

# Mehr Power für 11-Achsen-Rotationslasersystem

## – Innovative Antriebstechnik bietet hohe Dynamik, Präzision und Zuverlässigkeit in der Produktion von Rotationsstanzformen

Mit der Herstellung von Stanzformen und Thermoformwerkzeugen für die Verpackungsindustrie hat sich das Unternehmen Marbach weltweit etabliert. Neben den eigentlichen Bearbeitungsprozessen für die spätere Produktion beim Betreiber kommt der eingesetzten Antriebs- und Steuerungstechnik eine wesentliche Rolle zu. Der vorliegende Bericht veranschaulicht die erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Komponentenzulieferer Danaher Motion. Die Herausforderung bestand in der Realisierung einer innovativen Steuerungs- und Antriebstechnik für eine neue Rotationslaserschneidanlage mit interpolierenden, simultan agierenden Achsen. Eingesetzt werden u. a. digitale Servoverstärker, kompakte Synchron-Servomotoren, Hochfrequenzumrichter sowie Linearmotoren und der rotatorische Direktantrieb Cartridge DDR. Diese Komponenten tragen durch ihre leichte Bedienbarkeit zu wesentlich verkürzten Inbetriebnahmezeiten sowie zur hohen Präzision und Geschwindigkeit der Bearbeitungsprozesse der auszuliefernden Maschinen bei.

Am Kundenbedarf orientierte Entwicklungen im Werkzeugbau und in der Stanzformtechnik haben zu anerkannten und patentierten, innovativen Lösungen der Karl Marbach GmbH & Co. KG geführt. Einer dieser technologischen Meilensteine war die Installation der ersten Laserschneidanlage in Europa im Jahre 1972. Anfang der 90er Jahre zog mit Peter Marbach die dritte Generation in die Geschäftsführung des bereits 1923 gegründeten Unternehmens ein. Das stetig gewachsene Unternehmen beschäftigt heute weltweit mehr als 1.000 Mitarbeiter und investiert gegenwärtig am Hauptsitz in Heilbronn in einem Produktions- und Bürokomplex mit 13.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche. Der vorliegende Bericht ist in der Automatisierung der Marbach Stanzformtechnik angesiedelt, deren Produkte in der weltweiten Faltschachtel-, Kartonagen- und Wellpappe-Industrie sowie bei Herstellern von Etiketten und technischen Stanzteilen angesiedelt sind. Ebenfalls weltweit agiert der Marbach Werkzeugbau als Thermoform-spezialist für Lebensmittelverpackungen. Er konzipiert, fertigt und liefert Thermoformwerkzeuge für Becher, Deckel und Schalen.



### **Innovation als Triebfeder**

Die von der Industrie herangetragenen Wünsche sind mannigfaltig. Dennoch lassen sie sich auf folgende „Formel“ bringen: Wirtschaftlich produzieren, d. h. schnelle Auftragsabwicklung und optimale Nutzung der Maschinenkapazitäten, geringere Rüstzeiten, hohe Standzeiten sowie reduzierte Kosten bei höchster Produktqualität. Die richtige Auswahl derartiger integrierender Komponenten hat einen entscheidenden Einfluss auf das Gelingen der Projekte. Neben der rein technischen Funktionserfüllung einer Komponente müssen Aspekte wie Bedienbarkeit, Platzbedarf, Installationsaufwand, Lebensdauer, Wartung und natürlich der Preis Beachtung finden.

### **Mehr Performance für 4-Achsen-Portalroboter**

Marbach liefert zur maschinellen Abfallbeseitigung in Flachstanzmaschinen komplette Ausbrechvorrichtungen. Bei dem patentierten

