

nach erforderlicher Leistung für die jeweilige Schweißaufgabe die Anzahl der Slave Inverter unseres Master-Slave-Systems zu- oder abgeschaltet werden können. Für jede Aufgabe steht der richtige Leistungsbereich und Regelbereich zur Verfügung. So können Schweißmaschinen, die bis 300 kA ausgelegt sind, bei Bedarf auch Anwendungen im kleinen Leistungsbereich, kleiner 20 kA, mit optimal eingestellter Regelung fahren. Das System ist so ausgelegt, dass alle an-

geschlossenen Slave Inverter separat einzeln oder in Gruppen aktiviert oder deaktiviert werden können. Dies wird über die Zuschaltbox MAS1 realisiert. Da abhängig von der Anzahl der Slave Inverter natürlich der Schweißstrom stark unterschiedlich sein kann, wird über die Messbereichsumschaltbox MUB1 der Messbereich ebenfalls umgeschaltet, im Inverter entsprechend gemessen und geregelt sowie auf der Bedienoberfläche Pegasus bzw. auf der Mundus wird der richtige Strom

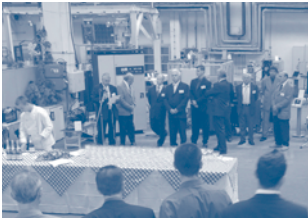
dargestellt. Somit kann der gesamte Strombereich einer Maschine immer optimal genutzt werden. Die Investition solch einer Maschine mit flexibler Master-Slave-Umschaltung rechnet sich durch den deutlich erweiterten Schweißbereich wesentlich früher als bei solchen mit konventioneller Stromquelle. Außerdem müssen keine Kompromisse bei der Regelung gemacht werden, da stets der optimale Aussteuer- und Regelbereich der Stromquelle (Inverter) genutzt wird.

Verfügbar ist das neue System für die Inverterserie HWI2000EVA mit Feldbus-ankopplung (Interbus oder Profibus). Die Ansteuerung der MAS1 und der MUB1 kann komfortabel und einfach über den Feldbus und die SPS organisiert werden. Nutzen Sie die Möglichkeiten, die Ihnen die HWH Technik zum besseren Schweißen und zum Kosten sparen bietet!

Stephan Fiebag ●

## 100 JAHRE JESVA IN TSCHECHIEN (1905 –2005)

Am 10.06.05 feierte die Firma Jesva mit zahlreichen Geschäftspartnern aus dem In- bzw. Ausland ihr 100jähriges



Firmenjubiläum in Horice, Tschechische Republik. Dieses Unternehmen begann mit der Herstellung von Azetylen-

lampen, Rundfunkgeräten, elektrische Energieverteilungsanlagen (Stadt/Land) und Punktschweißmaschinen. Seit der Privatisierung des Unternehmens 1996 fertigt Jesva u. a. Sonderanlagen sowie Schweißvorrichtungen für die Automobil- bzw. Zuliefererindustrie. Für diese Märkte rüstet Jesva die Widerstandsschweißanlagen seit einigen Jahren mit Harms & Wende Steuerungen aus. Im Rahmen der Jubiläumsfeier wurde uns Gästen die Stadt Horice und Umgebung vor-

gestellt. Horice verfügt über viele interessante Sehenswürdigkeiten und ist Austragungsort verschiedener Motor-



radrennen. Eines, das Tourist Trophy Oldtimerrennen, konnten wir hautnah mit erleben. Es wurde uns ermöglicht, das

Fahrerlager, den Start-Zieltower sowie die Clubräume zu besichtigen. Auch eine Rennrunde mit dem eigenen Motorrad war organisiert. Alles in allem ein gelungenes Jubiläum. An dieser Stelle möchte ich mich nochmals bei den Gastgebern, Herrn Josef und Petr Jezek, Firma Jesva, bedanken und freue mich auf die weitere erfolgreiche Zusammenarbeit unserer beider Unternehmen.

Thomas Bokelmann ●

## HARMS & WENDE AUF SEGELTÖRN

Wie alle Jahre zu Pfingsten zeigte Harms & Wende Flagge in Heiligenhafen. Eine Armada von Betriebssportbooten setzt sich in Bewegung, um eine zünftige Regatta auszusegeln. Dieses Jahr waren es so viele wie noch nie: 38 Boote. Allein die Lufthansa war mit fünf Booten dabei und stellte die größte Gruppe.

