



Fachaufsatz:

Vom Baustahl bis zum Duplex – Revolutionäre MSG-Prozessvariante „forceArc puls“

von Andreas Burt, Boyan Ivanov, EWM AG, Mündersbach

Der Beitrag zeigt in einfachen aber aussagekräftigen Untersuchungen und verständlichen Erklärungen die eindeutigen Vorteile der neuen EWM Prozessvariante „forceArc puls“ auf. Die patentierte (Patent-Nr. EP 1 640 100 B1/EP 1 726 395 B1) MSG-Prozessvariante schafft es, die Vorteile eines druckvollen, wärmeminimierten und wirtschaftlichen „forceArc“-Prozess mit den Vorteilen eines Impulsprozesses zu kombinieren und sorgt so für qualitativ beste und wirtschaftliche Ergebnisse. Wirtschaftliches und nachhaltiges Handeln ist der bewusste und schonende Umgang mit verfügbaren Ressourcen. Nachhaltigkeit in der Schweißtechnik verlangt die Einsparung von Energie, Rohstoffen, Emissionen aber auch von Schweißzeit und damit von Kosten. Diese Einsparungen können mit hochdynamischen, energiesparenden Stromquellen und innovativen Schweißprozessen erreicht werden. Hier setzt die Idee der neuen Prozessvariante „forceArc puls“ an.

Moderne Prozessvarianten

Mit der Einführung digital geregelter Inverterstromquellen bestand auch die Möglichkeit, beliebige Schweißprozessabläufe zu generieren. Dort wo früher analoge, elektrische Bauteile zum Einsatz kamen, erfolgt die Steuer- und Regelung eines Schweißprozesses heute durch Mikroprozessortechnik und bietet damit quasi unendliche Möglichkeiten zum Prozessablauf und der Prozesssignalbehandlung. Aufgrund dieser technischen Möglichkeiten finden sich am Markt viele unterschiedliche Schweißprozesse mit speziellen Eigenschaften für die unterschiedlichen Leistungsbereiche (Kurz-, Übergangs-, Sprüh- und Impulslichtbogen). Eine hervorragende Übersicht findet sich anwenderfreundlich aufbereitet im DVS Merkblatt 0973 „Übersicht der Prozessregelvarianten des MSG-Schweißens“ [1] mit zugehörigem Beiblatt mit tabellarischer Übersicht der Prozessvarianten [2].

Verfahrensvariante „forceArc puls“

Im Laufe der ständigen Weiterentwicklung von Soft- und Hardware kommt es immer wieder vor, dass sich neuartige Schweißprozessvarianten für bestimmte Werkstoffe und Einsatzbereiche als besonders geeignet zeigen. So auch geschehen mit der Entwicklung des „forceArc puls“-Lichtbogens. Im Zuge der Entwicklung wurde viel Wert auf einen Einsatzbereich für unterschiedliche Werkstoffe gelegt. So zeigen sich die Vorteile vom einfachen, unlegierten Baustahl über hochfeste Feinkornbaustähle bis hin zu korrosions- und hitzebeständigen, hochlegierten Werkstoffen. Der „forceArc puls“ ist die konsequente Weiterentwicklung des lange bekannten und erfolgreich eingesetzten „forceArc“-Lichtbogens in Kombination mit



den Vorteilen eines Impulslichtbogens. Folgende Eigenschaften und Vorteile sind besonders erwähnenswert:

