 Klebstoffentwicklung
- ❒ 3450 Elektrochemie/Korrosion
- ❒ 3460 Werkstoff- und Bauteilprüfung
- ❒ 3470 Simulation und Berechnung von Klebverbindungen

6 *Forschung und Entwicklung*

- ❒ 3480 Klebstoffauswahl
- ❒ 3490 Klebgerechte Konstruktion
- ❒ 3500 Charakterisierung von Klebstoffen
- ❒ 3510 Anlagenbau (Plasmaanlagen)
- ❒ 3520 Lacktechnik
- ❒ 3530 Faserverbundtechnologik
- ❒ 3540 Klebstoffapplikation
- ❒ 3550 Integration in die Fertigung (Fertigungsplanung)
- ❒ 3560 Oberflächenanalytik
- ❒ 3570 Molekulare Modellierung
- ❒ 3580 Klebstoffentwicklung
- ❒ 3590 Elektrochemie/Korrosion
- ❒ 3600 Werkstoff- und Bauteilprüfung
- ❒ 3610 Simulation und Berechnung von Klebverbindungen

7 *Aus- und Weiterbildung*

- ❒ 3620 DVS - EWF - Klebpraktiker
- ❒ 3630 DVS - EWF - Klebfachkraft
- ❒ 3640 DVS - EWF - Klebfachingenieur
- ❒ 3650 Faserverbundpraktiker

8 *Sonstige*

- ❒ 3660 Fachverlag
- ❒ 3670 Technologiebroker
- ❒ 3680 Anerkannte Stelle EBA

9 *Gase*

- ❒ 3690 Brenngas (Acetylen/Butan/Erdgas/Methan/Propan/Stadtgas)
- ❒ 3700 Aktivgas
- ❒ 3710 Dotier- und Prüfgas
- ❒ 3720 Druckluft
- ❒ 3730 Flüssiggas
- ❒ 3740 Formiergas
- ❒ 3750 Inertgas (Argon, Neon, Helium)
- ❒ 3760 Kohlendioxid
- ❒ 3761 Laserbetriebsgas
- ❒ 3762 Laserstrahlprozessgas
- ❒ 3770 Mischgas
- ❒ 3780 Sauerstoff
- ❒ 3790 Stickstoff
- ❒ 3800 Wasserstoff

10 *Andere Verbrauchs- und Hilfsstoffe*

- ❒ 3810 Asbestersatz
- ❒ 3820 Badsicherung
- ❒ 3830 Beizpaste
- ❒ 3840 Calciumcarbid
- ❒ 3850 Dichtheitsprüfmittel
- ❒ 3860 Düsenschutzpaste
- ❒ 3870 Elektropolierchemikalien
- ❒ 3880 Farben und Lacke
- ❒ 3890 Flussmittel zum Löten
- ❒ 3900 Hilfsstoffe zum Gießpress- und Gießschmelzschweißen
- ❒ 3910 Hitzeschutzmittel bei Schweißarbeiten
- ❒ 3920 Imprägniermittel
- ❒ 3930 Keramikformkörper
- ❒ 3940 Keramikpulver
- ❒ 3950 Lösemittel
- ❒ 3960 Lötstoppmittel
- ❒ 3970 Oberflächenreiniger
- ❒ 3980 Passivierungsmittel
- ❒ 3990 Reinigungsmittel
- ❒ 4000 Rohstoffe für die Stabelektrodenumhüllung
- ❒ 4010 Rostschutzmittel
- ❒ 4020 Sauerstoff- und Pulverlanzen
- ❒ 4030 Signierfarben
- ❒ 4040 Sprengstoff
- ❒ 4050 Schmiermittel
- ❒ 4060 Schneidpulver für Beton, Gusseisen u. a. Werkstoffe
- ❒ 4070 Schweißerkreide
- ❒ 4080 Schweißgrundierung
- ❒ 4090 Schweißnahtreinigungsmittel
- ❒ 4100 Sprays, technische
- ❒ 4110 Strahlmittel
- ❒ 4120 Trenn-, Schrupp– und Schleifscheiben
- ❒

