Von Dipl.-Ing. Walter Lutz*

Gelungene Kooperation von CLOOS und Siemens

Wie MAG-Engspaltschweißen die Fertigungszeiten an dickwandigen Bauteilen deutlich reduziert

BERLIN – Mit innovativen Gasturbinen für Kraftwerke gehört Siemens seit Jahren zu den führenden Herstellern in der Welt. Um die stark steigende Nachfrage weiter bedienen zu können und gleichzeitig das Arbeitsumfeld der Mitarbeiter zu verbessern, setzt Siemens bei der Bearbeitung der riesigen Turbinengehäuse erstmals das Engspaltschweißen per Roboter ein, das der Konzern in Zusammenarbeit mit dem Schweißspezialisten CLOOS aus Haiger zur Serienreife gebracht hat.

Kaum eine Branche unterliegt derzeit einem Wandlungsprozess wie die Energiewirtschaft. Weg von Kohle und Kernenergie, hin zu sauberen Technologien wie Wind und Sonne, aber auch zu Gas, das sich umweltschonend verbrennen lässt. Kein Wunder also, dass die Stromerzeugung mittels Gasturbine, wie sie Siemens im Werk Berlin für den Weltmarkt fertigt, immer stärker nachgefragt wird. Besonders Länder mit Erdgasvorkommen entdecken die höhere Wertschöpfung der Verstromung, anstatt Gas einfach zu exportieren.

Die derzeit leistungsstärkste Siemens-Gasturbine liefert stolze 375 Megawatt und ist die größte und leistungsstärkste Gasturbine der Welt. Damit lässt sich die Bevölkerung einer Großstadt wie Hamburg komplett mit Strom versorgen. Siemens gehört in dieser Branche zu den führenden Unternehmen weltweit: Seit 1972 haben schon über 800 Gasturbinen das Werk in Berlin verlassen und liefern Strom in etwa 60 Ländern dieser Erde. Die 3500 Mitarbeiter des Standorts sind voll ausgelastet.

Neue Technologien gegen hohen Fertigungsdruck

„Entsprechend groß ist der Fertigungsdruck“, sagt Uwe Krabetz, verantwortlicher Gruppenleiter der Gehäusefertigung. Denn räumlich expandieren kann Siemens an dem Traditionsstandort mit seinem historischen Hallen-Ensemble mitten in Berlin kaum. „Also geht es nur mit dem Einsatz moderner Fertigungstechnik, um die Produktion weiter zu optimieren, die Qualität zu erhöhen und den Ausstoß zu steigern.“ Bei den einzelnen Gehäuseteilen einer Gasturbine – sie messen bis 4,60 m im Durchmesser und werden aus bis zu 100 mm starkem, warmfesten Baustahl der Qualität 16 MO3 gefertigt – hatten die

Verantwortlichen längst den Bereich der Schweißtechnik im Fokus. Hier arbeitet Siemens schon seit Jahren mit einer modernen CLOOS-Roboteranlage, auf der zum Beispiel das 30 Tonnen schwere Endstück der Gasturbine geschweißt wird. Die etwa 140 m Kehl- und V-Nähte werden darauf in 30% weniger Schweißzeit realisiert. Und auch die Nacharbeit sank deutlich um über 10%.

Ein weiteres Rationalisierungspotenzial entdeckten die Experten im Bereich der Verschweißung der riesigen Flansche und Mannlöcher: „Wir brauchten für diese Verbindungsnähte im MAG-Handschweißverfahren bis zu vier 8-Stunden-Schichten. Dabei schluckte jede Naht aufgrund der 50-Grad-V-Geometrie etwa 150 kg Schweißdraht“, erinnert sich Uwe Krabetz. Allein es fehlte die Technologie, um diesen zeit- und materialintensiven Arbeitsschritt zu optimieren. „Daher kam die Idee, gemeinsam mit CLOOS eine roboterbasierte Lösung zu finden“, so Uwe Krabetz. Schließlich habe man in Berlin seit Jahren gute Erfahrungen mit der Kompetenz und Technik aus Haiger gemacht.

