



Ralf Stachelhaus

Vom Blech zum Rad

Bei den Hayes-Lemmerz-Werken in Königswinter ist in den letzten zwei Jahren die modernste Räderproduktion der Welt entstanden. Die Automatisierung der verketteten, 200 Meter langen Produktionslinie erfolgte auf Basis einer PC-Plattform, welche SPS und Motion Control auf einem Single-CPU-System integriert und damit die programmtechnisch aufwendige Kommunikation zwischen mehreren Steuerungs-CPU's vermeidet.

Der Weg vom Blech zum Rad ist lang und folgt einer Vielzahl von Fertigungsschritten: Zunächst werden Radschüssel und Felge in separaten Produktionsprozessen hergestellt und anschließend in einer Montagelinie zu einem fertigen Rad verschweißt. Die Fertigung der Radschüssel aus Bandmaterial erfolgt im Tiefziehverfahren mit einer Stufenpresse (Formgebung und Stanzen), die zugehörige Felge entsteht in der Felgenstrasse. Aus-

gangsprodukt ist auch hier ein Blechcoil. Der Coil wird abgerollt, auf Länge geschnitten, anschließend vorgebogen (Rundbiegen) und zu einem Rundblech zusammengeschweißt. Das typische Felgenprofil erhält dieses Rundblech an den anschließenden Walzgerüsten. In der nachfolgenden Montagelinie wird die Schüssel schließlich in die Felge gepresst, geschweißt, geprüft und anschließend der Tauchgrundierung zugeführt.

Alle sechs Sekunden entsteht auf diese Weise ein neues Rad. Was sich

hier relativ einfach anhört, ist in Wirklichkeit die Integration unterschiedlichster Prozesstechniken und deren Verkettung zu einer etwa 200 Meter langen Produktionslinie. Die komplexe Regelung beginnt beim Schweißen des Rundblechs in der Felgenstraße. Dieser Vorgang ist technologisch sehr anspruchsvoll und besteht aus zwei Fertigungsschritten: Zunächst werden die beiden Enden des rundgebogenen Bleches per Hydraulik-Achse zusammengeführt, bis sie in Kontakt sind. Auf die Kontaktierung folgt ein

Ralf Stachelhaus

ist Leiter der Beckhoff-Niederlassung Rhein-Ruhr.

Erwärmungsprozess der Blech-Enden über einen geregelten Stromfluss; anschließend geht der Erwärmungsprozess in den Schweißprozess über, wobei während des Schweißens das Material nachgeführt, sprich gestaucht wird. Neben dem Strom gilt es dabei auch den Druck und die Position der beteiligten Hydraulik-Achsen zu überwachen.

Insgesamt korrelieren hier also mehrere Verfahren: Die Druck- und die Lageregelung für die Stauchung des Bleches und die Stromregelung des Schweißstroms. Bisher wurde zur Realisierung dieses Prozesses eine proprietäre Schweißsteuerung sowie ein PC-basiertes System für Erzeugung, Verwaltung und Download der Schweißprogramme sowie der Sollwertgenerierung verwendet. Bei Hayes-Lemmerz hingegen hat der Hersteller der Felgenstrasse, die holländische Firma Fontijne, beides nun erstmalig auf Basis einer durchgängigen PC-Lösung, der Twincat-Steuerung von Beckhoff, vereinigt.

Der Rohling erhält Profil

Auch der nächste Fertigungsschritt, die Profilierung des Felgenrohlings

in drei aufeinanderfolgenden Walzgerüsten, ist prozesstechnisch anspruchsvoller, als es auf den ersten Blick aussieht. Der Ablauf im Detail: Nachdem der Rohling taktweise in die Walzgerüste transportiert wurde, entsteht dort das Profil, indem die obere und untere Walze geregelt zufahren. Dabei wird bei Beginn des jeweiligen Arbeitsschrittes die Umfangsgeschwindigkeit der beiden Walzen auf den mittleren Radius des Felgenrohlings eingestellt. Nachdem der Kraftschluss zwischen beiden Walzen über das Felgenblech hergestellt ist, erfolgt eine Umstellung auf Momentenregelung. Auch für diese technologische Regelung ist hohe Rechenleistung und deterministische Bearbeitung in möglichst kurzen Zyklen erforderlich – beides Anforderungen, denen die PC-Plattform im Vergleich zur Speicherprogrammierbaren Steuerung aufgrund ihrer bis zur fünfzigfachen höheren Rechengeschwindigkeit ideal gerecht wird.