- ❒ 11 Messtechnik und Sensorik
- ❒ 4130 Chemische Analyse
- ❒ 4140 Dehnungs-, Weg- und Winkelmessung
- ❒ 4150 Durchflussmengen- und Strömungsgeschwindigkeitsmessung
- ❒ 4160 Rasterelektronenmikroskope
- ❒ 4170 Ferritgehaltmessgeräte
- ❒ 4180 Fotografie und Kinematografie
- ❒ 4190 Geschwindigkeits- und Drehzahlmessung
- ❒ 4200 Hand- und andere Messgeräte für das Lichtbogenschweißen (Strom, Spannung, Drahtgeschwindigkeit, Gasgeschwindigkeit, Schweißgeschwindigkeit, Streckenenergie)
- ❒ 4210 Holografie
- ❒ 4220 Kalibrierung und Eichung
- ❒ 4230 Kapazitäts- und Induktivitätsmessung
- ❒ 4240 Kraftmesssysteme
- ❒ 4250 Lehren, Schweißnahtlehren
- ❒ 4260 Leistungsmessung
- ❒ 4270 Masse-, Dichte-, Kraft-, Drehmoment- und Druckmessung
- ❒ 4280 Messgeräte für Gase, Rauch, Stäube
- ❒ 4290 Messgeräte für Schall/Geräusch
- ❒ 4300 Messgeräte für Strahlung
- ❒ 4310 Messgeräte für das Widerstandsschweißen (Impulse, Perioden, Strom, Spannung), Rogowski-Gürte
- ❒ 4320 Mess- und Überwachungsgeräte für die Elektroden-Eindringtiefe beim Widerstandsschweißen
- ❒ 4330 Mikroskopie
- ❒ 4340 Oberflächengüte (Schnittflächengüte)
- ❒ 4350 Probenvorbereitungsanlagen
- ❒ 4360 Rauheitsmessung von Oberflächen/Rautiefen
- ❒ 4370 Schichtdicken-, Wanddicken- und Risstiefemessung
- ❒ 4380 Sensortechnik
- ❒ 4390 Sonstige Messtechnik und Messgeräte
- ❒ 4400 Spannungsoptik
- ❒ 4410 Strom- und Spannungsmessung
- ❒ 4420 Temperaturmessung (optisch, elektrisch, chemisch, mechanisch)
- ❒ 4430 Thermografie
- ❒ 4440 Überwachungsgeräte für das Lichtbogenschweißen
- ❒ 4450 Überwachungsgeräte für das Widerstandsschweißen
- ❒ 4460 Wasserstoffbestimmung
- ❒ 4470 Widerstands- und Isolationsmessung
- ❒ 4480 Zeit-, Ereigniszahl-, Frequenzmessung

12 *Prüftechnik – Zerstörungsfreie Prüfung*

- ❒ 4490 Akustische Messgeräte
- ❒ 4500 Akustische Mikroskopie
- ❒ 4510 Analysen-Geräte
- ❒ 4520 Atomabsorptionsspektrometer
- ❒ 4530 Auger-Sonden
- ❒ 4540 Automatisierung und Rechnerunterstützung für die zerstörungsfreie Prüfung
- ❒ 4550 Automatische Testsysteme
- ❒ 4560 Automatisierung in der Mess- und Prüftechnik

