

Vollautomatisch Auftragschweißen

Eine Schweißanlage zur Instandsetzung riesiger Kettenglieder für Schaufelradbagger setzt technologisch und wirtschaftlich Maßstäbe. In der High-Tech-Zelle vom Anlagenhersteller mz-robolab zeigt ein Stäubli Sechssachser des Typs RX160 sein zweites Gesicht. Der Sechssachser, dessen Stärken man bislang eher außerhalb der Schweißwelt schätzte, erweist sich nun gerade beim Auftragschweißen unter härtesten Einsatzbedingungen als Volltreffer.

Der Braunkohletagebau hat seine eigenen Dimensionen: Die von RWE im Rheinland eingesetzten Schaufelradbagger sind die größten fahrbaren Fördergeräte der Welt, bis zu 94 m hoch und 14.400 Tonnen schwer – das entspricht in etwa 10.000 VW Golf. So ein Bagger bewegt sich nicht auf Reifen vorwärts, sondern mit zwölf riesigen Raupenfahrwerken mit insgesamt 750 Bodenplatten – überdimensionale Kettenglieder, von denen jedes einzelne rund 1,5 Tonnen wiegt.

Die enormen Belastungen führen gerade im Fahrwerksbereich zu Verschleiß, durch den allein im Rheinischen Braunkohlerevier von RWE pro Jahr über 5.000 dieser Bodenplatten ausgetauscht werden müssen. Nachdem die Neufertigung einer Bodenplatte mehr als das Dreifache einer Instandsetzung kostet und bei einer verschlissenen Bodenplatte nur etwa 20 Kilogramm Material fehlen, konnte das Ziel nur heißen, durch geeignete Auftragverfahren die Verschrottung zu vermeiden.

Wie Tilo Faßbender vom Technikzentrum Tagebaue der RWE Power AG erklärt, vergingen von der ersten Idee einer Roboterschweißanlage bis zur Umsetzung viele Jahre, denn das angestrebte vollautomatische Auftragschweißen erwies sich als überaus komplex. Seit kurzem verfügt RWE über eine gemeinsam mit den Roboter- und Steuerungsprofis von Stäubli, mz-robolab und Mabotic entwickelte Lösung, die das Auftragschweißen in Perfektion beherrscht: Der Materialverschleiß an der Bohrung und dem Höcker der Schake – der Hauptkomponente der Bodenplatte – wird vollautomatisch ermittelt und mit einem Stäubli RX160 Roboter im Plasma-Pulver-Prozess aufgeschweißt.

„Wir reden hier nicht über eine einfache Schweißanwendung. Bei unserer Applikation sind Roboter und Steuerungstechnik bis an die Grenzen des derzeit Machbaren gefordert. Nach unserer Überzeugung sind nur ganz wenige Roboter- und Anlagenhersteller in der Lage, eine so komplexe Anwendung zu beherrschen. Der Stäubli Roboter hat sich hier als technologisch führend herausgestellt und versieht seinen Dienst unter den harten Produktionsbedingungen im Technikzentrum klaglos“, so Tilo Fassbender.

Die High-Tech-Lösung im Detail

Der Arbeitsablauf in der Zelle sieht folgendermaßen aus: Die Bestückung erfolgt über den Hallenkran, der den Drehtisch der Anlage mit der Schake belädt. Nach dem Spannen und dem Aufsprühen einer Kontrastfarbe für die bessere Erkennung der Kontur startet der Bediener das entsprechende Programm.

