

PC-basierte Steuerungstechnik zum Schweißen von Abstandhaltern für Brennelemente

→ Die Rohwedder AG – Spezialist für Sondermaschinen – baute im Auftrag der ANF eine Schweißanlage für Stahlgitter, die als Abstandhalter für SWR- und DWR-Brennelementstäbe in einem Kernreaktor zum Einsatz kommen. Die Anforderungen an die Anlage sind hohe Präzision und Genauigkeit, bei gleichzeitig hoher Geschwindigkeit. Bei diesem hochpräzisen Schweißvorgang werden pro Schweißpunkt bis zu 8.000 Parameter in einer Taktzeit von unter 1 Sekunde übergeben. Für diesen komplexen Prozess, mit höchsten Ansprüchen an die Steuerungstechnik, wählte Rohwedder die PC-basierte SPS- und Motion-Control-Lösung von Beckhoff aus.

Die Advanced Nuclear Fuels (ANF) GmbH in Karlstein ist eine 100%ige Tochter der Framatome ANP GmbH Deutschland und fertigt Brennelemente sowohl für den deutschen als auch den europäischen Markt. Seit Betriebsbeginn 1979 wurden hier über 20.000 Brennelemente mit mehr als 3,4 Mio. Brennstäben produziert. Innerhalb des Brennelements sorgen präzise gefertigte Abstandhalter dafür, dass die bis zu 4 m langen Brennstäbe sicher geführt bzw. in ihrer Position gehalten werden. „Unsere Aufgabe war es, eine Anlage zu entwickeln und zu realisieren, mittels derer die Abstandhalter hochgenau, bei gleichzeitig großem Durchsatz, endbearbeitet werden“, erklärt Peter Blomberg, Leiter der Steuerungstechnik bei der Rohwedder AG in Bermatingen.

Die Anforderungen im Kernenergiebereich sind bekanntermaßen sehr hoch. Fehler bzw. Ungenauigkeiten sind undenkbar. „Entsprechend großen Wert legt die ANF auf hohe Qualität und Zuverlässigkeit in allen Schritten des Herstellungsprozesses. Da wir bereits über einen breiten Erfahrungsschatz in Konstruktion, Entwicklung und Umsetzung von Sondermaschinen verfügen, kamen die Karl-

steiner mit diesem Auftrag auf uns zu“, erläutert Blomberg die Auftragserteilung an Rohwedder. „Wir sind nicht nur für unsere hohe Qualität bekannt, sondern auch dafür, dass wir ausschließlich Komponenten von zuverlässigen Partnern einsetzen. In diesem Fall ist unser Automatisierungspartner Beckhoff, mit dessen Produkten bzw. Lösungen wir seit 1996 erfolgreich Projekte realisieren. Von Beckhoff erhalten wir mehr als nur „Stangenware“, sondern wir gehen auch gerne gemeinsam neue Wege“, beschreibt der Sondermaschinenbauer die enge Zusammenarbeit.

Die Anlage im Detail

Die Aufgabenstellung von ANF lautete, eine Schweißanlage zu realisieren, mittels derer ein zunächst lose zusammengestecktes Konstrukt aus Längs- und Querverstrebungen per Laser-Punktschweißung zu einem starren Stahlgitter verschweißt wird. Die von Rohwedder realisierte Anlage besteht aus zwei Schweißkammern, die jeweils u. a. mit einem Laser für die Schweißung, einem Kamerasystem und



einem Visualisierungs-PC an der Bedieneinheit ausgerüstet sind. Für das Bauteil-/Stahlgitter-Handling ist ein Kuka-Roboter im Einsatz.

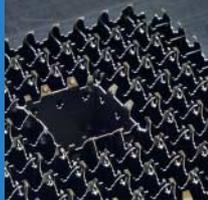
Im ersten Arbeitsschritt wird das flexible Ausgangsprodukt auf einem Werkstückträger fixiert. Über ein Transportband gelangt es zur Schweißkammer, in der es per Roboter entsprechend positioniert wird. „Das Material der Rohlinge besteht aus einer Zircon-Legierung, erklärt Blomberg und ergänzt: „Entscheidend ist, dass das Material unter Argon geschweißt werden muss, da es in normaler Atmosphäre zu brennen beginnen würde.“ Befindet sich das Werkstück in der Schweißzelle, wird diese verschlossen und ein Vakuum erzeugt. Danach erfolgt die Argonflutung der Kammer. „Das ist ein aufwändiger und vergleichsweise teurer Prozess, aber in diesem Fall materialbedingt unabdingbar“, erklärt Blomberg. Auch die Vorgaben an den Schweißvorgang selbst sind hoch: Mittels hochdynamischer Linearantriebe wird der Laser an die einzelnen Kontaktstellen herangefahren. Dort schmilzt er punktgenau das Material auf und realisiert so – nach dem Erstarren der Schmelze – die gewünschte Verbindung. „Der Schweißvorgang ist beeindruckend. Schnelligkeit und Präzision bilden dabei eine Einheit“, so der Steuerungsspezialist. Die in der Zelle angebrachte Kamera überwacht den kompletten Schweißvorgang. Ist eine Schweißstelle fehlerhaft, wird dies sofort visualisiert und automatisch eine erneute Schweißung vorgenommen. Außerdem wird das Gitter bereits im Vorfeld der Schweißung vom Kamerasystem vermessen.

