

# Sekundenschneller Formatwechsel am Querschneider

## – Kollmorgen Automation Suite prägt hohe Dynamik, Präzision und Produktivität bei der vollautomatisierten Papierweiterverarbeitung

Neue Maßstäbe setzte die Jakob Graphic Services GmbH mit ihrem Rollencollator RC-500J für die Weiterverarbeitung von bedrucktem Endlospapier. Die Maschine weist einen bemerkenswert hohen Perfektionsgrad hinsichtlich einer durchgängigen Automatisierung, Präzision in den hochdynamischen Prozessen und extrem vereinfachten Bearbeitungswechsel per Parametrierung am TouchScreen auf. Quasi auf 'Knopfdruck' erfolgen in Sekundenschnelle Formatumstellungen oder Korrekturen am Querschneider. Einen wesentlichen Beitrag zu dieser vollständigen Automatisierungslösung hat die Servotechnologie von Danaher Motion sowie insbesondere der Einsatz der 'Kollmorgen Automation Suite' (KAS) beigesteuert. KAS bietet die visuell- sowie simulationsgestützte Umsetzung einer flexiblen Antriebs- und Steuerungstechnik und reduziert erheblich die Entwicklungs- und Inbetriebnahmezeit.

Die von Jakob Graphic Services GmbH in Pfungstadt im Kundenauftrag entwickelten Weiterverarbeitungsmaschinen wie Collatoren führen die auf sogenannten Schmalbahnrotationsdruckmaschinen (max. 76 cm breit) erzeugten Vorprodukte zusammen. Sie unterziehen Versicherungsformulare, Mailerprodukte mit angeschnittenen Einlegeblättern, Broschüren mit oder ohne Veredlung, Kalender usw. vollautomatischen Bearbeitungsprozessen zum Zusammenfügen, Leimen, Etikettieren, Falzen und insbesondere Schneiden.

Das Hauptanliegen bei Jakob Graphic Services besteht darin, ihren Kunden neben der geforderten hohen Applikationsfunktionalität eine solide Verarbeitung und logische Bedienbarkeit zur Verfügung zu stellen, sowie auch kürzere Rüstzeiten zu ermöglichen. Da die Produktvielfalt der Kunden in der Regel sehr groß ist und ständige Rüst- bzw. Einrichtungszeiten die Effizienz der Maschinen erheblich verringern, war es naheliegend, dass sich die Verantwortlichen im Hause Jakob schon frühzeitig für die moderne Servotechnologie interessierten und diese auch einführten. So bestand die Anforderung, eine Querschneideeinheit zu entwickeln, die ohne Zylinderwechsel unterschiedliche Formate schneiden kann. Vor diesem Hintergrund begann die Zusammenarbeit mit Danaher Motion.



Ohne Zylinderwechsel kann die Querschneideeinheit unterschiedliche Papierformate schneiden. (Quelle: Jakob Graphic Services)

### **Hohe Flexibilität ein Muss für den Jakob-Rollencollator**

Der Rollencollator RC-500 Jumbo ist eine wegweisende Neuentwicklung aus dem Hause Jakob. Endlosformularsätze, Einzelsätze und Mailingprodukte werden in kürzester Zeit gefertigt. Der maximale Rollendurchmesser beträgt 50" und die Rollenbreite kann zwischen 100 und 500 mm variieren. Die zusammengeführten Bahnen können beispielsweise durch Crimpen, Leimen oder Heften weiterverarbeitet werden. Crimpwerkzeuge verbinden die Bahnen untereinander. Nach dem Querschneiden werden mit Hilfe von Beschleunigungsbändern die Nutzen auf ein Schuppenband gefördert. Bei Erreichen einer bestimmten Nutzenzahl werden sie zum Verpacken beispielsweise zu einem Stapel gebildet.