Die Wettfahrt begann am Pfingstsonntag um 8:00 Uhr am Morgen (für manche ganz schön hart) und führte bei gutem Segelwind vorbei an Fehmarn

bis zur Wendemarke am Schießgebiet Todendorf. Von



dort aus konnten Spinnaker und alle anderen bunten Segel herausgeholt werden und gaben einen herrlichen Anblick.

Harms & Wende war mit einer

Najad 34 ([www.synele.de](http://www.synele.de)) unterwegs. Unsere 25 Jahre alte Lady schlug sich bis zum zweiten Umlauf prächtig, leider verloren wir, bei am Ende der Wettfahrt stark nachlassenden Winden, an Boden. Ein Langkieler braucht nun einmal Wind...

Dem Spaß an der Sache tat dies keinen Abbruch und so saßen am Abend knapp 200 Teil-

nehmer bei einem gemütlichen Beisammensein im Grillhaus und ließen sich das warme Buffet schmecken. Im nächsten Jahr werden wir wieder dabei sein und freuen uns jetzt schon darauf. Aber ein Jahr kann so lang sein... (Segler sind da manchmal ungeduldig).

Jörg Eggers ●

## TERMINE

### Messen International

Die Schweißen & Schneiden hat ihre Pforten geschlossen. Doch international geht es weiter. Vom 13. bis 16. November findet die AWS Welding Show zusammen mit der Fabtech in Chicago statt. Anschließend geht es nach Russland zur 5. Welding 2005 nach Ekaterinburg. Diese Messe zur Schweißtechnik öffnet vom 29. November bis zum 2.

Dezember. In Chicago und in Ekaterinburg wird Herr Jörg Eggers unseren jeweiligen Partner vor Ort unterstützen.

### Tagung bei der SLV Halle

Am 28. September fand das 7. Kolloquium „Widerstandsschweißen und mechanisches Fügen“ an der SLV in Halle statt. Mehr Informationen zu weiteren Veranstaltungen finden Sie unter [www.slv-halle.de](http://www.slv-halle.de)

### Impressum:

Ausgabe: 3/05  
Herausgeber:  
**Harms & Wende**  
GmbH & Co. KG  
Großmoorkehre 9  
21079 Hamburg  
Tel.: 040 / 76 69 04 - 0  
Fax: 040 / 76 69 04 - 88  
[www.Harms-Wende.de](http://www.Harms-Wende.de)

Verlag:  
Agentur v. Ruckteschell  
An der Reitbahn 3  
22926 Ahrensburg  
Tel.: 0 41 02 / 803 66 0  
Fax: 0 41 02 / 803 66 16

Redaktion, Konzeption  
& Layout:  
Carsten Schmotz,  
Ulrike Wegner

# SchweißZEIT

Die Zeitung für Freunde und Geschäftspartner der Harms & Wende GmbH & Co. KG, Hamburg

## EDITORIAL



„Qualität ist mehr als nur ein Teil“ – dies war das Motto unseres Messeauftrittes auf der gerade beendeten „Schweißen und Schneiden“, der Olympiade der Schweißtechnik in Essen. Aber nicht nur dort galt und gilt

dieser Leitspruch, sondern bei all unseren Produkten und Entwicklungen. Was nützt die beste Regelung, wenn die Randbedingungen für den erfolgreichen Einsatz dieser nicht gegeben sind? Was bringt uns die beste Prozessüberwachung, wenn der Prozess nicht stabil läuft? Was kann man von einer Steuerung erwarten, deren Funktionen man nicht in einer Beschreibung, Einweisung oder Schulung gelernt hat zu nutzen?

Das schwächste Glied in der Kette, egal ob in der Prozesskette oder in der Halskette einer Dame, bestimmt deren Stärke. Nur wenn alle Glieder ausreichend dimen-

sioniert bzw. qualifiziert sind, kann die Stabilität des Prozesses erreicht werden.

Harms & Wende hat schon immer an einer ganzheitlichen Betrachtung des Schweißprozesses gearbeitet. Dies konnte man nicht zuletzt auf dem Messestand in Essen sehen. Wir arbeiten an der Entwicklung von Steuerungen, Invertern und Leistungsteilen mit qualitätssichernden Eigenschaften zur Prozessregelung und -stabilisierung und an autarken Inline-Überwachungssystemen, an vereinfachten Bediensystemen und Schulungsprogrammen sowie an neuen Konzepten bei der

Verbindungstechnik. Damit Sie, liebe Anwender der Schweißtechnik, soviel Teile wie möglich Ihrer Prozesskette ausreichend dimensioniert und qualifiziert für Ihre Fertigung erhalten, arbeiten wir nach diesem Motto, „Qualität ist mehr als nur ein Teil“.