Der letzte Arbeitsgang, die Endmontage von Radschüssel und Felge, ist nicht weniger komplex. Ein Roboter positioniert die Radschüssel vor ein Kamerasystem, welches die



Überblick über die 200 Meter lange Hayes-Lemmerz-Felgenstraße, bestehend aus den Einheiten Haspel, Schweißen und Profilieren.



Die Stationen im Detail: An der Haspelmaschine (Bild oben) wird das Blechcoil für die Felge abgerollt, auf Länge geschnitten und anschließend vorgebogen (Rundbiegen) und zu einem Rundblech zusammengeschweißt. Im Anschluss an die Profilierung der Felgen (Bild mitte) wird schließlich an der Montagemaschine die Radschüssel in die Felge eingelegt (Bild unten).



Der Anwender

Die Hayes-Lemmerz AG, weltgrößter Produzent von Automobilrädern, entstand 1997 durch die Fusion des nordamerikanischen Anbieters Hayes und des in Königswinter ansässigen Familienunternehmens Lemmerz. Beide Unternehmen galten bereits vor der Fusion als Marktführer in ihrem Heimatland und blicken auf eine lange Historie zurück: Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wurden bei Hayes in Nordamerika Räder für das legendäre Modell Ford T gefertigt; die Räderproduktion bei Lemmerz wurde nach dem ersten Weltkrieg gegründet. Das deutsch-amerikanische Gemeinschaftsunternehmen beliefert heute die komplette Automobilindustrie von Mercedes bis Plymouth. Produkte sind in erster Linie Stahlräder für PKW und LKW, die Jahresproduktion beträgt gegenwärtig zehn Millionen Räder.

Drehlage erfasst. Anschließend legt er die Radschüssel in eine auf zwei Hubbalken positionierte Felge. Die Hubbalken sind für den Transport der Räder von einer Bearbeitungsstation zur anderen verantwortlich. Auf jeder Seite des Hubbalkens sitzt ein Greifer, der das Rad spannt. Packen die Greifer zu, so entsteht über das fixierte Rad ein Kraftschluss der beiden Balken. Beim Transport gilt es, diese Balken hochgenau zu synchronisieren, da sonst mechanische Beschädigungen auftreten können. Über die Twincat-Steuerung erfolgt diese Synchronisation elektronisch über eine lineare Master-Slave-Kopplung der beiden Antriebsachsen der Balken; in der bisherigen Produktionslinie erfolgte die Synchronisation mechanisch.

Vier Brennerköpfe schweißen gleichzeitig

In der Presse angekommen, wird schließlich die Radschüssel in die Felge eingepresst, so dass eine stabile Verbindung entsteht. Was nun noch fehlt, ist das Verschweißen der verpressten Radschüssel mit der Felge in den nachfolgenden Schweißstationen. Konkret werden hier vier Schweißnähte jeweils gleichzeitig gezogen, dafür sind vier Brennerköpfe pro Station symmetrisch angeordnet. Abhängig von der Höhe des Lappens der Radschüssel erfolgt jeweils eine Anpassung der Höhe der Brennerköpfe. Jeder Brenner kann hierzu einzeln feinjustiert werden, das heißt, es existiert eine Achse für die vertikale Positionierung, eine für die Po-



sitionierung in radialer Richtung, eine Achse pro Station zum Anheben des Rades (Positionierung des Rades unter den Brennerköpfen) sowie eine Rotationsachse zum Drehen des Rades während des Schweißvorgangs. An den komplexen Steuerungs- und Regelungsaufgaben jeder einzelnen Station wird deutlich, welchen Anforderungen eine PC-basierte Automatisierungslösung für die Gesamtanlage mit einem Maschinentakt von sechs Sekunden mit nur einer CPU gerecht werden muss. Insgesamt verfügt die komplette Fertigungsstraße über 57 Servoachsen, davon 42 synchronisierte, hochdynamische Achsen; der Rest sind reine asynchrone Zustellachsen. Die Servoachsen sowie weitere 1500 digitale und analoge E/As dieser Maschine verrichten an einer einzigen Soft-SPS- und NC-Steuerung ihren Dienst. Der Zyklus des Lagereglers für alle 57 Servoachsen beträgt 3 ms und sorgt für eine Echtzeit-Auslastung der Steuerung von lediglich 50 %. Insgesamt verwaltet die Steuerung einen E/A-Adressraum von mehreren tausend Byte.

