

Wasserkraft : Schweißtechnologie für den Blauen Planeten

Andritz Hydro – absolute Sicherheit gefordert

Trend zu neuen Fügeprozessen

Mündersbach, 27. September 2012 - Erneuerbare Energien haben an der weltweiten Stromerzeugung einen Anteil von 19 Prozent; den Großteil davon, 16 Prozent, deckt allein die Wasserkraft – die regenerative Energiequelle mit der höchstmöglichen Effizienz und positiver Ökobilanz.

Mit global circa 6500 auf saubere Energiegewinnung per Wasserkraft spezialisierten Mitarbeitern leistet Andritz Hydro mit Hauptsitz in Graz einen beachtlichen Beitrag zur Erhaltung unseres blauen Planeten (Abb. 1). Hochleistungs-Laufräder von Andritz Hydro aus Ravensburg sind Weltspitze, der größte Typ hat das Energiepotenzial eines Atomkraftwerks. Eine Schlüsseltechnologie bei der Produktion von Wasserkraftanlagen ist die moderne Schweißtechnik.

Für Dipl.-Ing. Philipp Brenner (Abb. 8), Schweißfachingenieur (IWE = International Welding Engineer) im Werk Ravensburg sind, „hohe Zuverlässigkeit der Schweißgeräte und ein fehlerfreier Fügeprozess“, die Voraussetzungen, um mit hoher Qualität zu fertigen. Neue Schweißprozesse wie forceArc® und coldArc® werden die Produktion künftig noch wirtschaftlicher gestalten.

Wasserkraft nach Wunsch – Kompakt oder Mega-Turbine

Die Andritz Hydro GmbH gehört zur Grazer Andritz AG, einem österreichischen Konzern für Anlagenbau, mit nahezu 17500 Mitarbeitern. Im Werk Ravensburg, der Stadt der Türme und Tore, sind rund 500 Mitarbeiter mit dem Thema ‚Erzeugung von Energie durch Wasserkraft mittels Kaplan-, Pelton- und Francisturbine‘ beschäftigt (Abb. 2) – in den vier Sparten:

Large Hydro – von der Projektierung bis zur Inbetriebnahme der elektromechanischen Ausrüstung großer Wasserkraftwerke, einschließlich Umbauten und Optimierungen (Abb. 3). Eine einzelne Turbine kann eine mit Atomkraftwerken vergleichbare Leistung von bis zu 770 Megawatt liefern.

Compact Hydro – ist die Klassifizierung des schlüsselfertigen Turbinenprogramms für kleine und mittlere Wasserkraftwerke bis zu 30 Megawatt (MW) Leistung: Komplett vormontierte und werkgeprüfte Einheit zur sofortigen Aufstellung und Inbetriebnahme (Abb. 4).

Service & Rehab – für Reparatur, Ersatzteillieferungen, Optimierung bestehender Anlagen, Revisionen, Erweiterungen, Modernisierung. Diese Dienstleistungen von Andritz Hydro steigern die Effizienz vorhandener Anlagen und senken gleichzeitig die Betriebsführungskosten.

Escher Wyss Verstellpropeller – 75 Jahre Erfahrung im Bau erstklassiger Schiffsantriebe mit minimaler Geräuschentwicklung und nahezu vibrationsfreier Leistungsentfaltung.

Ein Rundgang durch die Produktionsstätten verdeutlicht die Bedeutung der schweißtechnischen Verfahrensvielfalt für die Fertigung – es wird gefügt, aufgetragen und konditioniert mit Elektroden(E)-Hand-, Metall-Inertgas/Metall-Aktivgas(MIG/MAG)-, Wolfram-Inertgas(WIG)-, Unterpulver(UP)- sowie Elektroschlacke(ES)-Verfahren. Gefügt werden Laufräder für

Francis- und Pelton-turbinen mit Wanddicken von 25 bis 300 Millimeter im MSG- oder Elektroschlacke-Schweißverfahren, Turbinenwellen als Bindeglied zwischen Laufrad und Generator mit Wanddicken bis zu 220 Millimetern im UP-Verfahren sowie Gehäusebauteile für die hydraulische Anlage, wie zum Beispiel Turbinendeckel und Laufradmäntel bis hin zu Druckrohrleitungen ebenfalls im MSG-Verfahren – entweder als artgleiche oder als Schwarz-Weiß-Verbindung. Wurzellagen hoch beanspruchter Nähte, bei denen Qualitätsanforderungen gegenüber der Schweißgeschwindigkeit im Vordergrund stehen, werden WIG geschweißt.