- äußerst einfaches Handling und kurze Einarbeitungszeit für den Schweißer,
- sehr gute, saubere und gleichmäßige Schweißnahtoberfläche,
- die Schweißgeschwindigkeit kann durch ein deutlich verbessertes Benetzungsverhalten erhöht werden,
- die Gefahr von Flankenbindefehlern sinkt durch gezielt eingestellte Lichtbogenbreite,
- verringerte Wärmeeinbringung und deutliche Reduzierung der Anlauffarben,
- eine geringere Wärmeeinbringung führt zu weniger Verzug der Bauteile,
- spritzerfreier Lichtbogen mit absolut konstantem Lichtbogen – egal bei welchem Stickout,
- „forceArc puls“ bildet eine sehr symmetrische Kehlnaht, was zum Erreichen des maximal möglichen a-Maß bei gegebener Abschmelzleistung die Voraussetzung ist. Durch diese Eigenschaft wird im Vergleich zu einem Standard-Impulsprozess ein um zwanzig Prozent höheres a-Maß erreicht; im Umkehrschluss bedeutet dies, dass bei identischem a-Maß eine höhere Schweißgeschwindigkeit möglich ist,
- „forceArc puls“ erreicht eine höhere Einbrandtiefe als ein Impulsprozess, was konstruktiv günstiger für die Festigkeit einer Verbindung ist und Sicherheit beim Einsatz des Verfahrens gibt,
- alle Vorteile des „forceArc puls“ steigen mit höherer Abschmelzleistung,
- auch bei längeren Stickouts wird ein geforderter Mindesteinbrand (Erfassung des Wurzelfußpunktes) gewährleistet,
- insgesamt sind durch die Addition der Vorteile erhebliche Kosteneinsparungen in Form von Lohnkosten, Arbeitszeit, Material-, Schutzgas- und Energieverbrauch zu erreichen.

Moderne Lichtbögen im Vergleich

Moderne Lichtbögen entspringen nicht dem Zufall, sondern können heute mit Hilfe präziser Mess- und Kamertechnik und den Möglichkeiten in der Parametrierung der digitalen Inverterstromquellen gezielt eingestellt werden – und das für jedes Schutzgas und jeden Werkstoff speziell. Dem ambitionierten und von Pioniergeist ausgestatteten Anwender stellt sich nun die Frage: Wo liegen denn konkret die Unterschiede zu anderen Lichtbogenarten und wie leiten sich hieraus die bereits diskutierten Vorteile ab?

In den Bildern 1 bis 3 sind drei unterschiedliche Lichtbögen gegenübergestellt. Die Voraussetzung bei der Erstellung der Bilder ist identisch. Alle Aufnahmen wurden an einem Linearfahrwerk mit fest eingespanntem Schweißbrenner aufgenommen. Angepasst wurde lediglich der Schweißprozess.



*Bild 1: „forceArc puls“
Fotos: EWM AG*

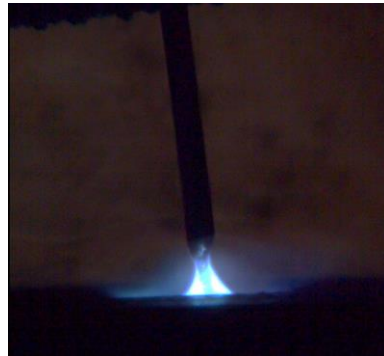


Bild 2: „forceArc“



Bild 3: Abb. 3: Impuls

Die Bilder 1 bis 3 zeigen ein einzelnes Bild einer Hochgeschwindigkeitsaufnahme. Schweißbrenner, Kamera und Gegenlicht sind in einer Achse exakt ausgerichtet. Das Blech ist auf einem Verfahrtsch gespannt, der in unterschiedlichen Schweißgeschwindigkeiten bewegt werden kann. Die Bilder zeigen immer das freie Drahtende und den Lichtbogenansatz am Drahtende und auf dem Blech. Im Vergleich von Bild 1 und Bild 2 wird sichtbar, dass der Lichtbogenansatz am Drahtende unter Verwendung des „forceArc puls“ etwas höher ansetzt als der „forceArc“-Lichtbogen. „forceArc“ ist definiert als, kurzer, druckvoller und wärmeminimierter Lichtbogen mit enormen Einbrand und Schmelzbaddruck. Bedingt durch den etwas höheren Ansatzpunkt wird die Lichtbogensausbildung etwas breiter, jedoch immer noch klar definiert. Das Ergebnis dieser Kombination sorgt für sicheres und gleichzeitig schnelles Erfassen der Nahtflanken. Die Gefahr von Bindefehlern sinkt erheblich. Die Tropfenkette ist zentrisch und gleichmäßig, was zu einer kontinuierlichen Benetzung und einem saubereren Nahtbild führt. Im Vergleich zu einem Standard-Impuls-Prozess, siehe Bild 3, sorgt der definierte „forceArc puls“-Lichtbogen für einen erhöhten Einbrand und damit zu deutlich mehr Sicherheit beim Erfassen des Wurzelfußpunktes als ein Standard-Impulsprozess.