Dass dies der richtige Weg ist, haben uns die zahlreichen Besuche an unserem Stand und vor allem die intensiven Gespräche mit Ihnen gezeigt.

Ralf Bothfeld

## OLYMPIADE DER SCHWEISSTECHNIK



Messe „Schweißen und Schneiden“ September 2005

Die Messe ist geschafft! Sechs turbulente Tage sind wie im Fluge vergangen. Sie, liebe Interessenten und Besucher, haben mit Ihren zahlreichen Besuchen, Anfragen und Gesprächen dafür gesorgt, dass nie Langeweile aufkam. Wir

hoffen, dass auch unser Messestand und vor allem die ausgestellten Produkte, Systeme und Lösungen unter dem Motto „Qualität ist mehr als ein Teil“ bei Ihnen dafür sorgten, dass Ihr Interesse mehr als geweckt wurde. Das gesammelte Feedback war mehr als sehr gut. Selten wurden so kompetente und zielgerichtete Gespräche

rund um das Widerstandsschweißen, Reibschweißen und Qualitätssicherung geführt. Nach den schlechten Vorzeichen aus Wirtschaft und Politik war dieser Andrang auf der Weltmesse der Verbindungstechnik äußerst erfreulich. Besonders die Weiterentwicklungen der IQR Regelung für das Punktschweißen mit der Bedienoberfläche Pegasus trafen auf großes Interesse. Auch der aktuelle Stand der Inline-Überwachung PQS übertraf die Erwartungen der Besucher. Viele Besucher schauten sich mit konkreten Anwendungsfällen im Kopf das neue Reibpunktschweißen an. Kurzum, es war eine Messe mit vielen Highlights, die von den Besuchern sehr positiv aufgenommen worden ist. Vielen Dank für Ihre zahlreichen Besuche und die interessanten

Fachgespräche. Mehr über die ausgestellten Neuigkeiten gibt es in der nächsten Schweißzeit und natürlich bei Ihrem kompetenten HWH Partner aus Vertrieb und Service.



Fritz Luidhardt



## ROLLENAHTSCHWEISSEN IN DER SERIENFERTIGUNG

Die ZF Sachs AG als international tätiger Automobil-



zulieferer fordert von ihren Zulieferern hohe Qualität, Zuverlässigkeit sowie den entsprechenden Support. Das Unternehmen setzt in seinem Werk in Eitorf seit Jahren für die Fertigung von Fahrwerksdämpfern Harms & Wende 50 Hz-Technik ein. Dort werden

pro Tag mehrere Tausend Schweißungen durchgeführt. Es handelt sich dabei um Schweißungen, die eine hohe Qualität in Bezug auf Dichtheit, Oberfläche /Korrosion und Lebensdauer aufweisen müssen. All dies ist nur zu erreichen, wenn der Fertigungsprozess stabil läuft bzw. wenn durch ständige Kontrolle bei Veränderungen schnell reagiert werden kann. Hierzu dienen Maßnahmen wie die Optimierung der Anlagen und

Werkzeuge, insbesondere das Rollennahtschweißen stellt hohe Anforderungen an

die Qualität. Deshalb wird die ZF Sachs AG ihre vorhandenen Anlagen in Eitorf nach einer Testphase mit der neuen Harms & Wende Ratia 73 modernisieren. Für uns bedeutet das zum einen, dass uns unsere Kunden großes Vertrauen entgegenbringen und zum an-

deren, dass die Produkte von Harms & Wende diesen, sich ändernden Anforderungen gerecht werden. Folgen Sie dem Beispiel der ZF Sachs AG und holen auch Sie sich die Unterstützung von Harms & Wende, wenn es um das Widerstandsschweißen geht.



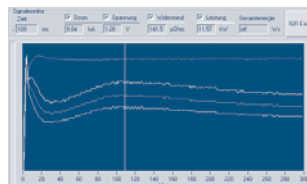
ZF Sachs Klaus-Dieter Klein  
Thomas Bokelmann

## EVAPLUS MIT VISUALISIERUNG - QUALITÄTSSTEIGERUNG FÜR DAS PUNKT- UND BUCKELSCHWEISSEN

Eine weitere Neuerung und konsequente Weiterentwicklung der Harms & Wende Produktpalette stellen die Inverter der Serie EVAplus dar. Sie zeichnen sich durch einen zusätzlichen Spannungsmesseingang aus, um weitere relevante Schweißdaten darstellen zu können. Als kostengünstige und sehr gut automatisierbare Fertigungstechnik wird immer häufiger das Buckelschweißen eingesetzt. Entscheidend beim Buckelschweißen ist die Koordination zwischen Kraft und Strom, d.h. im richtigen Moment muss der Strom in der richtigen Höhe fließen, damit die benötigte Energie zum Aufschmelzen der Kontaktfläche der Buckel führen kann. Dies zu steuern ist die Kunst beim Buckelschweißen. Genau dort setzt EVAplus an.