Neben dem Verbindungsschweißen hat das Auftragen von Schweißgut auf Bauteiloberflächen entweder materialgleich, höherlegiert oder artfremd einen vergleichbar hohen Stellenwert. Das artgleiche Auftragen dient bei der Konditionierung von Bauteilen zur Wiederherstellung schadhafter Bereiche, etwa Gussfehlern im Grundwerkstoff, korrodierten oder verschlissenen Oberflächen sowie zur formgebenden Oberflächengestaltung. Höher legiertes oder artfremdes Schweißgut wird zur Herstellung von austenitischen oder Bronze-Plattierungen auf schwarzem Grundwerkstoff verwendet, die sowohl rostfreie Bauteiloberflächen als auch Dichtflächen zum Beispiel an Absperrorganen bilden. Je nach Größe der aufzutragenden Fläche kommen das WIG- oder das MSG-Verfahren zum Einsatz, kavitationsresistente Auftragschweißungen erfolgen hauptsächlich mit Stabelektroden.

So vielfältig die Produkte, so vielfältig auch die Werkstoffe: In der Hauptsache wird in Ravensburg der weichmartensitische Chrom-Nickel-Stahlguss mit 13 Prozent Chrom und 4 Prozent Nickel für die Laufräder verwendet; hinzu kommen unlegierte Kohlenstoff- und Kohlenstoffmanganstähle sowie Eisen-Kohlenstoff Gusswerkstoffe für Gehäusebauteile, Schmiedewerkstoffe für Turbinenwellen, niedriglegierte warmfeste Werkstoffe bis hin zum

Feinkornbaustahl S690 oder S890 für Druckrohrleitungen sowie hochlegierte austenitische Werkstoffe für zum Beispiel Laufradmäntel und austenitisch-ferritische Duplex-Stähle. Eine Sondergruppe bildet die Kupfer-Aluminium-Mehrstoffbronze als Guss für Verstellpropeller oder als Schmiedewerkstoff für Lagerbuchsen.

Güte B ist ein „Muss“

Seit 2008 verrichten auch elf hochdynamische Stromquellen vom deutschen Marktführer EWM Hightec Welding ihren Dienst in Ravensburg: acht MIG/MAG-Geräte Phoenix 551 Expert Puls und drei WIG-Geräte Typ Tetric 451 AC/DC Synergic; neu ist das EWM-Flaggschiff alpha Q.

Philipp Brenner begründet die Anschaffung der Phoenix-Stromquellen mit der hohen Belastbarkeit und Zuverlässigkeit der EWM-Geräte: „Das Leistungsteil der Phoenix ist auf hohem technischen Niveau, der Lichtbogen brennt stabil. Ein weiterer Vorteil beim Schweißen liegt in der Anpassung von Werkskennlinien auf den zur Anwendung kommenden Schweißzusatz. Insbesondere bei Sonderschweißzusätzen, wie dem weichmartensitischen Chromstahl-Draht, zeigt die von EWM im Technologiezentrum in Mündersbach darauf abgestimmte Kennlinie beim Schweißen einen Lichtbogen mit höherer Fokussierung und Richtungsstabilität, ein in Zwangslagen besser zu beherrschendes Schmelzbad sowie ein nahezu spritzerfreies Ergebnis. Die Kennlinien werden unter JOB-Nummern in den Stromquellen abgespeichert und stehen jedem Schweißer zur Anwendung zur Verfügung. Sie sind ein wichtiger Baustein für einen effektiven Ablauf des Schweißprozesses mit reproduzierbarem Schweißergebnis.“ Auf die Besonderheiten des Fügens bei Andritz angesprochen, verweist der IWE auf die Branche: „Wir grenzen uns ganz entschieden vom Stahlbau ab.

Unsere Turbinen unterliegen keiner statisch ruhenden Belastung, vielmehr einer hohen dynamischen Beanspruchung. Da kann jeder noch so kleine Riss, jede Fehlstelle während des Betriebs wachsen und im schlimmsten Fall die komplette Turbine zerstören. Von daher geht es bei uns um absolute Sicherheit. Jede Naht an Francis- und Peltonturbinen-Laufrädern muss der Güte B nach DIN EN ISO 5817 entsprechen.“

Jeder der etwa 40 Schweißer muss diese hohen Anforderungen erfüllen können. Daher sind alle nach DIN EN 287 zertifiziert.