Draht pendelt im Engspaltschwert

CLOOS entwickelte daraufhin ein besonderes Engspaltschwert – rund 30 cm lang – mit einer Breite von 16 mm, das der Roboter in den Spalt zwischen Gehäusemantel und Mannlochstutzen bzw. Flansch eintaucht. Anstelle der aufwändigen und großvolumigen V-Nähte – schließlich musste der Werker mit dem Schweißbrenner bis an die Wurzel kommen – kann Siemens durch das neue Verfahren eine Engspaltnaht mit parallelen Nahtflanken und einer Spaltbreite verwenden, die nur 20 mm beträgt. Zur Vorbereitung der Nahtflanken ist die Qualität des konventionellen Brennschnitts ausreichend.

Das CLOOS-Engspaltschwert führt Drahtelektrode, Schutzgas und Kühlwasser. Der Schweißdraht im Schwert wird über einen Mechanismus so bewegt, dass er exakt über dem Schweißbereich hin- und herpendelt. Im MAG-Engspaltverfahren werden bei den 300 mm starken Bauteilen so über 80 Lagen in gleichbleibend hoher Qualität aufgebracht. Der Roboter braucht dafür weniger als vier Stunden und bringt nur etwa 30 kg Schweißgut ein. „Gegenüber der bisherigen Handschweißung spart dies über 80% Zeit und Schweißdraht“, freut sich Uwe Krabetz über das enorme Einsparpotenzial auch bei Schutzgas und Energie. Das bringt noch einen weiteren Vorteil: Die relativ niedrige Energiezufuhr beim CLOOS-Engspaltschweißen minimiert den Materialverzug während des Schweißvorgangs.

Komplexe Roboterschweißanlage: Zwei Roboter bewegen sich an großem Portal

Um die großen Turbinenteile mit bis zu 4,60 m Durchmesser und 2 m Tiefe optimal schweißen zu können, installierte Siemens im Sommer 2011 eine neue, komplexe Roboterschweißanlage. Hier werden zwei Roboter an einem 32 m langen und über 8 m hohen Portal bewegt, das zudem über eine Tiefe von 7,7 m verfügt. Es überstreicht dabei vier Arbeitszellen. „In zweien schweißen die Roboter, während in den anderen unsere Mitarbeiter die Bauteile vor- und nachbereiten“, erklärt Uwe Krabetz die Verkettung der Fertigungsschritte. Dabei wechseln die Roboter automatisch zwischen der neuen

Engspalttechnik und dem MAG-Eindrahtprozess, mit dem die dicken Halbringe ins Turbinengehäuse geschweißt werden. „Wir können auch jeweils zwei Zellen kombinieren, um die geplanten Maxigehäuse für unsere neuen Turbinen zu bearbeiten.“ Denn Siemens will zukünftig aus zwei Teilgehäusen eine Einheit machen, um eine Flanschstelle einzusparen und wertvolle Arbeitszeit weiter zu reduzieren.

Über das Portal mit seinen Längs-, Höhen- und Querfahrwerken erreichen die gelenkigen CLOOS-Roboter alle Schweißnähte an den bis zu 60 Tonnen schweren Gehäuseteilen. Die mechanisch sehr stabilen Roboter sind in Drehgelenkbauweise ausgeführt und verfügen über 6 Bewegungsachsen. Damit erreichen sie alle Schweißpositionen an den großvolumigen Bauteilen. Dynamische Servoantriebe ermöglichen eine hohe Tragfähigkeit von 15 kg, und die präzisen Kompaktgetriebe sorgen für eine hohe Wiederholgenauigkeit von unter 0,1 mm. Die Robotersteuerung steuert 6 Roboterachsen plus 3 Achsen des Portals.

Die Roboterschweißanlage ist mit Brennerwechselsystemen ausgerüstet, um automatisch zwischen Brennschneiden, Eindraht- und Engspaltschweißtechnik zu variieren. Überwacht und bedient wird die Anlage von einer Warte aus. Hier laufen zum Beispiel die Signale von sechs Kameras zusammen, die Bilder aus den Schweißbereichen übertragen. In diesem geschützten Raum ist auch die PC-Technik für die Steuerungssoftware Carola EDI und die RoboPlan-Offline-Programmierung untergebracht. Ist die Anlage einmal eingerichtet, laufen die Arbeitsschritte vollautomatisch ab.

