Hydroforming integriert in vollautomatischer Fertigungszelle

AVM Engineering AG
Report Nr. 22 | August 2019

Engineering Report

Kunde

Rohrbogen AG
Wasenstrasse 13
4133 Pratteln
www.rohrbogen.ch

Projekt

Die Rohrbogen AG wurde 1936 durch Hans Schaffner gegründet. Der visionäre Gründer hatte zuvor eine spezielle Lizenz erworben. Diese erlaubte es ihm, in der Schweiz nahtlose Rohrbogen im Kaltbiegeverfahren herzustellen. Das Rohrbogengeschäft war von Anfang an ein Erfolg. Bereits im ersten Betriebsjahr umfasste die Belegschaft 14 Mitarbeitende. Heute beschäftigt die Rohrbogen AG über 90 Mitarbeiter-/innen im In- und Ausland.

Folgende Dienstleistungen durfte AVM Engineering AG für Rohrbogen AG umsetzen:

- **Elektro Hardware Engineering**
- **Elektroschema**
- **SW Konzept**
- **Treiber Implementation**
- **Sicherheitsapplikation**
- **Visualisierung**
- **Inbetriebnahme**
- **Schulung**
- **Support**

Das Umformen von Rohren auf spezielle Formen oder sehr genaue Masse passiert mit Hilfe des Hydroformings. Dieses Verfahren nutzt die Eigenschaft der gleichmässigen Verteilung des Drucks in einem flüssigen Medium, um Rohre von innen zu verformen. Um die gewünschte Form zu erhalten, wird das Rohr hierfür in eine Presse gelegt, welche von aussen die endgültige Form vorgibt.

Hydroforming

Kernstücke des Hydroformings ist zum einen der Druckaufbau des Fluids, welcher je nach Bauteil stufenweise auf- und abgebaut werden muss. Es werden dabei Drücke bis zu 3000 bar erreicht. Zum anderen die sogenannten Dichtzapfen, welche beim Vorgang je nach Verdrängung des Materials nachfahren müssen, um die Rohre stets dicht zu halten. Vorteile dieser Formgebung sind das Herstellen komplizierter Rohrformen, hohe Form- und Masshaltigkeit und das Einsparen von Schweissnähten.

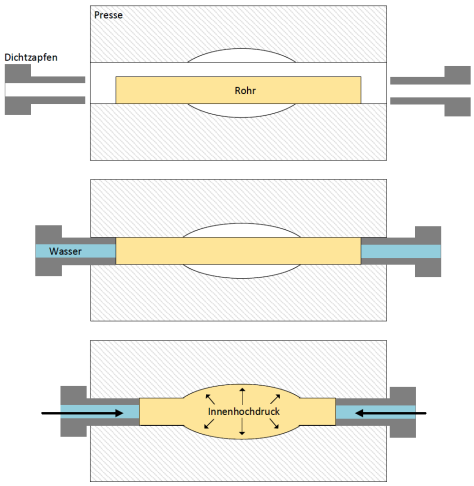


Abb. 1: Erklärung Dichtzapfen

Ausgangslage und Projektetappen

Das Projekt wurde in drei Etappen unterteilt, bei denen zuerst die Hydromaschine, zuständig für das Hydroforming, umgesetzt wurde. Danach wurde das Rohrmagazin zu Beginn der Fertigungszelle in Betrieb genommen, welche die Anlage mit neuen Rohren versorgt. Erst zum Schluss kam die Inbetriebnahme der weiteren Maschinen, bis hin zur vollautomatischen Fertigungszelle mit insgesamt 3 Robotern sowie Biege-, Rollier- und Markierstationen bis in die Palettenausgabe. Die Hydromaschine und das Rohrmagazin sind dabei komplette Neuentwicklungen von Seiten Mechanik und Software.

Abb. 2: Beispiel gebogenes Rohr

Etappe 1:
Die Hydromaschine besteht aus einer Presse mit einer Presskraft von maximal 10'000 kN, die als Gegenkraft zum Innenhochdruck und zur Formvorgabe benötigt wird. Neben der Presse braucht es eine Fluidkonditionierung, die das Wasser auf die maximalen 3000 bar aufbereitet. Das Wasser wird über einen Druckübersetzer, welcher auf der Primärseite mittels Hydraulikpumpen betrieben wird, auf diese hohen Drücke übersetzt.
Zuletzt kommen noch zwei separate Hydraulikzylinder zum Einsatz, die zur Abdichtung der Form gebraucht werden. Um eine möglichst genaue Abdichtung zu erreichen, sind die Hydraulikzylinder über ein Messsystem rückgeführt und werden im Zehntel Millimeter Bereich verfahren.

Etappe 2:
Ein weiterer Baustein der Fertigungszelle ist das Rohrmagazin, welches die Rohre für die Anlage bereitstellt und ausrichtet. Beim Ausrichten geht es vorallem darum, dass sich die Schweissnaht der Rohre immer an derselben Stelle befinden. Liegt die Naht beispielsweise in der Richtung der grössten Ausdehnung, besteht die Gefahr, dass das Rohr beim Hydroforming genau an dieser Stelle aufplatzt.

Hydroforming integriert in vollautomatischer Fertigungszelle

AVM Engineering AG
Report Nr. 22 | August 2019

Etappe 3:
Die letzte Etappe stand im Zeichen der Inbetriebnahme der ganzen Fertigungszelle inklusive der Roboter und Drittmaschinen. Im Vollausbau wird ein Rohr als erstes ausgerichtet (Rohrmagazin), gebogen (Biegemaschine), die Enden zurechtgeschnitten (Rolliermaschine), umgeformt (Hydromaschine) und zuletzt noch markiert (Markierstation). Das Ganze muss entsprechend über einen Sicherheitszaun abgesichert werden.