Der Zeitaufwand zum Wechseln von Zylindern und Zahnrädern zur Herstellung unterschiedlicher Formate entfällt, da die Antriebssteuerung des Querschneidezylinders oder des Perforierzylinders wellenlos über Servomotoren erfolgt. Kundenspezifische Formate werden abrufbereit in der frei programmierbaren Steuerung hinterlegt. Die Umstellung der Formate findet zeitgemäß am Touch-Screen statt. Eine Reihe weiterer technischer Features zeichnen den Rollencollator aus. Unter anderem ermöglichen elektronische Strichleimventile einen Klebstoffauftrag in kürzesten Schaltfrequenzen, unterschiedliche Längsschneideeinrichtungen z. B. zur Abtrennung von Randlochstreifen lassen sich realisieren, und je nach Applikation können in dem modularen Anlagenaufbau verschiedenste Zusatzaggregate wie Vorsortierer, Etikettierer, Laser- und Ink-Jet-Systeme, Nummerndruckwerke oder Taschenfalzeinrichtungen integriert werden.

### **Rüstzeiten am Querschneider bieten Optimierungspotenzial**

Als Dreh- und Angelpunkt in ihrem Rollencollator sehen die Entwickler bei Jakob die Querschneideeinheit, welche durch weitere Automatisierungsmaßnahmen die Effektivität und Effizienz der Maschinen merklich steigert. Die Herausforderung besteht darin, dass dieser Zylinder die angelieferten bedruckten Endlosbahnen völlig unabhängig vom Druckformat, in variable Abschnittformate trennt und leicht Korrekturen zulässt. Selbst zwischen einzelnen Abschnitten sollten noch überlagerte Korrekturen eingebracht werden. Dies wird beispielsweise erforderlich, wenn asymmetrische Formate innerhalb einer Abwicklung vorliegen. Konkret wird damit erreicht, dass beispielsweise ein Kalenderblock mit einem Format von 378 mm im Endlosdruck um 50 mm vergrößert gedruckt wird, um im Endlosdruck ein gängiges Zollformat zu nutzen. In der Weiterverarbeitung müssen diese 50 mm mit dem Querschneider abgetrennt werden. Obwohl der Querschneidezylinder z. B. 24" aufweist, muss er elektronisch auf 17" umprogrammiert werden, so dass er in der Lage ist, diese 50 mm abzuschneiden.

Die Korrekturen zwischen den Messern bzw. Schnitten bewirken stets eine Beschleunigung oder eine Verzögerung, doch die Trennschnitte erfolgen immer synchron zur Geschwindigkeit der Papierbahn. Dies bedeutet ein Höchstmaß an Dynamik und damit hohe Produktivität für den Anlagenbetreiber. Man erkannte bei Jakob, dass mit den Möglichkeiten, die die Kollmorgen Automation Suite bietet, software- und hardwaretechnisch die bestehenden und zukünftigen Applikationen optimal unterstützt werden können.

„Ausschlaggebend für diese Entscheidung war die Tatsache, dass über einen einzigen Prozessor die drei Hauptfunktionalitäten Motion Control, SPS und HMI/SCADA – in unserem Fall auf einem Industrie-PC – zur Verfügung stehen. Mit diesem Standardwerkzeug wird kostengünstig ermöglicht, das unternehmensspezifische Know-how einzubringen sowie die jeweilige individuelle Anwendung bedarfsgerecht zu lösen“, erklärt Dipl.-Ing. (FH) *Ulrich Jakob*, Konstruktion und technische Leitung bei der Jakob Graphic Services GmbH und ergänzt: „Hinzu kommt der nicht unerhebliche Aspekt, dass sich die Programmierzeit und Inbetriebnahme merklich reduzieren und die Maschinenleistung steigern lassen.“



Der Rollencollator RC-500 Jumbo fertigt in kurzer Zeit Endlosformularsätze Einzelsätze und Mailingprodukte. (Quelle: Jakob Graphic Services)