Das neue System hat die Visualisierungsmöglichkeiten der IQR Regelung integriert und erlaubt so die Darstellung von Strom, Spannung, Widerstand und Leistung über die Schweißzeit. Voraussetzung ist lediglich auch das Messen der Sekundärspannung im geschützten Bereich der Elektroden. Durch die Visualisierung dieser Prozessverläufe wird der Anwender in die Lage versetzt, die Parametereinstellungen zu prüfen und zu optimieren. Durch die zuschaltbare Funktion Stromregelung (KIR) kann dann dieser Parameter konstant gehalten werden, um Störeinflüsse zu minimieren. Mit diesem neuem System EVAplus, welches als Option für alle EVA Inverter verfügbar ist, wird die Parameteroptimierung drastisch verein-

facht und kann die Schweißqualität beim Buckelschweißen deutlich erhöhen. Dies spart wiederum Zeit und Geld, nicht



nur in der Inbetriebnahmephase. Die Anwender des EVAplus Systems möchten die Möglichkeiten, sich die Schweißverläufe jeder Schweißung online zu betrachten und auszuwerten, nicht mehr missen. Im HWH Schweißlabor wurden mit Hilfe der EVAplus Visualisierung bei Versuchsschweißungen im Kundenauftrag die Einrichtzeiten mehr als halbiert. Neben dem Buckelschweißen kann die

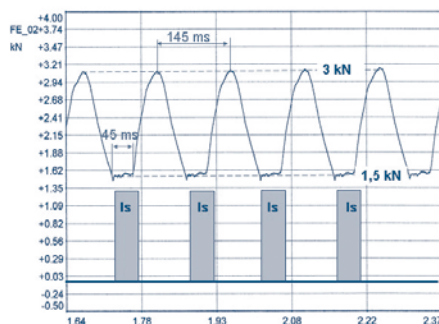
Option EVAplus natürlich auch beim Punktschweißen eingesetzt werden. Allein durch die Darstellung der Kurvenverläufe ergeben sich neue Möglichkeiten der Parametrierungsoptimierung, was auch zur Reduzierung der Schweißzeiten und höheren Taktzeiten führen kann und damit eine steigende Produktivität beschert. Bei der Option EVAplus ist auch ein einfaches Upgrade auf die prozessstabilisierende Regelung IQR jederzeit möglich. Durch diese Weiterentwicklung des bewährten EVA Systems ergeben sich erweiterte Einsatzmöglichkeiten mit großem Nutzen der direkten Zeit- und Geld einsparung beim Anwender.

Ralf Bothfeld

## ROLLENAHTAUFTRAGSCHWEISSEN MIT KRAFTMODULATION

Das Rollennahtauftragschweißen wird seit über 10 Jahren erfolgreich zur Erzeugung dünner Schichten, vorzugsweise zum Verschleißschutz angewendet. Seit 6 Jahren ist dazu eine Inverter-Stromquelle im Einsatz. Beim Punkt- und Buckelschweißen haben sich Strom-Kraft-Programme bei schwierigen Schweißaufgaben bewährt. Die Übertragung dieser Technologie auf den Rollennahtprozess ließ weitere Qualitätsverbesserungen beim Beschichten erwarten: Die Erwärmung, bei

anfangs geringer Kraft, erfolgt schneller und bei geringerer



Kraftmodulation beim Rollennahtschweißen  
Stromimpulse schematisch dargestellt

Deformation der Werkstückoberfläche; die Krafterhöhung

vor dem Ende des Stromflusses sichert die Qualität der Pressschweißung. Die zur schnellen zyklischen Kraftänderung erforderlichen Druckänderungen können mit pneumatischen Servoventilen realisiert werden, zu deren Ansteuerung die H & W-Inverter-Stromquellen bereits serienmäßig geeignet sind. Folgende Parameter wurden erreicht:

- Minimale Zyklusdauer: 145 ms; Kräfteverhältnis: (obere Kraft; untere Kraft) = 2; Kräfteanstieg und -abfall je ca.