Der Anspruch während der Entwicklungsphase war klar definiert: Nimm die Vorteile des „forceArc“-Verfahrens, kombiniere diese Vorteile sinnvoll und über den gesamten Leistungsbereich mit den Vorteilen eines Impuls-Verfahrens und forme daraus einen neuen Lichtbogen – „forceArc puls“!

Versuche an hochlegierten Stählen

Zur Qualifizierung des „forceArc puls“ wurden vollmechanische Versuche an einem Schweißroboter durchgeführt. Hierbei wurden unterschiedliche Blechdicken als Kehlnaht im T-Stoß in Schweißposition PB einlagig geschweißt. Jede der verwendeten Blechdicken wurde mit den Verfahren Impuls, „forceArc“ und „forceArc puls“ geschweißt. Für die Versuche wurden für die drei Prozesse die gleiche maximale beherrschbare Abschmelzleistung (DV) bei allen Blechdicken eingestellt.



Die Schweißgeschwindigkeit wurde über alle Prozesse immer gleich gehalten, womit immer das gleiche theoretische a-Maß erreicht werden kann. Als Grundwerkstoff für die Versuche kam der Werkstoff 1.4301 (X5CrNi18-10) zum Einsatz, der als austenitischer Werkstoff bei allen Standard-Anwendungen im Bereich des einfachen Korrosionsschutzes unter atmosphärischen Bedingungen zum Einsatz kommt. Als Schweißzusatzwerkstoff bietet sich bei verwendetem Grundwerkstoff ein 1.4316 (X1CrNi19-9) an, der hier im Durchmesser 1,2 Millimeter unter M12-ArC-2,5 verschweißt wurde. Zum Vergleich wurden die folgenden „Kennwerte“ bei der Bewertung und für den Vergleich der Prozesse herangezogen:

- a-Maß,
- Einbrandtiefe,
- Anlauffarben,

Im Beitrag dargestellt sind exemplarisch die Schweißergebnisse bei einer Blechdicke von $t = 10$ mm, geschweißt mit einem Drahtvorschub von 13 Meter pro Minute.

Bei identischen Voraussetzungen erreicht der „forceArc puls“ Lichtbogen eine um 0,8 Millimeter gesteigerte Einbrandtiefe bei absolut symmetrischem a-Maß unter Verwendung eines hochlegierten Stahles. Der Lichtbogen ist in der Kehle ausgesprochen gut beherrschbar und hat ein hervorragendes Benetzungsverhalten, was zusammen zu einem deutlich leichteren Handling für den Schweißer beim manuellen Schweißen, aber auch für die Ein- und Ausrichtung des Brenners beim vollmechanisierten Schweißen führt.