### Kollmorgen Automation Suite – skalierbares System mit einheitlicher Entwicklungsumgebung

Kollmorgen Automation Suite (KAS) basiert auf der bewährten, sehr intuitiv handhabbaren „PipeNetwork“-Programmiersprache der weltweit agierenden Unternehmensgruppe Danaher Motion und vervollständigt diese zu einer kompletten Automationslösung. Dabei handelt es sich um ein skalierbares System mit einer einheitlichen Entwicklungsplattform, welche alle drei Hauptfunktionen eines Maschinensteuerungssystems – HMI, SPS und Motion Control – in einer gemeinsamen Entwicklungs- bzw. Softwareumgebung unmittelbar miteinander verbindet. Die integrierten Entwicklungswerkzeuge beinhalten ein komplettes Set an IEC 61131-3-Editor-Programmen (AS, FUP, KOP, ST und AWL) und ein schnelles Compilerprogramm. Diese um vieles vereinfachte Programmierung sowie die komplette Simulation im offline-mode von Motion Control und SPS im Rahmen der Entwicklung und des Debugging reduzieren den Programmier- und Inbetriebnahmeaufwand im erheblichen Maße. KAS läuft unter einem Echtzeitbetriebssystem mit der Anbindung an Windows XPe, so dass gängige Visualisierungssoftwarepakete direkt anzubinden sind.

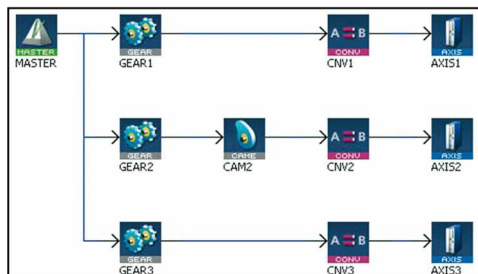
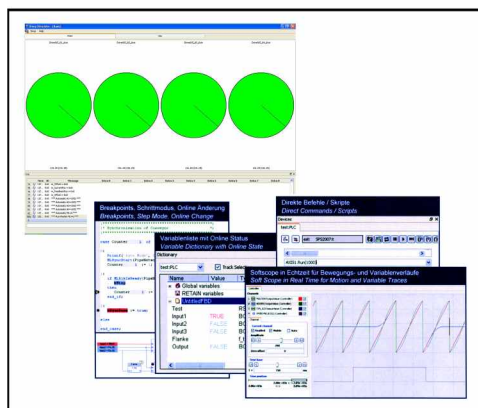


Abbildung des mechanischen Systems nach dem Pipe-Netz-Konzept. Der Hauptantrieb wird durch den virtuellen Master ersetzt und die mechanischen Elemente werden durch logische Blöcke mit gleicher Funktion nachgebildet, so dass eine 1:1-Umsetzung vorliegt. (Quelle: Danaher Motion, Ratingen)

Mit umfassenden Funktionen ermöglicht KAS dem Applikationsingenieur, bereits während der system gestützten visuellen Projektierung die Anwendung schnell, transparent und mit optimaler Leistungsausbeute zu programmieren. Zur Programmierung einer kompletten Maschine reicht es aus, die einzelnen Maschinenfunktionen und mechanischen Abhängigkeiten zwischen den Komponenten mit Hilfe grafischer Beschreibungsblöcke zu definieren. Hierzu steht dem grafischen Pipe-Network-Editor eine umfassende Motion-Bibliothek zur Verfügung. Transformationen übernehmen Funktionen wie Ein-/Auskoppeln, Druckmarkenkorrektur, Getriebe, Kurvenscheibe, Phasenverschiebung, Überlagerung usw. Sämtliche Abläufe innerhalb einer Maschine mit beliebiger Komplexität können sowohl vor der Inbetriebnahme virtuell simuliert – um die richtige Abstimmung zu finden und Fehler zu beseitigen –, als auch in die Steuerung geladen werden.



Mit der Kollmorgen Automation Suite stehen dem Maschinendesigner leistungsstarke Online Tools zur Verfügung. (Quelle: Danaher Motion, Ratingen)

Eine ausführliche KAS-Präsentation im Oktober 2007 war überzeugend, so dass als erstes Projekt die Konzeption eines neuen Rollencollators in Angriff genommen wurde, mit dem Ziel diese Anlage auf der DRUPA 2008 vorzuführen. Hierzu erhielt Danaher Motion den Auftrag zur kompletten Auslegung der Steuerungs- und Antriebstechnik einschließlich einer entsprechenden Programmerstellung mit KAS, wobei das Hauptaugenmerk auf den flexiblen Einsatzes des Querschneidezylinders gerichtet wurde. Noch vor der Präsentation im Mai/Juni auf der DRUPA erhielt die Firma Jakob einen Auftrag zur Auslieferung eines Rollencollators mit einem ähnlichen Anwendungsprofil.