Fünf Tonnen Schweißgut sicher einbringen

Die Wahl des Schweißverfahrens und damit der passenden Stromquelle richtet sich ganz nach der jeweiligen Aufgabe: Ist lediglich ein kleiner Fehler im Guss eines Turbinen-Laufrades auszuschleifen und wieder zu verfüllen, genügt das WIG-Verfahren. Auch die Nahtwurzeln an Francisturbinen-Laufrädern werden bei ausreichender Zugänglichkeit im Laufrad mit WIG gefügt, zum Anschluss der Pelton-Bechern an die Laufradscheibe kommt im Wurzelbereich immer das WIG-Verfahren zum Einsatz. Die Vorgehensweise dabei ist beidseitig, gleichzeitiges WIG-Schweißen – ein Schweißer bringt von einer Seite den Zusatzwerkstoff ein, der zweite modelliert auf der Gegenseite die Wurzelrückseite. Dadurch fällt schon diese erste Naht so aus, dass die nächste Raupe ohne ausschleifen oder ausfugen direkt darübergerlegt werden kann. Der große Rest der Arbeiten obliegt dann dem Metall-Schutzgas(MSG)-Schweißen.

Ein außergewöhnliches Praxisbeispiel für eine MSG Nahtwurzel mit anschließender Elektroschlackeschweißung ist: Die größten in Deutschland gefertigten Francis-Laufräder haben einen Durchmesser von 7,3 Metern und sind etwa 4 Meter hoch (Abb. 5). Sie wiegen ca. 200 Tonnen und erzeugen im Betrieb Leistungen bis 770 MW. 5,5 der 200 t sind Schweißgut, das

eingbracht wird. Nach dem Zusammenbau am Boden erfolgt die Wurzelschweißung der Verbindungen Schaufeln an Nabe und Kranz. Beim Anheben des Rades am Kranz müssen 170 t (200 t Laufradgewicht abzüglich 30 t Eigengewicht des Kranzes) von diesen Wurzelnähten aufgenommen werden, um es auf den größten Doppelständer-Dreh-Kipptisch Europas mit 250 Tonnen Tragkraft zu hieven; auf diesem Tisch lässt sich das Super-Turbinenrad immer in eine günstige Schweißposition bringen (Abb. 6).

Weitere Daten im Stenogramm: Die Anforderungen an die Schweißnähte bei der Fertigung von Laufrädern und damit auch an die schweißtechnische Ausrüstung können wie folgt beschrieben werden

- Kerbfreie Nahtübergänge an den Verbindungen Schaufel Nabe/Kranz bei allen Laufrädern
- Schweißen in Schaufelkanälen in Positionen PB/PC, die bis auf eine Breite von ca. 80 Millimeter zulaufen, entsprechend beengte Arbeitsverhältnisse und ein teils sehr schlecht einzusehendes Schmelzbad (Abb. 7).
- Standard Schweißnahtqualität nach DIN EN ISO 5817 Bewertungsgruppe B, Sicherstellung über digitalisierte vollvolumetrische Ultraschallprüfung zur Erkennung innerer Unregelmäßigkeiten mit einem Auflösungsvermögen für Fehler kleiner gleich 0,8 mm.
- Magnetstreulussprüfung zur Erkennung und Ausbesserung äußerer und innerer oberflächennaher Unregelmäßigkeiten für Fehler größer 0,5 mm Länge.

Die Vorteile des Schweißgerätes erleben

So komplex die Schweißaufgaben und deren Lösungen auch sind, für Dipl.-Ing. Bodo Gieselmann (Abb. 8), Schweißfachingenieur (IWE) und Leiter der Schweißtechnik bei

Pressemitteilung



Andritz, sind: „Stromquelle und Schweißzusatzwerkstoffe lediglich Werkzeuge des Schweißers. Diese muss er beherrschen, um den prozesssicheren Lagenaufbau gewährleisten zu können. Unsere Schweißer müssen die Vorteile erfahren und erleben können. Dazu brauchen wir Maschinen, die in unserer rauen Arbeitsumgebung über sehr, sehr lange Zeit störungsfrei arbeiten.“ Ein Grund für die Entscheidung zu EWM.