- ❒ 4561 Begutachten und Prüfen von Produkten, Fügeverfahren und Fertigungsabläufen
- ❒ 4562 Beratung und Planung zur Fertigung, zum Werkstoff-, Energie- und Verfahrenseinsatz, Technologietransfer
- ❒ 4570 Betatron- und Linearbeschleuniger
- ❒ 4580 Bildverarbeitungsanlagen
- ❒ 4590 Bildverstärker
- ❒ 4600 CAQ
- ❒ 4610 CCD-Kameras
- ❒ 4620 CIM
- ❒ 4630 Computer-Tomographie
- ❒ 4640 Dehnungs- und Spannungsbestimmungen
- ❒ 4650 Dehnungsmessgeräte
- ❒ 4660 Densitometer Dichtheitsprüfanlagen u. –geräte
- ❒ 4670 Dichtheitsprüfung
- ❒ 4680 Dickenmessgeräte
- ❒ 4690 Dosis- und Dosisleistungsmessgeräte
- ❒ 4700 Dunkelkammereinrichtungen
- ❒ 4710 Durchstrahlungsprüfung
- ❒ 4720 Echtzeit-Radiographie-Systeme
- ❒ 4730 Endoskope
- ❒ 4740 Eigenspannungs-Messgeräte
- ❒ 4750 Eindring-Prüfanlagen
- ❒ 4760 Elektrische Prüfung
- ❒ 4770 Elektrodynamische Prüfung
- ❒ 4780 Rasterelektronenmikroskopie
- ❒ 4790 Elektronische Messgeräte
- ❒ 4800 Entmagnetisierungsanlagen
- ❒ 4810 Farbeindring-Prüfmittel
- ❒ 4820 Farbeindringprüfung
- ❒ 4830 Farbmessgeräte
- ❒ 4840 Feldstärkenmessgeräte
- ❒ 4850 Fertigungs-Messtechnik
- ❒ 4860 Fertigungsüberwachung
- ❒ 4870 Formgestalt-Messgeräte
- ❒ 4880 Fotografische Geräte
- ❒ 4890 Füllstandsmessgeräte
- ❒ 4900 Gefüge-Prüfung
- ❒ 4905 Gestaltung und Berechnung von Schweißkonstruktionen, Schweißpläne u.ä.
- ❒ 4910 Gammagraphie-Geräte
- ❒ 4920 Härteprüfung
- ❒ 4930 ICP-Spektrometer
- ❒ 4940 Informationssysteme
- ❒ 4950 Infrarot-Messtechnik
- ❒ 4960 Infrarotthermographie
- ❒ 4970 Kalibrierung
- ❒ 4980 Kenngrößenbestimmung
- ❒ 4990 Kernspinresonanz
- ❒ 5000 Korrosionsprüfung
- ❒ 5010 Laborqualitätssicherung
- ❒ 5020 Längenmess- und Prüfgeräte
- ❒ 5030 Laminografie
- ❒ 5040 Laserstrahlprüfung
- ❒ 5050 Lasertechnik
- ❒ 5060 Lecksuche
- ❒ 5070 Lichtmessgeräte
- ❒ 5080 Lichtmikroskopie
- ❒ 5090 Magnetpulver
- ❒ 5100 Magnetpulver-Prüfgeräte und Anlagen
- ❒ 5110 Magnetische Prüfung
- ❒ 5120 Manipulatoren
- ❒ 5130 Markiersysteme
- ❒ 5140 Mathematik, Statistik, Rechner
- ❒ 5150 Messdatenerfassung
- ❒ 5160 Messsysteme
- ❒ 5170 Metallografie
- ❒ 5180 Metallografische Prüfungen
- ❒ 5190 Mikrofokus-Röntgenanlagen
- ❒ 5200 Mobilspektrometer
- ❒ 5210 Neutronenstrahlprüfung
- ❒ 5220 Oberflächenprüfgeräte
- ❒ 5230 Optische Prüfung
- ❒ 5240 Penetrieranlagen, -mittel
- ❒ 5250 Physikalische Prüfungen
- ❒ 5260 Prüfdokumentation
- ❒ 5270 Prüfmaschinen
- ❒ 5280 Prüfmittel für Magnetpulverprüfung
- ❒ 5290 Prüfmittelüberwachung
- ❒ 5300 Prüfung von Schweißverbindungen
- ❒ 5310 Qualitätskontrolle
- ❒ 5320 Qualitätsplanung
- ❒ 5330 Qualitätssicherung bei der Prozessüberwachung
- ❒ 5340 Qualitätssicherung bei der Reparatur/ Instandhaltung
- ❒ 5350 Qualitätssicherung in der Serienfertigung
- ❒ 5360 Radioaktive Stoffe
- ❒ 5370 Radiographie
- ❒ 5380 Röntgenfilm
- ❒ 5390 Röntgenapparate
- ❒ 5400 Röntgendiffraktometer
- ❒ 5410 Röntgenfilm-Betrachtungsgeräte
- ❒ 5420 Röntgenfluoreszenzanalyse
- ❒ 5430 Röntgenröhren
- ❒ 5440 Röntgenwagen
- ❒ 5450 Röntgenzubehör
- ❒ 5460 Scanner
- ❒ 5470 Schadensanalyse
- ❒ 5480 Schallemissionsanalyse
- ❒ 5490 Schallemissionsgeräte
- ❒ 5500 Schichtdickenmessgeräte
- ❒ 5505 Schweißaufsicht-, Bau-, Betriebs- und Fertigungsüberwachung
- ❒ 5510 Schweißnahtprüfung
- ❒ 5520 Schwingungsmessung
- ❒ 5530 Sicherheitstechnik
- ❒ 5540 Sichtprüfung
- ❒ 5550 Signal- und Bildverarbeitung
- ❒ 5560 Simulation
- ❒ 5570 Software-Pakete
- ❒ 5580 Sonstige zerstörungsfreie Prüfverfahren
- ❒ 5590 Spektralanalyse
- ❒ 5600 Spektral-Analyse-Geräte
- ❒ 5610 Spektralphotometer
- ❒ 5620 Spektrometer
- ❒ 5630 Strahlenmessgeräte
- ❒ 5640 Strahlenschutz-Messgeräte, Bauteile und Stoffe
- ❒ 5650 Steuersysteme
- ❒ 5660 Streuflussprüfgeräte
- ❒ 5670 Temperaturmessgeräte
- ❒ 5680 Thermische Analyse
- ❒ 5690 Thermische Prüfung
- ❒ 5700 Thermografie-Anlagen
- ❒ 5710 Ultraschall-Applikationen
- ❒ 5720 Ultraschall-Prüfgeräte und Anlagen
- ❒ 5730 Ultraschallprüfung
- ❒ 5740 Ultraschall-Reinigungs-Anlagen
- ❒ 5750 Ultraschall-Wandler
- ❒ 5755 UV-Leuchten
- ❒ 5760 Verschleißprüfungen/Erosionsprüfungen
- ❒ 5770 Verwechslungsprüfung
- ❒ 5780 Vibrationsanalyse
- ❒ 5790 Videoanlagen u. Kameras
- ❒ 5800 Wärmeleitfähigkeitsmessgeräte
- ❒ 5810 Werkstoffprüfung
- ❒ 5820 Wirbelstromprüfung
- ❒ 5830 Wirbelstromprüfgeräte und Anlagen
- ❒ 5840 Zerstörungsfreie Prüfung
- ❒ 5850 Zubehör für Prüfeinrichtungen

13 Prüftechnik – Zerstörende Prüfung

- ❒ 5860 Dynamische Bruchprüfung (Battelle-, Drop-Weight-, Double-Torsion-, Explosion-Bulge-, Esso-Kerbschlagbiege-, Kerbschlagzug-, Niblink- und Robertson-Versuch)
- ❒ 5870 Härteprüfung
- ❒ 5880 Hilfsmittel, Automatisierung und Rechnerunterstützung für die zerstörende Prüfung
- ❒ 5890 Kic-Versuch, Rissöffnungsversuch (COD-Versuch)
- ❒ 5900 Schweißeignungsprüfung (Kaltriss- und Heißrissprüfung u. a.)
- ❒ 5910 Sonstige und mechanisch-technologische Prüfungen
- ❒ 5920 Statische Bruchprüfung (Aufschweißbiege-, Berst-, Deep-, Notch-, Falt-, Kerbbiege-, Kerbzug-, Wide-Plate-Versuch)
- ❒ 5930 Universalprüfeinrichtungen
- ❒ 5940 Zeitstands- und Dauerfestigkeitsprüfung, Schwingprüfanlagen
- ❒ 5950 Zug-, Druck-, Torsions- und Biegeprüfung