### Motion Control per Excellence via IPC

Der in Auftrag gegebene Rollencollator repräsentiert eine typische Hochgeschwindigkeitsanwendung, dessen 'Herz' die Hauptantriebsachse darstellt, welche für die Maschinengeschwindigkeit und den erzielbaren Durchsatz maßgeblich ist. Die Vorprodukte in Form von Endlospapier werden dem Rollencollator über zehn synchronisierte Vakuum-Saugwalzen, die von geregelten AKM-Servomotoren angetrieben werden, zugeführt.

Die Bahnen mit unterschiedlichen Formaten werden entlang der querlaufenden Verarbeitungslinie zusammengeführt und dem Querschneider mit zwei rotierenden Messern auf der Walze zur Abtrennung zugeführt. Zur Realisierung präziser Schnitte bei voller Bahngeschwindigkeit von 200 m/min dienen zwei Servomotoren. Einer steuert die exakte Ausrichtung der Papierbahn zum Querschneider und ein zweiter Servomotor sorgt dafür, dass die Bahn während das jeweilige Messer 'zuschlägt', unter Spannung und ruckfrei bleibt. In diesem Zusammenhang agieren die im Umfeld des Querschneiders installierten Vakuumentile und bewirken ein synchronisiertes Ansaugen und Abblasen des Materials vor, während und nach dem Schneiden.

Die Anforderungen bzgl. der Maschinenleistung bestehen darin, dass zum einen eine Vielfalt wichtiger Funktionalitäten insbesondere in Bezug auf den Querschneider zur Verfügung stehen, und zum anderen die Papierweiterverarbeitung durch ruckfreie, positionsgenaue und synchronisierte Material- und Werkzeugsteuerung mit höchster Präzision (< 0,1mm) und Dynamik erfolgen. Dies bedingt den Einsatz eines entsprechenden elektronischen Nockenschaltwerks zur positionsabhängigen Einstellung des Querschneiders und der Vakuum-Saugventile, völlig unabhängig von der Bahngeschwindigkeit. Im konkreten Anwendungsfall entfällt eine Druckmarkenregelung zur Schlupfunterdrückung, da die perforierten Bahnen über einen Traktor geführt werden. Doch es besteht durchaus die Option von Seiten des Danaher Motions, falls Papierbahnen ohne Perforierung verarbeitet werden, einen möglichen Versatz mit Hilfe einer Druckmarkenregelung auszuschließen. Diese Regelung erfolgt dann mit einer Genauigkeit von 1 µ über hochauflösende Sensoren.

Die aus diesen Anforderungen der Maschinenkonzeption sowie der zugrunde gelegten kundenspezifischen Vorgaben wie Schnittgeschwindigkeit, Schnittformate, Schnitttoleranzen usw. abgeleiteten Motion-Control-Aufgaben unterteilen sich vornehmlich in:

- Generelle Unterstützung aller Hauptfunktionalitäten der Anlage
- Synchronisation von 13 Achsen
- Ruckfreie Registrierung zur Korrektur der Schnittposition während des Laufs
- Konzeption eines elektronischen Nockenschaltwerks zum Ansaugen und Abblasen des Schnittmaterials

Darüber hinaus war wesentlich, dass mit Hilfe eines Visualisierungssystems (HMI) dem Maschinenbediener völlige Transparenz des Prozessgeschehens vermittelt wird, dass er quasi auf 'Knopfdruck' eingreifen und über Parameter die Maschinendaten auftrags- und situationsabhängig anpassen kann. Er vermag diese in Abhängigkeit von jeweiligen Material und Produkt – z. B. ein Kalender kann bis zu 12 Lagen aufweisen – gezielt über elektronische Nocken variabel einzustellen. Zur Korrektur bei auftretenden Abweichungen gegenüber der anfänglichen Referenzierung jeder Bahn dienen + / - Tasten am Touch-Screen. Allein mit der Realisierung des flexiblen elektronischen Nockenschaltwerks wird ein verbesserter Maschinendurchlauf von mehr als 25 % erzielt.