Der Roboter nimmt den ersten Lasersensor auf und vermisst bahngesteuert zuerst die Höckerbereiche. Die Schwierigkeit dabei ist die Koordination von Scanner und Roboter. Denn bei der Lasermessung muss der Rechner von Mabotic absolut zeitgleich die Messdaten vom Laserscanner und die aktuelle Position vom Roboter erhalten. Aus der zweidimensionalen Lasermessung entstehen zusammen mit der Bahnbewegung des Roboters die 3D-Daten der Ist-Kontur der verschlissenen Bodenplatte. „Alle Daten“, erklärt Ralf Schulte, Geschäftsführender Gesellschafter des Systemintegrators mz robolab, „müssen in Echtzeit verarbeitet werden. Das war für die meisten Roboter-Hersteller bereits ein K.O-Kriterium. Die Robotersteuerung rcs1 von mz robolab in Verbindung mit der Stäubli Steuerung CS8C erwies sich hier als besonders leistungsfähig und kam mit den außergewöhnlichen Anforderungen zurecht.“

Es folgt ein weiterer technischer Leckerbissen der Anlage: Das System von Mabotic vergleicht nun vollautomatisch die Daten des Lasersensors mit einer CAD-Datei des Originalteils, errechnet das fehlende Volumen und generiert die virtuellen Schweißbahnen, um das verschlissene Material wieder aufzuschweißen. Dies alles mit einer so hohen Präzision, dass an der Oberfläche durchgehende, gleichbleibende Schweißlagen entstehen, die nur um $\pm 1,0$ Millimeter von den Originaldaten abweichen. Für die Höckerflächen reicht diese Genauigkeit aus, eine Nachbearbeitung findet nicht mehr statt. Nur die Bohrungen werden noch auf einem Bohrwerk nachbearbeitet.

Aus den von Mabotic berechneten Schweißbahnen erzeugt dann die robolab-Steuerung rcs1 im nächsten Schritt das eigentliche Roboterprogramm. Parallel zu den Berechnungen legt der Roboter den ersten Laserscanner ab und nimmt den Scanner für die Bohrungen auf. Nach Abschluss der Berechnungen zum Auftragschweißen der Höcker startet die Konturermittlung der Bohrungen. Die Rechenzeit für die Bohrungsbearbeitung nutzt der Stäubli RX160 zum Ablegen des zweiten Sensors und zum Aufnehmen des Plasma-Pulver-Auftragschweißbrenners.

Unter der Regie von mz robolab und dem Konstruktionsbüro Giebeler-Fertigungstechnik wurde für diese Bearbeitung ein 3D-Portal entwickelt und gebaut, das (im Zusammenwirken mit einer Drehachse für die Bodenplatte) dem Stäubli-Roboter das Erreichen aller zu bearbeitenden Flächen auch in diesen Dimensionen ermöglicht und damit die laut technischer Spezifikation erforderliche „Brenner- und Tischneigung“ an jedem Bearbeitungspunkt gewährleistet. Eine Besonderheit ist die 7.Achse als Brenner- und Sensorrotationsachse; als Ergänzung zu dem 3D-Portal ist damit die Auftragschweißung in der für diesen Prozeß notwendigen Wannennlage für einen Radius von 360° in den Bohrungen der Bodenplatte möglich.

Steuerungstechnisch eine echte Herausforderung

Warum für diese Aufgabe nur ein Roboter von Stäubli infrage kommt, erklärt Ralf Schulte so: „Den Stäubli RX160 findet man zwar selten bei Schweißapplikationen, aber eigentlich ist dieser Sechssachser ein hervorragender Schweißroboter. Für die Aufgabenstellung bei RWE war er aus mehreren Gründen nahezu alternativlos: So haben die Roboter von Stäubli gekapselte Motoren, die für das raue Umfeld mit großer Staubentwicklung bestens geeignet sind. Zudem sprachen die extrem hohe Steifigkeit und Wiederholgenauigkeit des Gesamtsystems für Stäubli. Denn für uns würde es keinen Sinn machen, zuerst mit einem Laser extrem genau zu vermessen und dann einen Roboter zu verwenden, der diese Genauigkeit nicht in der Bahn einhalten kann.“ Hier zahlt sich die einzigartige, patentierte und von Stäubli selbst produzierte Antriebstechnik aus, mit dem der RX160 und seine Kollegen eine maximale Steifigkeit und das geringste Umkehrspiel aller Roboter erreichen.