14 Prüftechnik – Werkstoffprüfung

- ❒ 5960 Betriebsüberwachung, Fertigungsüberwachung
- ❒ 5970 Kenngrößenbestimmung
- ❒ 5980 Qualitäts- und Fehlerprüfung
- ❒ 5990 Umweltschutzprüfungen
- ❒ 6000 zu prüfende Eigenschaften
- ❒ 6010 zu prüfende Werkstoffe
- ❒ 6020 zu prüfende Bauteile (Anwendungsbereiche)

15 Prüftechnik – Prüfverfahren/ Prüfeinrichtungen

- ❒ 6030 Bauteilprüfung/Konstruktionsprüfung
- ❒ 6040 Bruchmechanische Kennwerte
- ❒ 6050 Chemische Prüfungen
- ❒ 6060 Festigkeit, Zähigkeit
- ❒ 6070 Gefügeuntersuchungen
- ❒ 6080 Hilfsmittel für Metallografie (Ätzmittel, Polirmittel, Einbettmassen)
- ❒ 6090 Mechanische Prüfverfahren
- ❒ 6100 physikalische Prüfungen
- ❒ 6110 Schweißeignungsprüfungen
- ❒ 6120 Technologische Prüfverfahren
- ❒ 6125 Prüftische

16 Qualitätssicherung (nach Masing „Handbuch der QS“)

- ❒ 6130 A+F im QM
- ❒ 6140 Bilatrometrie
- ❒ 6150 Ergonomie der Arbeitsplätze
- ❒ 6160 Gebrauchsanweisungen
- ❒ 6170 Mathematik, Statistik, Rechner
- ❒ 6180 Messtechnik
- ❒ 6190 Organisation zur QS, Versicherungen
- ❒ 6200 Qualitätsplanung, Bewertung
- ❒ 6210 Qualitätssicherung bei der Verpackung, Lagerung und Transport
- ❒ 6220 Qualitätssicherung in Klein- und Mittelbetrieben, im Handwerk
- ❒ 6230 Qualitätssicherung von Software

17 Sonstiges

- ❒ 6240 Aus- und Weiterbildung
- ❒ 6250 Beratungsunternehmen
- ❒ 6260 Datenverarbeitung
- ❒ 6270 Dienstleistungsunternehmen
- ❒ 6280 Fachzeitschriften/Fachbücher
- ❒ 6290 Forschungsinstitute
- ❒ 6300 Informationssysteme
- ❒ 6310 Kalkulationssysteme
- ❒ 6320 Verbände und Organisationen
- ❒ 6330 Zertifizierung

V Auftragsarbeiten und Dienstleistungen für das Fügen, Trennen und Beschichten

2 Auftragsausführungen – Verarbeiten bestimmter Werkstoffe

- ❒ 7030 Aluminium
- ❒ 7040 Automatenstähle
- ❒ 7050 Beschichtete und plattierte Werkstoffe
- ❒ 7060 Beton
- ❒ 7070 Betonstähle
- ❒ 7080 Blei, Wismut, Kobalt, Cadmium
- ❒ 7090 Cermets
- ❒ 7100 Chrom
- ❒ 7110 Dualphasen-Stähle, Duplex-Stähle
- ❒ 7120 Duroplaste
- ❒ 7130 Elastomere
- ❒ 7140 Faserverstärkte Werkstoffe, Verbundwerkstoffe
- ❒ 7150 Feinkornbaustähle
- ❒ 7160 Feuerfestwerkstoffe
- ❒ 7170 Glas
- ❒ 7180 Gusseisen
- ❒ 7190 hochlegierte Stähle
- ❒ 7200 Hochtemperaturwerkstoffe
- ❒ 7210 Keramik, Gläser
- ❒ 7220 Kohlenstoff
- ❒ 7230 Kupfer
- ❒ 7240 Laminate
- ❒ 7250 Leder
- ❒ 7260 Magnesium
- ❒ 7270 Messing

- ❒ 7280 Nickel
- ❒ 7290 Niedriglegierte Stähle
- ❒ 7300 Niob, Mangan
- ❒ 7310 Pappe, Papier
- ❒ 7320 Platin, Gold, Silber
- ❒ 7330 Pressmasse (Polymere)
- ❒ 7340 Rohrstähle
- ❒ 7350 Schienenstähle
- ❒ 7360 Schiffbaustähle
- ❒ 7370 Sinterwerkstoffe
- ❒ 7380 Stahlguss
- ❒ 7390 Superharte Werkstoffe, Superlegierungen (isostatisches Heißpressen)
- ❒ 7400 Thermoplaste
- ❒ 7410 Titan
- ❒ 7420 Unlegierte Stähle
- ❒ 7430 Werkzeugstähle
- ❒ 7440 Wetterfeste Stähle
- ❒ 7450 Wolfram, Tantal, Molybdän
- ❒ 7460 Zinn, Zink
- ❒ 7470 Zirkon, Vanadium, Beryllium
- ❒ 7480 Neue Werkstoffe (hochfeste, Leichtbau-, superharte, Nano-, lichtleitende, elektrische, magnetische Werkstoffe, Implantatwerkstoffe u.a.)