Ausbrechsystem *marbastrip* kommen sogenannte Ausbrechkralen für das Ablösen des Materials aus dem Stanzbogen zum Einsatz. Zur exakten und passgenauen Positionierung dieser Ausbrechkralen dient das *marbaset*-System – ein 4-Achsen-Portalroboter. Auf der Suche nach einer effizienten Lösung dieser Aufgabenstellung trat man an Danaher Motion heran, da dieser Anbieter innovative Komponenten der Antriebstechnologie sowie kompetenten Service und Support zu einem attraktiven Preis-/Leistungsverhältnis bietet. Interessant war in diesem konkreten Projekt, dass die digitalen Servoverstärker **SERVOSTAR® 600** nicht nur in der Lage sind, die geforderte Datenübertragung von 4 MBaud zu realisieren, sondern sogar 16 MBaud. Gleichzeitig versprach man sich merkliche Verbesserungen hinsichtlich Positioniergenauigkeit und Taktfrequenz sowie einer problemlosen kompatiblen Integration der neuen Antriebskomponenten. Dies betraf z. B. die Integration eines SERCOS-Interfaces, um eine optimale Kommunikation zwischen den digitalen Servoverstärkern und den Steuerungen der Anlage *marbaset* sicherzustellen. Hinzu kam der Wunsch, kompakte und robuste Synchron-Servomotoren der Serie DBK von Danaher Motion einzusetzen, die den hochdynamischen Bewegungsabläufen gerecht werden.

### **Exakte und schnelle Mehrachssteuerung leicht gemacht**

Mit einer standardisierten SERCOS-Erweiterungskarte aus dem Multi-Interface-Programm der **SERVOSTAR® 600** konnte der geforderten Kommunikationform zwischen Servoverstärkern und Steuerungen entsprochen werden. Diese Karte ermöglicht die Übertragung von Soll- und Istwerten mit verschiedenen Zykluszeiten (1 bis 65 ms) bei zusätzlicher antriebsinterner Interpolation der Sollwerte. Eine  $\mu$ s-genaue Synchronisation für eine exakte und schnelle Mehrachssteuerung wird gewährleistet.

### **Servoverstärker bietet hohe funktionale Vielfalt**

Die Standardversion dieser digitalen Servoverstärker erfüllt bereits die einzelnen, konkreten Aufgabenstellungen seitens Marbach. Viele Regelfunktionen und Bewegungen, auch ruckfreie, sind direkt ausführbar und bedürfen keiner zusätzlichen Programmierung. Der integrierte Lageregler bietet eine Zykluszeit von 250 µs und erspart für eine Vielzahl von Anwendungen zusätzliche NC-Funktionalität. Es können bis zu 180 Fahrsätze hinterlegt werden. Zusätzlich stehen 16 verschiedene Referenzfahrten und 4 Positionsregister zur Verfügung. Die Definition von Geschwindigkeitsprofilen, Absolut- und Relativfahrten sowie die Verkettung von Fahraufträgen wird ermöglicht. Der Servoverstärker erhält von einem inkrementellen Drehwinkelgeber, dem Encoder, den Lagesollwert und regelt die Position der Motorwelle synchron zu diesem Führungssignal.

### **Intuitive Bedienung und offene Architektur geben Sicherheit**

Auch die Handhabung dieser neuen Antriebskomponenten gestaltete sich aufgrund der intuitiven Bedienung sehr einfach. Die Windows 2000/NT/XP kompatible, kostenfreie Bedienersoftware verfügt über Oszilloskop-Funktionen und bietet direkten Zugriff auf alle relevanten Regelparameter des SERVOSTAR™ 600. Die Regler lassen sich mit wenigen Parametern und einfacher Anleitung optimal einstellen.

„Eine zweitägige Inhouse-Schulung reichte zunächst völlig aus. Bei zusätzlich aufkommenden Fragen hat sich der Zugriff auf die europäische Website von Danaher Motion bestens bewährt. Beeindruckt waren wir auch davon, wie schnell wir bei einer speziellen Problemstellung durch einen Entwickler des Anbieters Hilfe erhielten,“ berichtet Dipl.-Ing. (FH) *Karsten Kosyra*, Stellv. Leiter Hard- und Softwareentwicklung der Karl Marbach GmbH & Co. KG, und führt weiter aus: „Gute Erfahrungen haben wir auch bei der gemeinsamen Erstellung von Auslegungsprogrammen für die Servotechnik gemacht. Denn es gilt, die Antriebe entsprechend der vom Konstruktionsbereich geforderten Bewegungsprofile optimal auszulegen. In wesentlich kürzerer Zeit liegen nun exakte Auslegungen vor. Dies schlägt sich im Ausschluss von Fehlerquellen, in der Reduktion von Tests sowie letztlich in der Präzision der Maschinen und schnellen Inbetriebnahmezeiten nieder.“