50 ms; Länge unteres Kraftplateau 45 ms (Bild).

Durch die neue Technologie wurden deutliche Qualitätsverbesserungen (Reduzierung der Schichtdickenschwankungen; 1:2 statt 1:3, Reduzierung der Grenzflächendeformation sowie Verringerung der Rissbreiten) erzielt. Vorteile werden auch bei der Übertragung auf das „normale“ Rollennaht- oder Foliennahtschweißen von dicken Blechen erwartet.



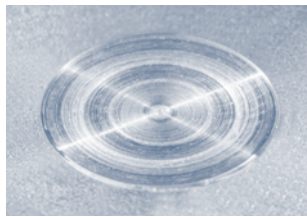
Dr. Gernot Sitte – SLV Halle



# REIBPUNKTSCHWEISSEN: INNOVATIVES HIGHLIGHT AUF DER SCHWEISSEN & SCHNEIDEN

Reibpunktschweißen, ein revolutionäres, neues Verfahren für punktförmige Verbindungen, wurde in Form einer seriennahen Anlage auf der Schweissen & Schneiden vorgestellt. Die Resonanz des Fachpublikums war überwältigend, löst es doch eines der offenen Anforderungen an die Füge-technik: stoffschlüssige, punktförmige und vor allem prozesssichere Verbindungen in Aluminium und Leichtbauwerkstoffen. Der Markt hierfür ist außerordentlich. Die Bedeutung des Leichtbaus nimmt stetig zu und damit auch der Einsatz der entsprechenden Werkstoffe. Die Anwendungsbereiche sehen wir im Automobilbau. Weitere Möglichkeiten bieten sich im Flugzeug- und Schienenfahr-

zeugbau sowie in der Blech verarbeitenden Industrie. Die



Vorteile liegen auf der Hand: einfacher robuster und schneller Prozess, flexibel bei verschiedenen Blechdicken und hohe Verbindungsqualität. Zusammen mit unserem Kooperationspartner, der Firma RIFTEC GmbH, wurde dieses System entwickelt. Es handelt sich damit um die erste Reibpunktschweißanlage für den industriellen Einsatz. Das Verfahren ist dabei ebenso einfach

wie robust: Die Fügezone wird unter Zuhilfenahme rotierender Hubwerkzeuge stark erwärmt und plastifiziert. Der Werkstoff befindet sich in einem teigigen Zustand und ist so ohne Probleme plastisch verformbar. Die patentierten axialen Hubbewegungen der Werkzeuge durchmischen und fixieren den Werkstoff. So entsteht eine stoffschlüssige und rotations-symmetrische Verbindung beider Bleche. Harms & Wende wird die Reaktion auf die Schweissen & Schneiden als Anlass nehmen und intensiv das Produkt zur Serienreife weiterentwickeln.



Fritz Luidhardt

## LEISTUNGSBEREICHSERWEITERUNG FÜR SCHWEISSMASCHINEN

Der stetig wachsende Kostendruck kann auch positiv genutzt werden. Da er Anwender, Steuerungshersteller und Maschinenbauer zu neuen Ideen und Ansätzen drängt, werden auch kostengünstige Lösungen geboren. So werden beispielsweise Maschinen, Anlagen und

Steuerungen immer variabler und flexibler ausgelegt. Was nützt die beste Einzwecklösung, wenn die Stückzahlen sie nicht effektiv laufen lassen? So auch bei großen Buckelschweißmaschinen. Die Palette der darauf zu schweißenden Anwendungen muss so groß wie

möglich sein und so schnell wie möglich muss die Anlage umrüstbar sein. Für solche Anwendungen hat Harms & Wende eine äußerst flexible Lösung zur Zu- und Abschaltung von Invertern realisiert. Das bedeutet, dass je nach zu schweißender Anwendung und

Fortsetzung auf Seite 4

## DIE ENTWICKLUNG DER PRODUKTIVITÄT BEIM WIDERSTANDSSCHWEISSEN

Im Editorial der letzten Ausgabe der Schweißzeit ist es schon angeklungen, alle Welt, besonders Deutschland, spricht vom Kostensparen.

Schlagworte wie Retooling, Wiederverwendung und Carry Over machen die Runde. Kosten sind zu sparen, koste es was es wolle. Dabei liegt der Focus aktuell rein bei den Investitionskosten. Aber nur durch die Betrachtung von Investitionen und laufenden Kosten erhält man ein umfassendes Bild von den realen Kosten. Oft ist es besser, mehr zu investieren, um über die laufenden Kosten zu einer realen Kostenreduzierung und vor allem Produktivitätssteigerung zu kommen.