In der Anlage liefern Impulsstromquellen des Typs GLC 603 Quinto die hohen Schweißströme von 320 A. Sie verfügen mit einem maximalen Strom bis 600 A über genügend Leistungsreserven für künftige Siemens-Anforderungen. Ihre extrem schnelle Regelung und eine Mikroprozessorsteuerung für die Programmierung der Kennlinien sind die Basis, die Anlage optimal auf Werkstoff und Schweißnähte einzustellen. Über ein großes LCD-Display findet der Bediener alle Informationen im Klartext. Das praktische Handrad sorgt für eine einfache und schnelle Eingabemöglichkeit der Parametersätze, von denen sich bis zu 20.000 hinterlegen lassen. Die einmal programmierte Qualität ist damit jederzeit abrufbar.

Engspaltschweißen – in Rekordzeit realisiert

„Das Engspaltschweißen eignet sich für die Verarbeitung von Bauteilen mit über 35 mm Blechdicke“, weiß CLOOS-Niederlassungsleiter Volker Hedergott aus der Praxis. Als Ansprechpartner vor Ort hat er das neuartige Fertigungskonzept gemeinsam mit den Experten im CLOOS-Stammwerk in Rekordzeit realisiert. „Nur knapp ein Jahr verging zwischen Auftragserteilung, Lieferung und Inbetriebnahme der neuen Anlage.“ Rund 1 Mio. Euro hat Siemens in die neue Roboteranlage und die notwendigen Baumaßnahmen in der Fertigungshalle investiert. „Aber angesichts der Einsparpotenziale rechnet sich das in Kürze“, ist Uwe Krabetz überzeugt.

Kontakt:
Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
Industriestraße
D – 35708 Haiger
Tel. 0 27 73 / 85 –0
Fax 0 27 73 / 85 – 275
Mail: info@cloos.de
www.cloos.de

Bild 1: Über 30 m lang ist die CLOOS-Portalanlage, die mit zwei Robotern vier Arbeitsbereiche überstreicht. Die Gehäuseteile in Größen bis 5000 mm x 6000 mm sind bis zu 60 t schwer. (Bilder: CLOOS/Dieter Holler)

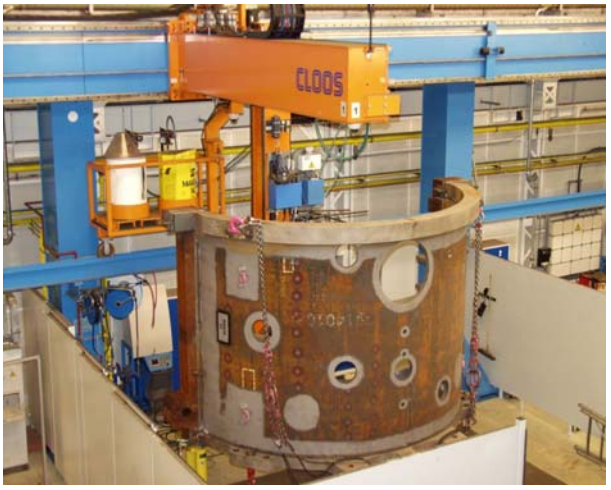

Bild 1a: Teilansicht einer Fertigungsstation: Roboterbasiertes Schweißen am voluminösen Gehäuseteil einer Gasturbine.

Bild 2: Der Roboter taucht das Engspaltschwert in den Spalt zwischen Gehäusemantel und Mannloch-Stutzen. Gegenüber der herkömmlichen V-Naht spart Siemens 80% Schweißgut und Arbeitszeit.

Bild 3: CLOOS-Schweißroboter mit neuentwickeltem, 300 mm langem Engspaltschwert.

Bild 4: Das Schwert taucht bis 300 mm in den engen Spalt ein. Über einen Mechanismus pendelt der Schweißdraht perfekt über der Naht.