### **Effektive Projektierung und reduzierter Programmieraufwand mit Pipe-Network**

Ausgehend vom Prinzip der mechanischen Königswelle fungiert diese als physikalischer Master und gibt die Maschinentaktung bzw. Geschwindigkeit vor. Dieses Prinzip wird grafisch mittels einer elektronischen Königswelle, dem virtuellen Master, nachempfunden. Weiterhin werden Getriebe, Kurvenscheiben und Achsen durch logische Funktionsblöcke in ihrer Motion-Verknüpfung dargestellt. Beispielsweise können so verteilte Bewegungssollwerte für mehrere physikalische Achsen vorgegeben werden. Damit entsteht eine einwandfreie 1:1 Abbildung des mechanischen Systems in die logische Objektwelt des Pipe Konzeptes. Die Vorgehensweise im Umgang mit der Pipe-Struktur der Suite gestaltet sich folgendermaßen: Zunächst werden Quellobjekte wie Encoder, diskrete Verlaufswerte und Definitionen sowie Berechnungen von Arbeitszyklen als Input über Sampler, TMP (Trapezoidal Motion Profile)- und PMP (Parabolic Motion Profile)-Generatoren erfasst und an den "Transformation Pipe Block" übergeben. Hierbei generiert z. B. der Sampler aus den eingelesenen Werten einen kontinuierlichen Wertefluss als Input in die Pipe. Im Transformation Pipe Block erfolgt eine Umsetzung der Eingangswerte in entsprechende Ausgangswerte sowie eine Ereignis- bzw. Zustandsdefinition in Abhängigkeit von den Eingangswerten. Dies geschieht mittels diverser linearer und nichtlinearer Transformationen. Hierzu stehen u. a. Funktionsblöcke wie GEAR als elektronisches Getriebe, PHASER zur Phasenschieber, SYNCHRONIZER zur Synchronisation, CAM zur Definition eines Kurvenprofils sowie ein CONVERTER, welcher den ankommenden Wertefluss in die System- bzw. Arbeitseinheiten des jeweiligen Zielobjektes (AXIS Block) konvertiert, zur Verfügung.



*Unterschiedliche Baugrößen der Synchron-Servomotoren AKM von Danaher Motion mit vielen Wicklungsvarianten und optimalen Rückführsystemen bieten eine sehr hohe Flexibilität im Maschinendesign. (Quelle: Danaher Motion, Ratingen)*

Am Ende eines Strangs im „PipeNetwork“ steht ein „AXIS-Block“ und es werden Parameter wie Benutzer orientierte Einheiten und physikalische Achsen definiert. Letztlich steht für das Projekt ein entsprechendes Download fähiges Programm, welches Offline entstanden ist, bereit. Die in Echtzeit berechneten Positionswerte werden zyklisch als Sollposition in den Regelkreis gegeben und die Servoverstärker setzen die digitalen Positionswerte mit den angeschlossenen Servo-Motoren in entsprechende Maschinenbewegungen um.

### **Simulationen reduzieren Inbetriebnahmezeiten und optimieren Maschinenleistungen**

Die eigentliche Programmierung vollzieht sich bereits im Rahmen der Projektierung, d. h. mit der Auswahl der Antriebe, Einbindung dieser Antriebe in den Wertefluss, Beschreibung der Bewegungsabläufe und der Beziehungen der Achsen zueinander. Automatisch entsteht über Programmgeneratoren ein compilierungsfähiger Code in Structured Text (ST) – der PN Code. Damit wurde der mechanische Signalfuss in einen Wertefluss übertragen und die Abbildung entspricht einem Pipe Network, welches in Echtzeit durchlaufen werden kann. Mit sehr leistungsstarken Online-Tools, z. B. mit dem Online-Debugger, besteht die Möglichkeit, im Online-Mode schrittweise Änderungen mit dem Ziel einer Optimierung durchzuführen. Hilfreiche Dienste bietet zudem auch der Software-Oszilloskop mit Zoom, Scan, Skalierung, Signalabgleich, Auflösung u.v.m., z. B. zur Ausgestaltung der Antriebsblöcke (Motions-Blocks) und zur Variablen Überprüfung gemäß IEC 61131.