3 Auftragsausführungen – Verarbeitung bestimmter Halbzeuge

- ❒ 7490 Band- und Breitband
- ❒ 7500 Bewehrungsstahl und –matten
- ❒ 7510 Bleche, Platten, Buckelbleche, Lochbleche
- ❒ 7520 Drähte
- ❒ 7530 Federn
- ❒ 7540 Folien, dünne Bänder
- ❒ 7550 Gussstücke
- ❒ 7560 Kunststofffolien, -bänder, -platten
- ❒ 7570 Kunststoffrohre, -flansche und andere Kunststoffhalbzeuge
- ❒ 7580 Kunststoffschläuche
- ❒ 7590 Kunststoffprodukte
- ❒ 7600 Kupferrohre
- ❒ 7610 Messingrohre
- ❒ 7620 Profile (Träger)
- ❒ 7630 Rohre und Flansche
- ❒ 7640 Ronden
- ❒ 7650 Schienen
- ❒ 7660 Schläuche (Metall)
- ❒ 7670 Schmiedestücke
- ❒ 7680 Sinterformteile
- ❒ 7690 Strangpresserzeugnisse

4 Auftragsausführungen bestimmter Füge- oder anderer Fertigungsverfahren

- ❒ 7700 Abbrennstumpfschweißen
- ❒ 7710 Auftragschweißen
- ❒ 7720 Beizen, Sandstrahlen, Polieren, Entgraten und/oder Schleifen
- ❒ 7730 Bolzenschweißen
- ❒ 7740 Flammstrahlen
- ❒ 7750 Brennzuschnitte
- ❒ 7760 Elektroerosive, elektrochemische oder chemische Werkstückbearbeitung
- ❒ 7770 Elektronenstrahl-/Laserstrahlschweißen
- ❒ 7780 Elektroschlackeschweißen
- ❒ 7790 Gaspressschweißen
- ❒ 7800 Gasschweißen
- ❒ 7805 Hochtemperaturlöten im Vakuum
- ❒ 7810 Kleben von Kunststoffen
- ❒ 7820 Kleben von Metallen
- ❒ 7830 Kunststoffschweißen
- ❒ 7840 Kunststoffspritzen
- ❒ 7850 Laserstrahlschweißen und/oder –schneiden
- ❒ 7860 Lichtbogenhandschweißen
- ❒ 7870 Löten
- ❒ 7880 Metallisieren, Tauchbeschichten und/oder Eloxieren
- ❒ 7890 Metallspritzen
- ❒ 7900 Oxidkeramikspritzen
- ❒ 7910 Prozesssimulation
- ❒ 7920 Punkt- und/oder Buckelschweißen
- ❒ 7930 Reibschweißen
- ❒ 7940 Roboterschweißen WIG/MIG/MAG
- ❒ 7950 Rollennahtschweißen
- ❒ 7960 Rührreibschweißen
- ❒ 7970 Schutzgasschweißen
- ❒ 7980 Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen
- ❒ 7990 Schweißsimulation
- ❒ 8000 Struktursimulation
- ❒ 8010 thermisches Schneiden
- ❒ 8020 Ultraschallschweißen
- ❒ 8030 Unterschiene-, Elektrogasschweißen und/oder UP-Schweißen
- ❒ 8040 Verschrotten
- ❒ 8050 Vibrationsentspannen
- ❒ 8060 Wärmebehandlung und/oder Vergüten
- ❒ 8070 Wartung, Instandhaltung, Reparatur
- ❒ 8080 Werkstoffsimulation
- ❒ 8085 Edelmetallhaltige Abfälle

5 Aus- und Weiterbildung, Zertifizierung, Forschung, Informationsvermittlung, Fachliteratur und Regelwerke

- ❒ 8090 Akkreditierungs- und Zertifizierungsorganisationen
- ❒ 8100 Abnahme-, Zulassungs-, Prüfungs- und Überwachungsoganisationen
- ❒ 8110 Aus- und Weiterbildung und Prüfung von Fachpersonal
- ❒ 8120 Fachbehörden, Kammern, Berufsgenossenschaften
- ❒ 8130 Fachverlage, Bibliotheken (Literatur, Regelwerke, Lehrfilme, Software, CD-ROM- und Diskettendienste, audiovisuelle Medien)
- ❒ 8140 Fügetechnische Forschung und Lehre
- ❒ 8150 Gutachter, Sachverständige
- ❒ 8160 Informationsvermittlung (Literatur- und Faktendatenbankenrecherchen, Expertensysteme, Expertennachweis, Literaturgutachten, Stand-der-Technik- und Trendanalysen)
- ❒ 8170 Regelwerke, Normung, Patente (auch Organisationen)
- ❒ 8180 Technisch-wissenschaftliche Vereine, Industrieverbände