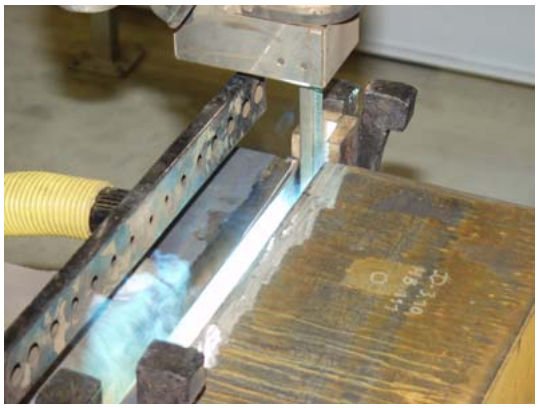

Bild 5a + 5b: Die herkömmliche V-Naht (l.) mit einem Öffnungswinkel von bis zu 60° wird beim Engspaltschweißen ersetzt durch die Engspaltfuge (r.) mit nur 1° Öffnungswinkel. Das spart bis zu 80% Schweißgut. (Illustration: CLOOS)

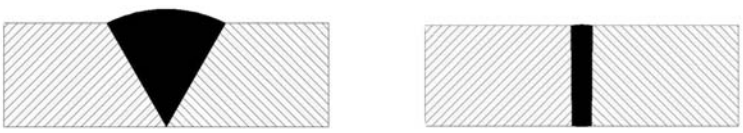

Bild 6: Querschliff einer Engspaltnaht, wie sie Siemens auf der CLOOS-Anlage in Pendelraupentechnik sauber und gleichmäßig realisiert.

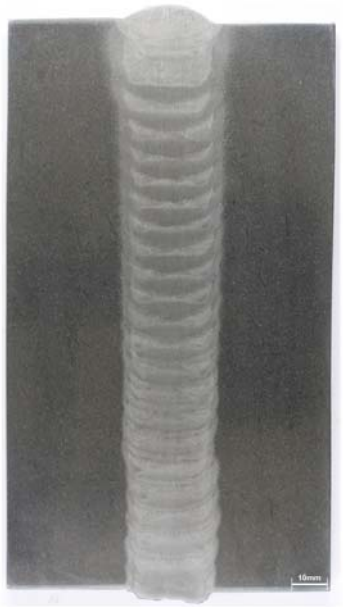

Bild 7: Die dicken Halbringe in den Turbinengehäusen schweißt der CLOOS-Roboter im MAG-Eindrahtverfahren. Aufgrund der 9 Achsen erreicht der Brenner alle Schweißpositionen.

Bild 8: In der Siemens-Leitwarte werden die beiden Roboter während des Eindraht- und Engspaltschweißens per Monitor überwacht.

Bild 9: Siemens-Gruppenleiter Gehäusefertigung Uwe Krabetz (r.) und CLOOS-Niederlassungsleiter Volker Hedergott sind stolz über den geschafften Technologievorsprung. 80% Zeit- und Materialeinsparung durch das neue Engspaltschweißen können sich sehen lassen.

Bild 10: Ansicht einer komplett fertig gestellten Gasturbine für den Kraftwerksbau.

((zum Autor))

*Ein Beitrag von Dipl.-Ing. Walter Lutz, freier Fachjournalist bei werdewelt.info in 35708 Haiger.

((Infokasten zur Gasturbine))

Binnen Minuten auf voller Leistung

Siemens baut aktuell Gasturbinen für Kraftwerke mit Leistungen von 113 bis 375 MW. Sie wiegen 200 bis 400 Tonnen und können bis zu 13 m lang und 5 m hoch sein.

Gegenüber Kohle- und Kernkraftwerken haben diese Turbinen den Vorteil des höheren Wirkungsgrades und der guten Regelbarkeit. In nur 15 Minuten lässt sich ein solches Kraftwerk auf volle Leistung anfahren. Dazu treibt zunächst der Generator als Motor die Turbinen-Hauptwelle an. Dadurch erzeugt der mehrstufige Kompressor mit seinen vielen hochpräzisen Schaufeln einen gewissen Luftdruck. Zündet das Gas, läuft die Turbine bis zu ihrer Höchstdrehzahl selbstständig weiter und treibt den Generator an.

Im GuD-Prozess werden die über 600° heißen Abgase verwendet, um über einen Wärmetauscher Wasserdampf zu erzeugen, der in einer nachgeschalteten Dampfturbine ebenfalls zur Stromerzeugung genutzt wird. Der schon sehr gute Wirkungsgrad der Gasturbine von fast 40% erhöht sich damit auf einen Gesamtwirkungsgrad von 60%.