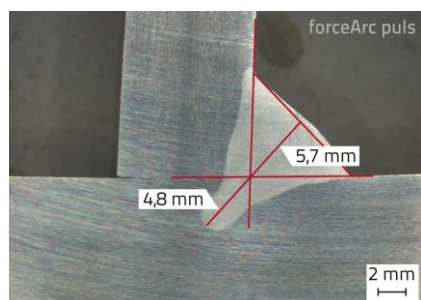


Bild 4: Einbrandverhalten „forceArc puls“

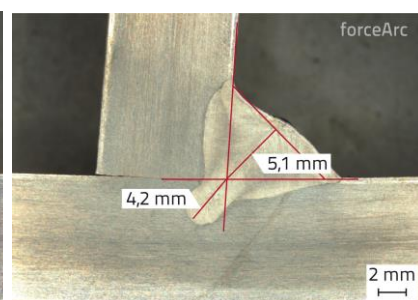


Bild 5: Einbrandverhalten „forceArc“

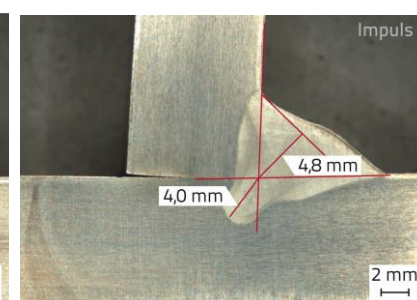


Bild 6: Einbrandverhalten Impuls



Bild 7: Vergleich des Nahtaussehens und der Anlauffarben, Blech $t = 10$ mm, DV = 13 m/min;
links „forceArc puls“;
Mitte „forceArc“;
rechts Impuls magnetisiertes und entmagnetisiertes Rohr



Bild 8: Vergleich der Anlauffarben unterseitig;
links „forceArc puls“;
Mitte „forceArc“;
rechts Impuls



Der Vergleich der Bilder 4 bis 8 lässt folgende Aussage zu:

- „forceArc puls“ hat im oberen Leistungsbereich eine bis zu 15 Prozent niedrigere Wärmeeinbringung im Vergleich zu Impuls. Das führt zu weniger Anlaufarben, weniger Verzug und verminderten Spannungen im Bauteil (siehe Bilder 7 und 8).
- „forceArc puls“ bildet eine symmetrische Kehlnaht. Das ist die Voraussetzung zum Erreichen des maximalen a -Maß bei gegebener Abschmelzleistung (DV). Dadurch wird im Vergleich zum Impuls ein um bis zu zwanzig Prozent höheres a -Maß erreicht. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass ein wie bei Impuls identisches a -Maß mit einer bis zu zwanzig Prozent höheren Schweißgeschwindigkeit erreichbar wäre (siehe Bild 9).
- „forceArc puls“ erreicht eine höhere Einbrandtiefe bei symmetrischer Nahtausbildung, was konstruktiv günstiger für die Festigkeit der Verbindung ist (siehe Bilder 4 bis 6 und Bild 10).
- Durch das einfache und problemlose Handling und die gute Benetzung kann die Schweißgeschwindigkeit erhöht werden, was sich in der Sichtprüfung der Naht durch deutlich geringeren Verzug, kleinere Wärmeeinflusszonen und weniger Anlaufarben zeigt.