Weniger als eine Sekunde Bearbeitungszeit pro Schweißpunkt

„Der Schweißvorgang stellt einen hochpräzisen Prozess dar, der mit höchster Geschwindigkeit abläuft und bei dem ein enormes Datenaufkommen entsteht“, fasst Blomberg zusammen. Insgesamt können mit der Anlage mehr als 50 Stahlgitter-Typen, davon 26 verschiedene, gleichzeitig bearbeitet werden. Die einzelnen Gitter sind unsymmetrisch und teilweise mit Aussparungen versehen. „Das bedeutet, über 50 Bauteilvarianten sind zu verwalten. Positionen, Fahrwege, Laseransteuerung, NC- und Kameraprogramme müssen parametrierbar sein“, so Blomberg. Was das Datenaufkommen angeht, ergeben sich für einen Abstand-

Die Anlage im Gesamten: Die beiden Schweißkammern sind jeweils u. a. mit einem Laser für die Schweißung, einem Kamerasystem und einem Visualisierungs-PC an der Bedieneinheit ausgerüstet. Das Stahlgitter-Handling übernimmt ein Kuka-Roboter.

Die Beckhoff Control Panel dienen der Prozessvisualisierung.



halter insgesamt bis zu 1.000 Schweißungen, mit einer jeweiligen Taktzeit von unter 1 s. In dieser Zeit werden folgende Arbeitsschritte ausgeführt:

- | Positionierung nach Rezept (100 kg/Masse)
- | Korrektur über Kamera
- | Laserschweißen gemäß Rezepturparameter (manuell, über NC-Programm) oder Punktschweißen
- | Schweißpunktvermessung

Bei dem hochpräzisen Schweißvorgang und einer Positioniergenauigkeit $< 0,02$ mm sind je Schweißpunkt acht Parameter erforderlich. In Summe bedeutet das pro Abstandhalter bis zu 8.000 Parameter.

PC-based Control: Datenbankanbindung inklusive

Aufgrund der hohen Anforderungen an Antriebs-, Steuerungstechnik und Visualisierung setzt Rohwedder auf PC-basierte Steuerungstechnik von Beckhoff. Zum Einsatz kommen die Automatisierungssoftware TwinCAT NC I in der Version 2.9 und ein 19-Zoll-Einschub-PC C5102 mit 2,4 GHz – 256 DDR-RAM als Steuerungs-PC. „Mit TwinCAT haben wir uns – statt für herkömmliche Achsbaugruppen und CNC-Steuerungen – für eine offene PC-Lösung entschieden. Exakte Positionierung, schnelles Verfahren, ein hohes Datenaufkommen sowie Messaufgaben machen den Einsatz einer PC-basierten Steuerung notwendig. Die komplexen Steuerungsaufgaben wären mit einer konventionellen Steuerung nicht realisierbar gewesen“, so der Steuerungsspezialist. „Der Vorteil der PC-Plattform liegt u. a. darin, dass die Nutzung von Standard-Office-Dateien wie Excel und die Einbindung von ActiveX-Komponenten möglich ist,“ erklärt Blomberg und fährt fort: „Messwerte können in einer Datenbank abgelegt und später via Ethernet auf einem Netzwerkdrucker ausgedruckt werden. Abgesehen von diesen positiven Effekten ist die Softwarelösung deutlich kostengünstiger als eine vergleichbare Lösung mit Hardwarebaugruppen. Auch bezüglich der Fernwartung stellt der PC die deutlich bessere Alternative dar.“