Fortsetzung in der nächsten Schweißzeit...

Es ist interessant, wie sich die Produktivität in der Widerstandsschweißtechnik in den letzten 50 Jahren entwickelt hat. Anfang der 50er Jahre konnte der Schweißstrom nur indirekt als Phasenanschnitt bei den analogen Steuerungen eingestellt werden. Die Schweißparameter mussten sehr häufig den veränderten Bedingungen angepasst werden. In den 70er Jahren wurde die Konstant Strom Regelung (KSR oder internationalisiert KIR) bei den analogen Schweißsteuerungen eingeführt. Der Schweißstrom wurde jetzt in „kA“ eingegeben und wurde nun konstant gehalten. Dieser Fortschritt reduzierte den Inbetriebnahme-

und Betreuungsaufwand der Anlagen. Die digitale Technik begann Anfang der 80er Jahre ihren Siegeszug und führte zu einer technischen Revolution (PCs, Handys, digitales Fernsehen, ...).

Auch bei den Schweißsteuerungen fand die digitale Technik Einzug. Zur Konstant Strom Regelung kam die Stromüberwachung hinzu. Das Elektrodenhandling war sehr aufwendig und wurde in den neuen Steuerungen durch die Stepperfunktion optimiert. Die Nacharbeit der Elektrodenkappen begann sich zu etablieren.

Horst-Uwe Siemssen

### KLEINES LEXIKON SCHWEISSTECHNIK

#### Folge 31 Stumpf- und Abbrennschweißen

Unter der Rubrik „Kleines Lexikon Schweißtechnik“ stellt die „Schweißzeit“ in jeder Ausgabe Begriffe, Verfahren und Technologien aus der Welt des Widerstandsschweißens vor. Zwei weitere Varianten des Widerstandspressschweißens neben dem bekannten Widerstandspunkt- und Widerstandsbuckelschweißen sind das Pressstumpfschweißen und das Abbrennstumpfschweißen. Diese beiden weniger bekannten Verfahren werden besonders in der Draht- und Kettenindustrie sowie beim Schienenschweißen häufig eingesetzt. Bei diesen Schweißverfahren werden die zwei Fügepartner direkt aufeinander gepresst und es wird dann ein Strom angelegt. Mittels Vorschub wird die Bauteilverkürzung ausgeglichen. Die Schweißleistung ergibt sich aus der Kontaktkraft der aneinandergesetzten Werkstücke und dem daraus resultierenden Übergangswiderstand. Die Schweißzeit wird durch die Schlittengeschwindigkeit und den Verfahrenweg der Maschine bestimmt. Mit Hilfe dieser beiden Schweißverfahren können sehr große Querschnitte verbunden werden. In der Regel reichen die Anwendungen bei Stumpfschweißen bis ca. 2.000 qmm. Darüber hinaus gehen die zu schweißenden Querschnitte beim Abbrennschweißen. Für Ketten werden Querschnitte bis ca. 14.000 qmm geschweißt. Im Bereich Pipelineschweißen gibt es sogar Anwendungen bis 40.000 qmm. Beim Pressstumpfschweißen werden die Werkstücke zusammengesprengt und durch den Stromfluss erhitzt, bis die erforderliche Temperatur erreicht ist. Dies erfolgt über eingestellte Strom- und Druckwerte oder auch weggesteuerte Druck- und / oder Stromprogramme, meistens Stromabfall oder -anstieg. Zum Abschluss der Schweisung wird ein Stauchen realisiert. Im Verfahren Abbrennschweißen wird über ein Reversierverfahren das Material so vorgewärmt, dass die gesamte Oberfläche gleichmäßig erhitzt wird. Im Reversierbetrieb fahren die Werkstücke programmiert mit unterschiedlichen Stromvorgaben kurz auf und zu. Im anschließenden reinen Abbrennen werden die Bauteile mit geringerer Geschwindigkeit und Kraft aufeinander zu bewegt. Dabei kommt es zum Verschweißen der Bauteile. Je nach Anwendungsfall wird danach noch gestaucht und ein Nachwärmen gefahren. Mehr zu diesen interessanten und recht komplexen Schweißverfahren finden Sie in den DVS Merkblättern 2901 Teil 1 und 2, im Buch Widerstandspressschweißen unseres Herrn Krause und natürlich bei Ihrem Harms & Wende Partner.

Ralf Bothfeld