Der integrierte Simulator zeigt Bewegungsprofile, Achszustände, Phasenverschiebungen etc. und unterstützt insbesondere die Synchronisation der Bewegungsabläufe in einer Mehrachsenanlage. „Im vorliegenden Projekt erfolgten sukzessive partielle Simulationen bestimmter Teilbereich bis hin zu vollständigen Maschinensimulation sowie entsprechender Tests 'mit Masse' zur Überprüfung der gewünschten Funktionalität. Insbesondere konnte durch die verschiedenen Simulationsmöglichkeiten in Echtzeit die Anlage so optimal ausgelegt werden, dass sie mit höchster Leistungsfähigkeit zum Einsatz gebracht werden kann“, berichtet *Hans-Peter Jakob*.



Zur Realisierung der Motion-Control-Aufgaben wurden in dem ausgelieferten Rollencollator voll-digitale Servoverstärker ServoSTAR® S724 sowie S712, AKM-Servomotoren, Remote IO (SERCOS II Motion Bus), ein Industrie-PC mit 15“ Colour Touch-Screen, zenOn® der COPA-DATA GmbH zur Visualisierung sowie Danaher Motion Suite (PLC Control & Motion Control) eingesetzt. Bereits im Juli konnte die Anlage ihrer Bestimmung übergeben werden, es folgten anschließend lediglich geringfügige Updates vor Ort. Weiterhin wurde im Nachgang eine sichere Fernwartung für Diagnose und Support zum Betreiber eingerichtet.

*Digitale Servoverstärker Kollmorgen S700 eignen sich besonders für hochperformante Antriebsaufgaben. (Quelle: Danaher Motion, Ratingen)*

### **Kollmorgen Automation Suite macht Motion Control einfach und flexibel**

„Auch die Einführung der DMS-Fernwartung hat sich sofort bewährt und wird von unseren Kunden sehr geschätzt. Im Rahmen der installierten Fernwartung konnten einige Parameter zusätzlich freigegeben werden, so dass insbesondere im Querschneidbereich weitere Einstellungen vom Maschinenbediener in einfachster Weise am Touch-Screen selbst durchgeführt werden können,“ berichtet Dipl.-Ing. *Ulrich Jakob*. Konkreter Anlass war eine vor Ort entstandene Anforderung, die zuvor noch nicht in das Standardrepertoire aufgenommen wurde. Denn die Bandbreite des Materials ist immens groß, nimmt ständig zu und erfordert in der unterschiedlichen Handhabung eine entsprechende Kombinationsvielfalt in den Anlagenkomponenten, insb. beim Schneiden. Auch in diesem Rahmen hat sich die flexible Leistungsfähigkeit der Kollmorgen Automation Suite bewiesen.

„Mit DMS erzielen wir eine optimale, servotechnische Auslegung für unsere Weiterverarbeitungsmaschinen, so dass sie mit hoher Performance voll den Ansprüchen unserer Kunden gerecht werden. Die erzielten technischen Eigenschaften sind für Jakob-Maschinen signifikant und bilden ein gewisses Alleinstellungsmerkmal. Die früher zeitraubende manuelle Umrüstung bzw. Einrichtung entfällt dank der elektronischen Servotechnik. Als sehr wirtschaftlich erweist sich der Zeitgewinn mit dieser neuen Vorgehensweise. Rückschläge durch Fehler werden ausgeschlossen und die Inbetriebnahme wird zu einem 'formalen Akt',“ resümiert Betriebswirt *Hans-Peter Jakob*, Verkaufsleiter und Prokurist bei der Jakob Graphic Services GmbH, und ergänzt: „Darüber hinaus stellt es sich als sehr vorteilhaft heraus, einen Partner im Sinne 'alles aus einer Hand' – von voll-digitalen Servoverstärkern, Servomotoren, Motion Control, SPS bis hin zu Visualisierung (HMI) und Touch-Screen – zur Seite zu haben.“

Veröffentlicht unter **“Schneller Wechsel” im *Industrieanzeiger* 11 / 2009.**

Anmerkung: Text und Bilder des vorliegenden Beitrags und darauf basierende Veröffentlichungen sind urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung von Textpassagen oder Bildern zur Erstellung neuer Dokumente bedarf der Zustimmung von Dr. Ralf V. Schüler, give4pr.