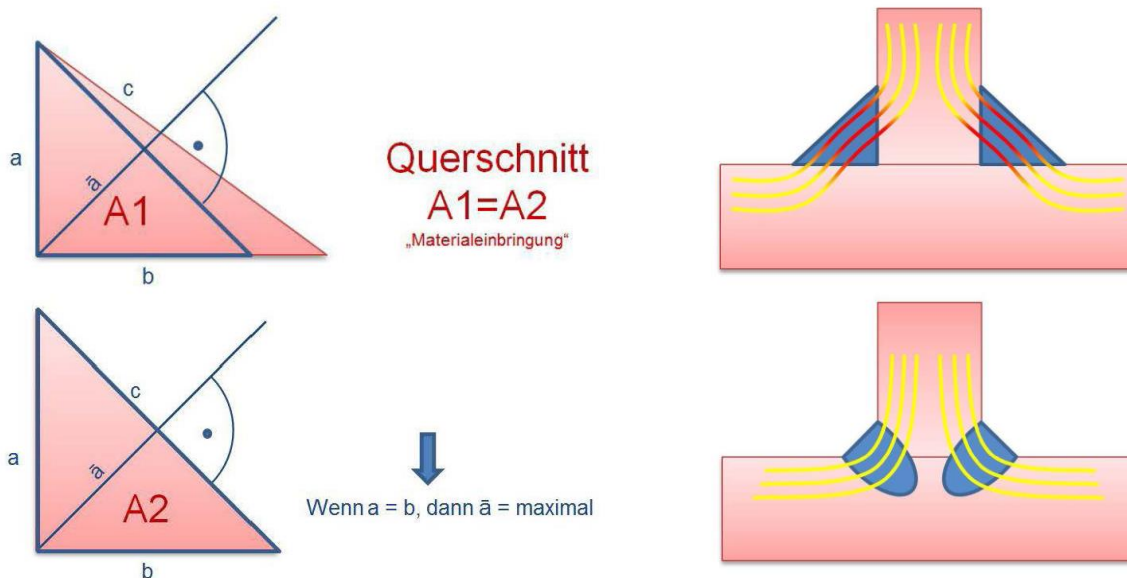


Bild 9: Vergleich der Querschnittsflächen und dem daraus resultierenden maximalen a -Maß.

Bild 10: Kraftfluss über die Kehlnaht bei „normalem“ Einbrand und Kraftfluss über die Kehlnaht bei „tiefem“ Einbrand.



Ausblick

Schon heute ist die Lichtbogenvariante „forceArc puls“ in vielen Unternehmen gesetzt! Der hierdurch gewonnene Wettbewerbsvorsprung in Qualität, Wirtschaftlichkeit und Know-how sichert Arbeitsplätze. Um diese Qualität zu wettbewerbsfähigen Konditionen auch in Zukunft im weltweiten Markt noch anbieten zu können, setzen schon heute viele Unternehmen in Deutschland, Europa und der Welt auf moderne MSG-Lichtbogenvarianten, Stromquellen und Zubehör von EWM. Neben der unangefochten hervorragenden Hardware macht die umfassende und auf jeden Kunden zugeschnittene Beratungstätigkeit für den Gesamtablauf der Fertigung, angefangen von der richtigen Auswahl der Schweißkomponenten über die Betrachtung des gesamten Systemaufbaus, der Beratung zur Auswahl von Grund- und Zusatzwerkstoffen, dem Handling von Bauteilen und der eigentlichen Bedienung der Stromquellen bis hin zur serienreifen Fertigung den Mehrwert für Sie als Kunden aus!

Quellenverzeichnis:

[1] DVS Merkblatt 0973: Übersicht der Prozessregelvarianten des MSG-Schweißens, 2015, DVS e.V.

[2] DVS Merkblatt 0973 – Beiblatt 1: Tabellarische Übersicht der Prozessregelvarianten des MSG-Schweißens, 2015, DVS e.V.

Über EWM:

Die EWM AG ist der größte deutsche Hersteller und weltweit einer der bedeutendsten Anbieter von Lichtbogen-Schweißtechnik. Durch seine zahlreichen hochinnovativen Entwicklungen rund um das Schweißen ist das Unternehmen in der Branche und bei Anwendern als einer der wesentlichen Technologietreiber anerkannt. Dank des EWM-Leitmotivs „BlueEvolution“ und dessen technologischer Weiterentwicklung „Multimatrix“ sparen die Kunden Geld, sichern Arbeitsplätze, schonen die Umwelt und steigern so ihre Wettbewerbsfähigkeit. Zugleich können sie damit noch besser, sicherer, komfortabler und umweltfreundlicher schweißen. EWM liefert ein komplettes Systemangebot, das von Schweißgeräten mit allen erforderlichen Komponenten über Schweißbrenner bis hin zu Schweißzusatzwerkstoffen und schweißtechnischem Zubehör für manuelle und automatisierte Anwendungen reicht. Der Kunde hat damit einen einzigen Ansprechpartner, der die technologische Verantwortung für seinen gesamten Schweißprozess übernimmt. Rund 600 Mitarbeiter an elf deutschen und sechs internationalen Standorten der EWM-Gruppe sowie weltweit mehr als 400 Vertriebs- und Servicestützpunkte sorgen für eine flächendeckende Präsenz.