VI Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Spritzen

1 Anlagen und Ausrüstung inkl. Automatisierung, Mechanisierung und Industrieroboter für das Thermische Spritzen

- ❒ 6340 Flammspritzen mit Draht oder Stab
- ❒ 6350 Flammspritzen mit Pulver
- ❒ 6360 Kunststoff-Flammspritzen
- ❒ 6370 Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (HVOF)
- ❒ 6380 Detonationsspritzen
- ❒ 6390 Plasmaspritzen
- ❒ 6400 Suspensionsspritzen
- ❒ 6410 Lasersprizen
- ❒ 6420 Lichtbogenspritzen
- ❒ 6430 Kaltgasspritzen
- ❒ 6440 Plasma-Pulver-Auftragsschweißen (PTA)
- ❒ 6450 Druckluft- & Vacuumstrahlen (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6460 Maskierungen & Klebebänder (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6470 Strahlmittel (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6480 Werkzeuge und Schleifmittel (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6490 Ausrüstung zum Sandstrahlen (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6500 Dichtmittel (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6510 Abluft / Filtersysteme / Filter und weitere Ausrüstung
- ❒ 6520 Automatisierte Spritzsysteme
- ❒ 6530 Flusskontrolle
- ❒ 6540 Luftkompressoren
- ❒ 6550 Manipulatoren
- ❒ 6560 Naßabscheider
- ❒ 6570 Prüfausrüstung
- ❒ 6580 Pulverförderer
- ❒ 6590 Roboter
- ❒ 6600 Schallschutzkabinen
- ❒ 6610 Spritzkabinen
- ❒ 6620 Andere Pulver (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6630 Drähte (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6640 Intermetallische Pulver (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6650 Karbidische Pulver (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6660 Keramische Pulver (Metalloxide/Metallnitride) (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6670 Keramikstäbe (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6680 Metallische Pulver (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6690 Selbstfließende Pulver (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6700 Spritzpulver-Gemische (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6710 Suspensionen (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6720 Thermoplaste (Zusatzwerkstoffe)
- ❒ 6730 Feinschleifen (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6740 Schleifen (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6750 Spanende Bearbeitung (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6760 weiteres (Vor- und Nachbearbeitung)
- ❒ 6770 Aus- und Weiterbildung
- ❒ 6780 Marktforschung
- ❒ 6790 Prüfabschnitte
- ❒ 6800 Prüfdienstleistung / Ausrüstung / Betriebsstoffe
- ❒ 6810 Simuliertes Spritzen
- ❒ 6820 Atmosphärische Korrosion (Schichtsysteme)
- ❒ 6830 Einlaufschichten (Schichtsysteme)
- ❒ 6840 Elektronik (Schichtsysteme)
- ❒ 6850 Maßhaltigkeit (Schichtsysteme)
- ❒ 6860 Hochtemperaturkorrosion (Schichtsysteme)
- ❒ 6870 Sanierung (Schichtsysteme)
- ❒ 6880 Vakuumplasma (Schichtsysteme)
- ❒ 6890 Verschleißschutz (Schichtsysteme)
- ❒ 6900 Wärmeschutz (Schichtsysteme)
- ❒ 6910 Aluminieren
- ❒ 6920 Anodisieren
- ❒ 6930 CVD (Chemical Vapour Deposition)
- ❒ 6940 Eloxieren
- ❒ 6950 Emaillieren
- ❒ 6960 Farbbeschichten (Lackieren, Anstreichen, Tauchen)
- ❒ 6970 Flammgrundieren
- ❒ 6980 Kunststoffbeschichten
- ❒ 6990 Metallisieren
- ❒ 7000 PVD (Physical Vapour Deposition)
- ❒ 7010 Tauchbeschichten
- ❒ 7020 Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verkupfern, Verchromen

Preisliste

Veröffentlichung in:

Auflage:
6.000 Exemplare
Erscheinung:
in 6 von 11 Ausgaben
jährlich
Sprache: Deutsch

Auflage:
9.000 Exemplare
Erscheinung:
in 6 von 11 Ausgaben
jährlich
Sprache: Deutsch

Die Vorteile auf einen Blick:

- ☑ **Für jeden etwas dabei:** Der Branchenführer ist nach 13 thematisch unterteilten Hauptgruppen mit mehr als 500 relevanten Stichwörtern sortiert
- ☑ **Alles auf einen Blick:** Jeder Eintrag umfasst die vollständige Firmenanschrift inklusive E-Mail- und Internet-Adresse
- ☑ **Kosten sparen:** Wir bieten Ihnen attraktive Staffelpreise nach Anzahl der Stichwörtern
- ☑ **Ein Preis – zwei Fachzeitschriften:** Sie bezahlen einmalig pro Jahr und sind Monat für Monat mit Ihrem Eintrag über das ganze Jahr in insgesamt 12 Ausgaben dabei
- ☑ **Länderübergreifende Kontakte:** Die Veröffentlichung in unseren Zeitschriften ermöglicht Ihnen eine Kontaktaufnahme auch über Deutschlands Grenzen hinaus.
- ☑ **Zusätzlich und kostenfrei:** Der Eintrag im Internet unter www.abc-der-fuegetechnik.de mit einer Verlinkung zu Ihrer Homepage
- ☑ **Kostenlose** Veröffentlichung Ihres **Firmenlogos** im Internet unter www.abc-der-fuegetechnik.de. Senden Sie Ihr Logo (jpg-Datei) an folgende E-Mail-Adresse: britta.wingartz@dvs-media.info
- ☑ **Beginn der Einträge jeden Monat möglich.** (Abgabe-Termin: 15. des Vormonats)