Einfache Rezeptverwaltung via Excel-Tabelle

Auch in puncto Rezeptverwaltung sind die Vorteile der PC-basierten Steuerungstechnik unübersehbar. Alle Rezeptparameter, einschließlich der NC- und Laserprogramme, werden mittels Excel gehandelt. „Bei dieser Datenmenge ist das die einfachste Form des Handlings“, erklärt Blomberg die Wahl des Tabellenprogramms. „Außerdem sind für die Rezepterstellung keine Programmierkenntnisse erforderlich“, ergänzt er die Vorteile. Das Excel-File enthält Angaben zum Bauteil (Stahlgittertyp), z. B. Größe, Anzahl der Schweißpunkte, Abstand der Stege sowie eventuelle Aussparungen und die Ablaufbeschreibung der Schweißreihenfolge mit den Parametern für die jeweilige Schweißung. Weiter sind in dem Dokument das NC-Programm, das Laser- sowie das Bildverarbeitungsprogramm mit den entsprechenden Parametern hinterlegt. „Die Excel-Daten werden in die entsprechende SPS-Datenstruktur eingelesen. Pro Bauteil wird von der SPS ein Daten-File mit Rezept- und Prozessparametern angelegt, auf das auch das übergeordnete Anlagen-Managementsystem zugreift“, erläutert der Rohwedder-Mann den Ablauf. „Die Rezepterstellung und das Abfahren der verschiedenen Bauteile wurden mit dem Kunden abgestimmt und von ihm, mittels TwinCAT ScopeView, simuliert. Dadurch konnten im Vorfeld Fehler erkannt und behoben sowie eine entsprechende Prozessoptimierung durchgeführt werden.“

Simulation spart Zeit bei Inbetriebnahme

Die Vorteile, speziell von TwinCAT, sieht Blomberg im einfachen und komfortablen Umgang, vor allem aber auch in der schnellen Installation auf dem Rechner. „In einer halben Stunde haben wir den PC in eine Echtzeit-SPS und ein Motion-Control-System verwandelt. Gut gefällt uns dabei außerdem die Hardware-Unabhängigkeit – theoretisch können wir jeden beliebigen PC als Plattform für das Softwaresystem verwenden“, betont der Steuerungsfachmann und fährt fort: „Auch die Möglichkeiten zur Simulation bieten große Vorteile.“ So konnte die Anlage bereits im Vorfeld komplett am PC nachgestellt werden. Das spart Zeit und böse Überraschungen bei der Inbetriebnahme vor Ort. Zudem wird bei TwinCAT durch



Der 19-Zoll-Einschub-PC von Beckhoff fungiert als Steuerungs-PC, auf dem die Automatisierungssoftware TwinCAT NC I abläuft.



Peter Blomberg ist Leiter der Steuerungstechnik bei der Rohwedder AG in Bermatingen



die SPS-Programmierung nach IEC 61131-3 Invest gesichert: „Wir schätzen diese Offenheit, die für uns gleichzeitig einen Investitionsschutz darstellt“, so Blomberg.

Mit TwinCAT NC I haben sich die Bermatinger Ingenieure für eine Motion-Control-Lösung mit Achseninterpolation in 3D entschieden. „Als eine Anforderung an die NC gab ANF eine 3-Achs-Interpolation mit Leistungssteuerung der Laserenergie vor. Das bedeutet, dass z. B. von Position 4 mm bis 18 mm die Leistung von 50 % auf 60 % regelbar sein muss. Außerdem sollte bei Standardgittern die Positionierung der Linearachsen in weniger als 300 ms erfolgen können, was einem Fahrweg von 12 mm entspricht“, zitiert der Leiter Steuerungstechnik aus dem Lastenheft. „Mit TwinCAT NC I bietet Beckhoff hier nicht nur eine besonders präzise und schnelle Lösung an, sondern auch die Kosten für die softwarebasierte Bahnsteuerung sind positiv hervorzuheben.“

TwinCAT und SERCOS bilden schnelle und hochdynamische Einheit

Insgesamt verfügt die Anlage über zwölf hochdynamische, wassergekühlte Linearantriebe, die über TwinCAT NC I geregelt werden. In Kombination mit SERCOS als Antriebsbus ergibt sich ein hochdynamisches Antriebssystem, bei dem mehrere Achsen zeitsynchron ins Ziel gefahren werden. „Hohe Datenübertragungsraten und kurze Zykluszeiten bei gleichzeitiger Störsicherheit sind Argumente pro SERCOS“, weiß der Steuerungsspezialist. „In unserem Fall, in dem hohe Geschwindigkeiten eine wesentliche Rolle spielen, ist natürlich auch ein schneller und reibungsloser Datenaustausch zwischen Motor und Steuerung wichtig.“ Auch dahingehend fand Rohwedder bei Beckhoff mit den PC-Feldbuskarten die passende Lösung. „Wir setzen entsprechende Karten für die Bussysteme PROFIBUS (FC3101) und SERCOS (FC7501) ein, die speziell für schnelle Steuerungen und Echtzeitaufgaben, wie Antriebslageregelung, entwickelt wurden und die optimale Abrundung von TwinCAT darstellen“, erläutert Blomberg.