Weichen für die Zukunft gestellt

Zurzeit nutzen die Ravensburger die weitergehenden Vorteile der EWM-Stromquellen noch nicht, sind aber bereits in der Sondierungsphase, um in Zukunft die Fertigung entsprechend einzurichten. „Wir könnten uns zukünftig folgende forceArc®-Anwendungen vorstellen“, gibt Brenner Auskunft, „für das Schweißen von Turbinen-Laufrädern mit den Vorteilen einer sicheren Wurzel-Durchschweißung von einer Seite aus, gegebenenfalls ohne Ausfugen der Wurzel-Rückseite. Reduktion des Nahtöffnungswinkels durch sicheres Schweißen mit langem Stickout, damit verbunden wären die Reduktion von einzubringendem Schweißgut und Arbeitszeit – die Abschmelzleistung wäre positiv erhöht. coldArc® in Verbindung mit dem Impulslichtbogen wäre eine Lösung für Auftragschweißungen allgemein, sowohl artgleich (formgebende Auftragschweißung), höher legiert (rostfreie Plattierung) als auch artfremd (Auftragung von Bronze-Dichtflächen) mit dem Vorteil einer geringeren Aufmischung mit dem Grundwerkstoff. Dadurch Reduktion der erforderlichen Schweißlagen, um ein aufmischungsfreies Gefüge zu erhalten. Reduzierte Wärmeeinbringung und dadurch geringerer Verzug, sowohl bei der Neufertigung als auch bei der Sanierung von Bauteilen, die bereits im Einsatz waren und daher mechanisch bearbeitete Abmessungen und Funktionsflächen besitzen.“

Abbildungen:



Abb.1: Energieerzeugung per Wasserkraft am Lac de l'Hongrin im schweizer Kanton Waadt. Andritz Hydro leistet einen beachtlichen Beitrag zum Erhalt des blauen Planeten

Foto: Andritz Hydro GmbH



Abb.2: Wasser + Kraft = Wasserkraft: Caruachi-Wasserkraftwerk im venezolanischen Bundesstaat Bolivar

Foto: Andritz Hydro GmbH



Abb.3: Maschinenhalle – Wasserkraft beinahe festlich verpackt. Auch im Land der Geysire ist Andritz Hydro nicht unbekannt: Konstruktion, Engineering, Fertigung, Lieferung, Montage und Inbetriebnahme der elektromechanischen Komponenten des Wasserkraftwerks Kárahnjúkar auf Island oblag der Andritz Gruppe

Foto: Andritz Hydro GmbH



Abb.4: 25-Tonnen-Francis-Laufrad – allenthalben sind kerbfreie Nahtübergänge gefordert

Foto: EWM HIGHTEC WELDING

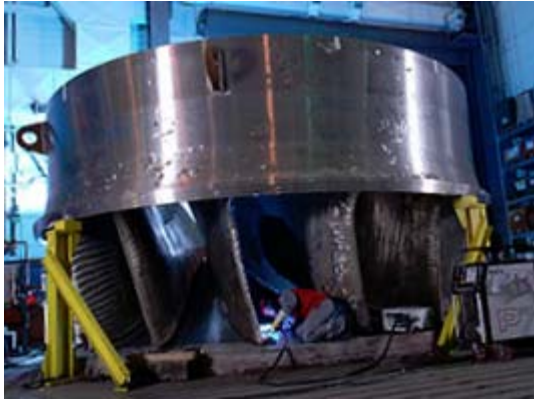


Abb.5: Die größten Franzis-Laufräder der Ravensburger sind etwa 4 Meter hoch und wiegen 200 Tonnen
Foto: EWM HIGHTEC WELDING



Abb.6: 200-t-Super-Turbinenrad: per Dreh-Kipptisch immer in der günstigsten Schweißposition
Foto: EWM HIGHTEC WELDING



Abb. 7: Anforderungen an die Schweißnähte bei der Fertigung von Laufrädern: Kerbfreie Nahtübergänge an den Verbindungen Schaufel Nabe/Kranz; Schweißen in Schaufelkanälen in Positionen PB/PC, unter beengten

Pressemitteilung



Arbeitsverhältnissen – teils sehr schlecht einzusehendes Schmelzbad; Standard Schweißnahtqualität nach DIN EN ISO 5817 Bewertungsgruppe B, Sicherstellung über digitalisierte vollvolumetrische Ultraschallprüfung...

Foto: EWM HIGHTEC WELDING



Abb.8: Für Dipl.-Ing. Bodo Gieselmann (links) sind Stromquelle und Zusatzwerkstoff Werkzeuge, die der Schweißer beherrschen muss. Dipl.-Ing. Phillip Brenner pocht auf hohe Zuverlässigkeit und fehlerfreien Fügeprozess

Foto: EWM HIGHTEC WELDING