Visualisierung in Eigenregie

Die Visualisierung der Montagemaschine erfolgt auf einem weiteren Industrie-PC, der via

Ethernet mit der TwinCAT-Steuerung vernetzt ist. Die Visualisierung wurde von Hayes-Lemmerz in Eigenregie erstellt, da die am Markt verfügbaren und meist von der Verfahrenstechnik geprägten Visualisierungsprodukte die maschinenbaulichen Anforderungen des Räderproduzenten nicht optimal erfüllen

konnten. Zur Erstellung der Lösung wurden unter anderem die DXF-Dateien der Konstruktionszeichnungen verwendet und um entsprechende Zustandsanzeigen ergänzt.

Neben der optimalen Anpassung an die speziellen Anforderungen der Räderproduktion bietet die Visual-



Der Industrie-PC mit integrierter Software SPS- und NC-Steuerung befindet sich an der Montagemaschine.



Zugriff auf Daten innerhalb des Hausnetzwerkes zur Anbindung an MDE oder BDE oder auch zur Fernwartung gestaltet sich damit sehr einfach. Weil man an dieser Stelle die gleiche Sprache verwendet wie die restliche Standard-EDV, konnte

technisch aufwendige und wenig leistungsfähige Kommunikation zwischen mehreren SPS-CPU's zu vermeiden.

Ein Programmierer für SPS, Motion Control und Regelung

Neben der einfachen Handhabung ist Michael Glos von den Vorteilen der zentralen Datenhaltung einer Antriebslösung mit zentraler Intelligenz und Integration in das SPS-Programmierersystem überzeugt: „Im Normalfall würde ich für die SPS, die Antriebstechnik und die technologischen Regelungen jeweils einen Spezialisten benötigen; mit Hilfe der integrierten Systemplattform der Twincat-Steuerung ist für die gesamte Projektierung und Programmierung der Anlage nur ein einziger Programmierer nötig.“

Gerechnet hat sich die zentrale Antriebsintelligenz auch auf der Kostenseite. Bei einer dezentralen Lösung wären pro Antriebsregler etwa 500 Euro für integrierte Technologiearten angefallen – bei 57 Achsen respektive 57 Reglern also auch 57 Technologiearten. Zusätzlich wäre ein weiteres Bussystem für die Synchronisierung erforderlich gewesen. Der in der Anlage eingesetzte Lichtwellenleiter-Bus hingegen ist leistungsfähig genug, um im Takt des zentralen Lagereglers die Echtzeit-Daten (Sollwerte und aktuelle Positionswerte der Antriebe) zyklisch und deterministisch vom und zum zentralen Lageregler der Twincat-PTP-Positionierung zu übertragen. Somit entfallen weitere Hardwarekosten, gleichzeitig vereinfacht sich die Handhabung durch Verwendung möglichst weniger Systeme.

gh

Basis-Lösung für Hayes-Lemmerz den Vorteil, dass keine Lizenzkosten anfallen. Die Pflege und Wartung kann problemlos mit dem eigenen Team durchgeführt werden.

Hayes-Lemmerz hier zudem auf Fachkompetenz der entsprechenden Abteilungen im eigenen Hause zurückgreifen.

Aus der Sicht von Michael Glos, Leiter der Elektrokonstruktion, ist die integrierte SPS- und Positioniersteuerung auf der PC-Plattform für die Räderproduktion die optimale Lösung beziehungsweise sie ermöglicht es erst, eine solche Anlage mit ihren enorm großen Prozessabildern und den extrem hohen Anforderungen an die Rechenleistung für SPS und Motion Control mit einem Single-CPU-System zu automatisieren und damit programm-

Vernetzung frei Haus

Was die Vernetzungs- und Kommunikationsmöglichkeiten der Fertigungslinie betrifft, so wurde diese von Hause aus durch die PC-Steuerungsplattform mitgeliefert. Auch bei der internen Gerätekommunikation, beispielsweise zwischen Twincat-SPS und Visualisierung, kommen Standardschnittstellen wie ActiveX oder OPC zum Einsatz. Der

Die Automatisierungstechnik auf einen Blick

Für die Automatisierung der kompletten Räder-Fertigungslinie sind folgende Komponenten im Einsatz:

Hardware

- 16 Schaltschrank-PCs C6140 (Pentium III, 850 MHz) für Schweißvorgang, Montage, ...
- 12 Control Panel als Bedien- und Anzeige-Elemente

Feldbuskommunikation

- 20 Lightbus-PC-Karten (FC2001/2)

- Busklemmen als I/O-System
- 120 Lightbus-Buskoppler BK2000
- 5000 digitale, 1000 analoge Busklemmen

Software

- Twincat PLC (Zykluszeit 9 ms)
- Twincat NC (Zykluszeit 3 ms bei maximal 57 Servoachsen an einer Steuerung)

Visualisierung

- Visual Basis, Anbindung via Twincat OPC