Weitere Einsparungen bei Mesa

MT-Brenner lassen Verschleißkosten um fünfzig Prozent sinken

Auch der Einsatz der MT-Brenner von EWM zahlt sich für Mesa aus. Durch die hohen Standzeiten der Verschleißteile und insbesondere dabei der Stromdüse sind die Kosten dafür um wenigstens fünfzig Prozent gesunken. Der geringere Zeitaufwand für den Wechsel von Strom- und Gasdüsen wirkt sich also deutlich aus. Hinzu kommt eine Fehlerminimierung durch eine störungsfreie Drahtführung und damit Qualitätssteigerung sowie ein geringerer Aufwand für Nacharbeiten. „Auf die gesamten Schweißkosten bezogen erzielen wir alleine durch den Einsatz der EWM-Brenner deutliche Einspareffekte“, hebt Tino Volkmer, verantwortliche Schweißaufsichtsperson bei Mesa, hervor.

Mechanisierung steigert Qualität und spart fünfzig Prozent Lohnkosten

Auch durch die von dem EWM-Niederlassungsleiter empfohlene Mechanisierung einzelner Schweißvorgänge spart Mesa Geld und steigert zugleich die Qualität. Denn auch durch den Einsatz eines pistengeführten Schweißtraktors verbessert sich die Effizienz bei der Produktion der Tanks. Beim Schweißen einer Stumpfnah als T-Stoß eines Blechs mit sechs Millimeter auf ein Quadratrohr von fünf Millimeter Wandstärke (beide S355) trägt dieser nun zur Verkürzung der Zeiten für das Schweißen und die Nahtvorbereitung sowie zur Verringerung des Handschweißens und der Nacharbeit bei.

Durch die Mechanisierung konnte Mesa wegen der gleichbleibend hohen Konstanz die Qualität zudem deutlich steigern. Die Minimierung der Nacharbeit führt zu einer Zeitersparnis um sechzig Prozent. Und die Verschleißteile des Schweißbrenners nutzen sich durch den Einsatz des Schweißtraktors um zwanzig Prozent weniger ab. Darüber hinaus spart Mesa durch die Mechanisierung viel Zeit ein. Die Prozess- und Produktionszeit sowie Arbeitszeit für die entsprechenden Bauteile ist um die Hälfte zurückgegangen. Das entspricht einer Steigerung der Produktivität in gleichem Ausmaß. Damit spart das Unternehmen bei diesen Aufgaben die Hälfte der Lohnkosten und rund zwanzig Prozent bei den Stückkosten ein.

Kurzinterview zu „forceArc puls“ (Zusatzfrage)



Bachelor of Engineering SFI/IWE Johannes Wirth, Anwendungstechnik/Leiter Schulung bei EWM.



Wie aufwändig ist die Umstellung auf das neue Verfahren?

Der Umstieg vom Standard-MSG-Schweißen zum „forceArc puls“-Schweißen ist sehr einfach. Es muss keine spezielle Brennerführung erlernt werden. Der Lichtbogen eignet sich zum stechend, schleppend wie auch zum Schweißen in neutraler Brennerstellung.

Auch eine Änderung des freien Drahtendes (Stickout) wird durch die schnelle Stromquellentechnik ausgeregelt.

Der „forceArc puls“ Lichtbogen hat ein großes Anwendungsgebiet und hilft Schweißfehler zu reduzieren und die Qualität zu steigern. Mit dieser neuen Technik ist auch in Zukunft eine wirtschaftliche Fertigung möglich.