Preise:

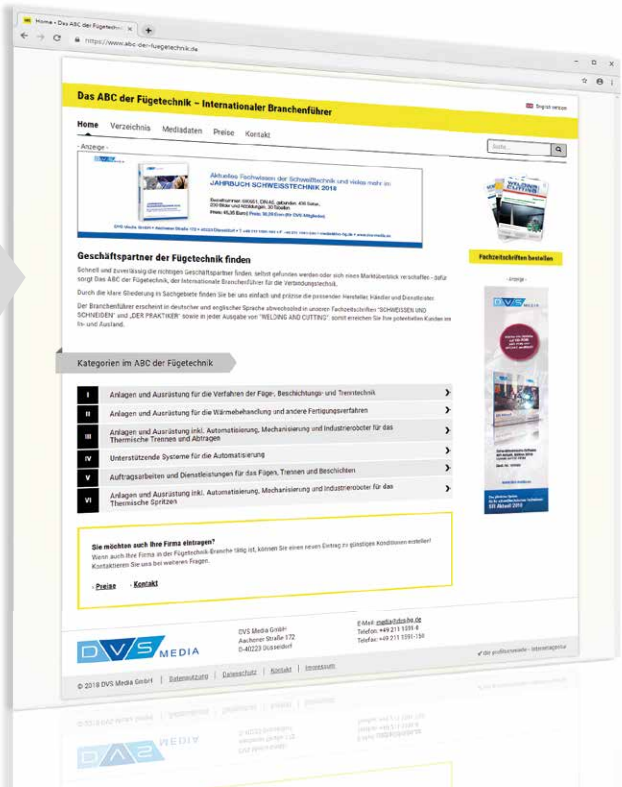
Anzahl der Stichwörter	Kosten pro Jahr/pro Stichwort in EUR*
1	145,00
2 – 5	128,00
6 – 10	113,00
ab 11	100,00

* Auf alle Preise wird die derzeitige MwSt. erhoben.

Jetzt mit verbesserter Internetpräsenz!

Ihr kompletter Firmeneintrag inklusive Logo und Verlinkung zu Ihrer Homepage erscheint auf **www.abc-der-fuegetechnik.de** und das komplett **ohne zusätzliche Kosten**.

Die neue Online-Präsenz verdoppelt die Reichweite Ihrer Werbemaßnahmen.



Ihre Ansprechpartnerin:
Britta Wingartz

DVS Media GmbH
Postfach 10 19 65, 40010 Düsseldorf
Tel.: +49 211 1591-155
Fax.: +49 211 1591-150
E-Mail: britta.wingartz@dvs-media.info
Internet: www.dvs-media.eu

Bestellformular

Firmeneintrag:

Firma

Straße, Hausnummer bzw. Postfach

PLZ, Wohnort

Telefon | Fax

E-Mail | Internet

Alphabetische Einordnung unter dem Buchstaben: (bitte ankreuzen)

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z

unter nachstehenden Stichwörtern:

Code-Nr.: (Die Code-Nr. entnehmen Sie bitte der Produktliste auf den vorangegangenen Seiten)

1.	6.	11.	16.	21.	26.
2.	7.	12.	17.	22.	27.
3.	8.	13.	18.	23.	28.
4.	9.	14.	19.	24.	29.
5.	10.	15.	20.	25.	30.

Zusätzlich und kostenfrei: Der Eintrag im Internet unter www.abc-der-fuegetechnik.de, mit einer Verlinkung zu Ihrer Homepage sowie die Veröffentlichung Ihres Firmenlogos. Bitte senden Sie das Bestellformular mit Ihrem Logo (jpg-Datei) an folgende E-Mail Adresse: britta.wingartz@dvs-media.info.

Ansprechpartner

Bestellzeichen

Datum | Unterschrift

Die Einträge im Branchenführer erfolgen jeweils mit einer Laufzeit von 12 Monaten bis auf Widerruf.
Abbestellungen werden zum Ende des jeweiligen Bezugsjahres unter Einhaltung einer Frist von 6 Wochen angenommen.
Stichtag ist jeweils der 15. des Monats.

DVS MEDIA

Jetzt die neueste Auflage vorbestellen!