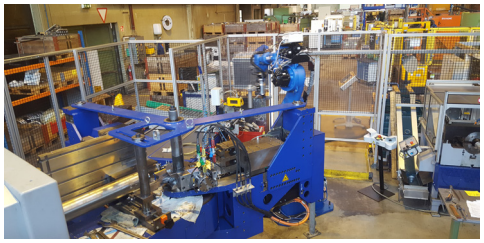


Abb. 3: Produktionsanlage

Hardware
Die Anlage wurde in eine Master- und mehrere dezentrale Steuerungen aufgeteilt. Jede Maschine hat ihre eigene Steuerung, welche über eine standardisierte Schnittstelle mit der Mastersteuerung kommuniziert. Diese empfängt und gibt die Signale zwischen den verschiedenen Maschinen weiter. Die Sicherheitssteuerung für die Fertigungszelle befindet sich in der Master- sowie ein Teil in der Hydromaschinensteuerung. Bei beiden Steuerungen wird eine Siemens S7-1515F-2 PN eingesetzt. Für das Rohrmagazin wurde eine leistungsschwächere S7-1214FC gewählt. Zwischen der Mastersteuerung und der Hydromaschine wurde zudem per sicherer Kommunikation eine Schnittstelle umgesetzt (Safety over ProfiNET mittels I-Device).

Für die Visualisierung kamen zwei 18“ Touchscreens zum Einsatz, die über zwei B&R IPC angebunden wurden. Als Visualisierungssoftware wurde zenon von Copadata ausgewählt.

Die Regelung der sogenannten Dichtzapfen werden mittels Bosch Rexroth VT-HMC Regler angesteuert.

Beim Rohrmagazin wurde zudem eine Schweissnaht-Erkennung der Firma Roland Electronic eingesetzt. Mittels einem magnetischen Streuflusssensor kann die Schweissnaht bei Rohren genau ermittelt werden. Hierfür wird das Rohr als erstes mit zwei Servoachsen an den Sensor befördert und dann mit konstanter Geschwindigkeit gedreht. Über die ProfiNET-Schnittstelle gibt die Steuerung der SPS den Zeitpunkt für das Stoppen bekannt, um die Rohre auszurichten.

Visualisierung
Für die Visualisierung der Anlage wurde zenon 7.50 von Copadata eingesetzt. Auf der Oberfläche können die Betriebszustände aller Teilnehmer über ein Standardinterface, sowie spezifische Daten von den neu entwickelten Maschinen dargestellt werden. Weiter gibt es eine Nachrichten- und Rezeptverwaltung für die Maschinen sowie der ganzen Anlage und ein Langzeitarchiv für das Speichern der Produktionsdaten der letzten Wochen. Die archivierten Produktionsdaten können nachträglich jederzeit eingelesen und begutachtet werden.

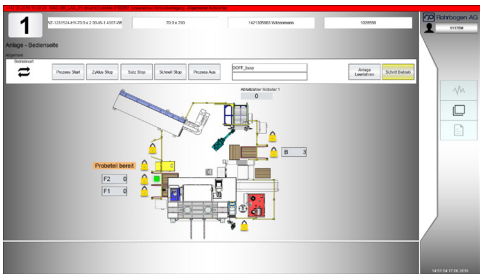


Abb. 4: Visualisierung

Als zusätzliches Visualisierungselement wurde der A-CUBE von AVM eingesetzt. Dieser dient vorallem zur Zustandsanzeige der ganzen Anlage wie zum Beispiel Produktionszähler, Anweisungen an die Bediener oder der Anzeige von aktiven Fehlermeldungen. Es gibt jeweils zwei Anzeigeseiten, welche zyklisch um 90 Grad rotieren, damit die Informationen aus jedem Winkel ersichtlich sind.

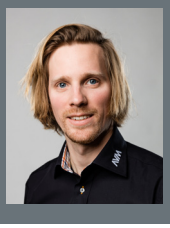
Sicherheitssteuerung
Um die Anlage sicher betreuen zu können, musste eine umfangreiche Sicherheitsbeurteilung erstellt und dazugehörige Massnahmen umgesetzt werden. Bis auf die maschineninternen Sicherheitsmechanismen musste für die ganze Anlage übergeordnet eine Sicherheitssoftware programmiert werden.

Umfang der Sicherheitssoftware ist vorallem die Überwachung des Zauns rund um die Anlage mit allen Türen, Verdecken, Palettenentnahmen und Not-Halt-Tastern. Die Roboter und alle Maschinen müssen von der Mastersteuerung aus sicher gestoppt, wie auch die Signale der Teilnehmer (z.B. Not-Halt), die Anlage sicher abschalten müssen.

Zum Schluss wurde die ganze Anlage umfangreich getestet und über einen externen Dienstleister CE zertifiziert.

Abb. 5: Beispiel A-Cube

Fazit
Wir konnten in diesem Projekt sehr umfangreich unser Know-How auf Seiten der Programmierung, Visualisierung sowie HW-Engineering einsetzen. Dieser Mix macht solche Projekte herausfordernd, jedoch auch extrem spannend. Das Zusammenspiel zwischen Sicherheitssoftware, Robotik, Konzeptionierung, Hydroforming, Interkommunikation zwischen 5 Fremdmaschinen, Anlagensteuerung und Visualisierung ist ein Sammelsurium an interessanten Themengebieten, die in der Automation heute gefordert werden.



AVM Engineering AG
Marcel Twardawa