Auf der I/O-Ebene kommen sowohl Beckhoff Busklemmen in Schutzart IP 20 sowie die Feldbus-Box-Module in Schutzart IP 67 mit PROFIBUS-Interface zum Ein-

satz. Entscheidungskriterien für die IP-67-Module waren u. a. die kompakte und robuste Bauform sowie die modulare Erweiterbarkeit durch weitere Baugruppen über das IP-Link-System. Die Anbindung an das PROFIBUS-Netz erfolgt über die Koppler Box (IL2301-B318). Weitere I/Os – vorwiegend digitale – sind über Erweiterungs-Box-Module integriert. Die Koppler Box sammelt die I/O-Daten über die störsichere IP-Link-Lichtleiterverbindung von den Erweiterungsmodulen ein und kommuniziert mit der übergeordneten Steuerung.

Anforderungen mit Bravour gemeistert

Als Anlagen-Managementsystem setzt Rohwedder auf sein eigenes Produkt AMS XP, das der zentralen Überwachung und Verwaltung des Prozesses dient. „AMS ist neben der Prozessvisualisierung auch für die Prozessdatenarchivierung, die Auftrags- und Typenverwaltung sowie die Statistikauswertung zuständig. Besonders erwähnenswert ist dabei das Traceability-Tool, das im Zeitalter der Rückverfolgbarkeit immer wichtiger wird“, weiß Blomberg. „Jede Wartung oder auch Nicht-Wartung wird dokumentiert. Aufgetretene Fehler, Nacharbeiten, genauso wie Hersteller bzw. Lieferanten der zugelieferten Produkte usw. sind im Programm hinterlegt. Damit lassen sich, im Fall eines späteren Schadens, beim Endanwender schnell Rückschlüsse auf den Verursacher ziehen.“

Insgesamt haben die Rohwedder-Maschinenbau-Spezialisten bei diesem Projekt einmal mehr ihre Kompetenz auf dem Gebiet anspruchsvoller Individuallösungen unter Beweis gestellt. „Auch hier hat sich unsere Strategie, auf bekannte und bewährte Automatisierungstechnik zu setzen, bewährt. Nicht zuletzt dadurch ist es uns gelungen, eine qualitativ hochwertige und zuverlässige Anlage für höchste Ansprüche im Kernenergiebereich zu realisieren. Wir sind stolz, die an uns von ANF gestellten Anforderungen mit Bravour gemeistert zu haben“, so das Fazit von Steuerungsfachmann Blomberg.

→ Rohwedder AG www.rohwedder.de

Die Rohwedder AG

Die in Bermatingen ansässige Rohwedder AG ist Anbieter komplexer Systemlösungen in den Technologiesegmenten Montage- und Mikromontage-technik, Elektronikproduktion sowie Plasma-, Solar- und Vakuumbeschichtungstechnik. Abgerundet wird das Technikportfolio durch die komplementären Technologien Handhabungs-, Bildverarbeitungs-, Roboter- und Fertigungstechnik. Rohwedder-Kunden finden sich in fast allen Bereichen der Industrie. Im abgelaufenen Geschäftsjahr 2003 erwirtschaftete der Konzern mit seinen ca. 750 Mitarbeitern Umsatzerlöse von rund 124,1 Mio. Euro. Das entspricht einem Wachstum gegenüber dem Vorjahr um 17,5 %. Das operative Ergebnis lag bei 4,6 Mio. Euro, das Nettoergebnis bei 1,5 Mio. Euro. „Die Automatisierungstechnik ist nach wie vor ein Wachstumsmarkt“, ist sich Vorstandsvorsitzender Joachim Rohwedder sicher. „Nachdem der Rohwedder-Konzern ja über Jahre kräftig expandiert hat, befinden wir uns nun in einer Konsolidierungsphase, die wir 2004 abschließen wollen“, so der Konzernchef weiter. Die Branche Robotik und Automation wird nach einer Prognose des VDMA in 2004 um weitere fünf Prozent zulegen. Der Umsatz soll bis zu diesem Zeitpunkt knapp die 7-Mrd.-Euro-Marke erreichen.

Veröffentlichung aus open automation 05/2004, VDE-Verlag, www.vde-verlag.de

Auf der I/O-Ebene kommen sowohl Beckhoff Busklemmen in Schutzart IP 20 sowie die Feldbus-Box-Module in Schutzart IP 67 mit PROFIBUS-Interface zum Einsatz.