DIN-DVS-Taschenbuch 191 / Schweißtechnik 4

Auswahl von Normen für die Ausbildung des schweißtechnischen Personals

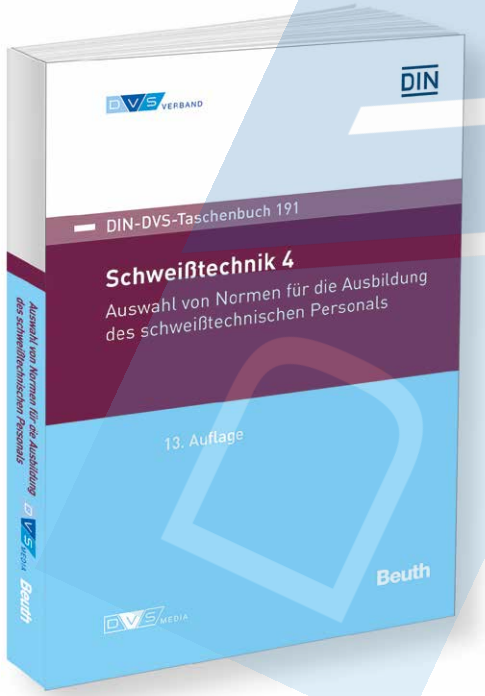
Die Normensammlung ist speziell auf die Ausbildung des schweißtechnischen Personals abgestimmt.
Sie führt Auszubildende frühzeitig an die relevanten Normeninhalte heran und macht Verantwortliche der Schweißtechnik mit dem neuesten Stand vertraut.

Sie richtet sich an Schweißer, Schweißfachleute, Schweißtechniker und Schweißingenieure, ist aber auch für Studierende und verantwortliche Mitarbeiter in den Schweißbetrieben von Bedeutung.

Das DIN-DVS-Taschenbuch 191 enthält Normen der Bereiche:

- Verständigungsgrundlagen
- Schweißzusätze
- Werkstoffe
- Qualitätsanforderungen
- Schweißrichtlinien
- Anforderungen an den Schweißbetrieb
- Prüfung des schweißtechnischen Personals, der Verfahrensbeherrschung und der Schweißverbindungen
- Bemessung und Ausführung von Stahlbauten (EC 3).

Außerdem wurden thematisch passende DVS-Merkblätter und -Richtlinien mit aufgenommen, die die Regelwerkssammlung abrunden.



DIN-DVS-Taschenbuch 191 / Schweißtechnik 4
Auswahl von Normen für die Ausbildung des schweißtechnischen Personals

13. Auflage 2024
Erscheinungstermin: Februar 2024
ca. 960 Seiten, m. Bildern, Abb. u. Tabellen
Best.-Nr. 502440

Preis: ca. 230,00 Euro | E-Book: ca. 230,00 Euro

Bei der Bestellung der Kombi-Fassung erhalten Sie Buch und E-Book zu einem Sonderpreis.

DVS Media GmbH • Aachener Straße 172 • 40223 Düsseldorf
T +49 211 1591-162 • F +49 211 1591-150 • vertrieb@dvs-media.info • www.dvs-media.eu

Fachbuchreihe Schweißtechnik

Taschenbuch DVS-Merkblätter und -Richtlinien: Fügen von Kunststoffen

Die Neuauflage unseres Fachbuches enthält sämtliche Merkblätter, Richtlinien und Richtlinienentwürfe in deutscher Sprache, die sich mit dem Fügen im Rohrleitungs-, Behälter- und Anlagenbau sowie in der Serienfertigung beschäftigen

Weiterhin werden die in englischer Sprache erhältlichen Richtlinien sowie die mittlerweile erschienenen korrespondierenden DIN EN-Normen genannt. Ebenso sind die Ausbildungs- und Prüfungsrichtlinien in dieser Auflage enthalten.

Gegenüber der 19. Auflage enthält die aktuelle Auflage 22 neue beziehungsweise überarbeitete Dokumente aus allen Bereichen des Kunststofffügens.

Vollständigkeit, Aktualität und die internationale Perspektive machen das Taschenbuch unverzichtbar für alle, die sich fachlich mit dem Fügen von Kunststoffen befassen.

Taschenbuch DVS-Merkblätter und -Richtlinien: Fügen von Kunststoffen
20. Auflage
Erscheinungstermin: Dezember 2023
1660 Seiten
Best.-Nr.: 100684
ISBN: 978-3-96144-243-0
Auch als E-Book und USB-Stick erhältlich.

Preis: 138,00 Euro

DVS Media GmbH • Aachener Straße 172 • 40223 Düsseldorf
T +49 211 1591-162 • F +49 211 1591-150 • vertrieb@dvs-media.info • www.dvs-media.eu

DER PRAKTIKER

ISSN 0554-9965

DVS Media GmbH, 40010 Düsseldorf
Postfach 10 19 65
Postvertriebsstück
Gebühr bezahlt

G 3794

DVS FORSCHUNG

FOSTA Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.

INNOVATIONSTAG 2024 –

Transfertage der Fügetechnik für die Energiewende

SAVE THE DATE:

10. – 11. APRIL 2024, STAHL-ZENTRUM, DÜSSELDORF

Auf dem **INNOVATIONSTAG 2024** werden neueste Forschungsprojekte rundum die grüne Stromgewinnung vorgestellt, dabei stehen Materialien, Prozesse und das Qualitätsmanagement im Fokus. Die Veranstaltung bietet:

- neueste Erkenntnisse für die praktische Anwendung von morgen
- vielfältige Netzwerkmöglichkeiten für den fachlichen Dialog
- eine begleitende Table-Top-Ausstellung für innovative Anbieter
- das Format „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ für neue Ideen und Kontakte, aus denen anwendernahe Forschungsprojekte entstehen können

Dabei sein lohnt sich!

Jetzt anmelden:

DVS MEDIA