Der wohl wichtigste Grund für den ungewöhnlichen Einsatz des RX160 war aber die Robotersteuerung von mz robolab . Ralf Schulte: „Die im Hause mz robolab entwickelte Steuerung rcs1 ist sehr komplex und bietet uns aufgrund ihrer Offenheit hervorragende Möglichkeiten, wie in diesem Fall die synchrone Ansteuerung des Stäubliroboters mit weiteren sieben Zusatzachsen oder der Einsatz von Sensoren, mit denen die Roboterbahnen in Echtzeit für optimale Schweißergebnisse nachgeführt werden. Unter Nutzung der „alter-Funktion“ der Stäubli-Steuerung konnten wir die Steuerungen so anpassen, dass Messwerte noch schneller erfasst und ausgewertet werden. Dadurch können wir Positionsdaten, die wir zuvor mit unserer Steuerung rcs1 berechnet haben, von außen in Echtzeit in die Stäubli-Steuerung einspielen. Damit lässt sich die vorgegebene Bahn noch genauer und schneller korrigieren. Mit dieser komplexen Aufgabe wäre jede andere Robotersteuerung überfordert.“

Mit der Robotersteuerung rcs1 vom Anlagenentwickler mz robolab ergeben sich für Stäubli-Roboter auch für die Zukunft viele neue anspruchsvolle Einsatzmöglichkeiten im Bereich hoch-komplexer Vielachssysteme, „Roboter als Werkzeugmaschine“ oder sensorgeführter Roboter.

Temperaturempfindlicher Stahl setzt enge Grenzen

Neben dem automatischen Ermitteln und genauen Einhalten der Schweißbahnen ist der zu schweißende Werkstoff die nächste Herausforderung, denn die Bodenplatten bestehen aus einem sehr harten und verschleißbeständigen, aber temperaturempfindlichen Manganhartstahlguss GX120Mn13. Was dies für das Schweißen bedeutet, erklärt Werner Lindenhoven vom Technologiezentrum Tagebaue der RWE: „Wenn für eine gewisse Zeit bestimmte Temperaturwerte überschritten werden, kommt es bei diesem Werkstoff zur Ausscheidung von Carbiden an den Korngrenzen. Die Folge wären Versprödungen, die es tunlichst zu vermeiden gilt, da sie zum Bruch der Schake führen können. Die erlaubte Streckenenergie ist deshalb eng limitiert, was natürlich den Nahtparametern enge Grenzen setzt.“

Der Roboter schweißt mit einer Nahtbreite von acht Millimetern und einer Nahtstärke von zwei Millimetern. Mit diesen Parametern lassen sich etwa 2,5 Kilogramm Material pro Stunde

aufschweißen. Zudem steht beim Schweißen eine möglichst geringe Wärmeeinbringung – Stichwort ‚kalt‘ schweißen – im Fokus. Die Bahnen werden automatisch so generiert, dass der Roboter nie lange an einer Stelle schweißt, sondern immer wieder an eine andere Bearbeitungsstelle springt, damit die Schweißnaht innerhalb eines unkritischen Temperaturbereichs abkühlen kann.

Dass eine derart komplexe Entwicklung ohne größere Probleme erfolgen konnte, und die Anlage seit der Inbetriebnahme klaglos ihren Dienst versieht, hat für Tilo Faßbender einen klar nachvollziehbaren Grund: „Was entscheidend zum Erfolg dieses Projektes beitrug, ist die Kompetenz aller beteiligten Partner. Die Anlage läuft prozesssicher und ist sowohl aus technologischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht ein Volltreffer. Für RWE bringt das vollautomatische Auftragschweißen eine Kostenersparnis von rund drei Millionen Euro jährlich.“

Text: Ralf Högel