Das von Marbach entwickelte Rotationslasersystem 'twinlas' weist 11 Achsen, simultan agierend, auf. Zur Ausstattung und Ausgestaltung dieses neuen Prototypen haben u. a. die Komponenten Direktantrieb Cartridge DDR, wassergekühlter Linearmotor, Hochfrequenzumrichter, digitale Servoverstärker und kompakte Synchron-Servomotoren von Danaher Motion beigetragen. (Quelle: give4pr, Essen)

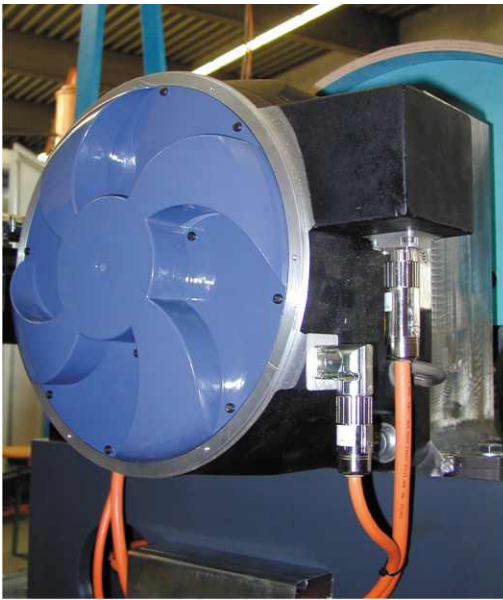
### **Auslegung eines 11-Achsen-Rotationslasersystems**

#### **– eine echte Herausforderung**

In der Wellpappeverarbeitung hat sich die Rotations-Stanztechnik zu einem wichtigen Bestandteil entwickelt. Marbach fertigt für alle Maschinentypen und Zylinderdurchmesser Rotations-Stanzformen. Mit *twinlas* verfügt Marbach seit kurzem über ein sehr innovatives Rotationslasersystem mit 11 Achsen. Zum Jahreswechsel 2004 / 2005 wurde mit der Projektierung und Entwicklung der Steuerungs- und Antriebstechnik des neuen Prototypen *twinlas* begonnen und konnte nach neun Monaten erfolgreich in Betrieb genommen werden. Die konkreten Anforderungen bestanden u. a. in der vollen Integrationsfähigkeit, in der Auswahl eines ausreichenden Leistungsspektrums der Verstärker und Motoren sowie in der Unterstützung bei der anwendungsspezifischen Auslegung der benötigten, unterschiedlichen Motoren speziell in der Konfigurationsphase dieses Prototypen. Hinzu kamen Kriterien wie kompakte Bauweise, geringe Schaltverluste in der Endstufe, einfache Bedienung und Installation sowie die Forderung nach einer offenen Hardware- und Softwarearchitektur.

„Vor dem Hintergrund der positiven Erfahrungen aus dem 4-Achsen-Projekt mit dem Einsatz der Servoverstärker aus der Serie SERVOSTAR™ 600 lag es nahe, auch dieses neue Projekt an Danaher Motion, als idealen Technologiepartner, heranzutragen und ebenfalls mit diesen Servoverstärkern auszustatten. Denn sie haben ein sehr gutes Regelverhalten, eine hohe Performance und Dynamik unter Beweis gestellt. Aufgrund der einfachen Bedienoberfläche konnten wir in sehr kurzer Zeit das optimale Regelverhalten einstellen“, berichtet *Karsten Kosyra*.

Diese neue Werkzeugmaschine fertigt Rotations-Stanzformen mit den Bearbeitungen Lasern und Fräsen, wobei eine entsprechende Hochfrequenzspindel (30.000 Umdrehungen) mit dem Hochfrequenzumrichter ACO5000 angesteuert wird. In Bezug auf die Antriebstechnik entschied sich *Karsten Kosyra* nach einigen Tests für einen geeigneten, wassergekühlten Linearmotor zum transaxialen Vor- und Rücklauf des schlittenartigen Unterbaus. Immerhin hat dieser Linearmotor eine Gesamtlast von 1,6 Tonnen zu tragen und muss dennoch entsprechend schnell – mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s – und exakt den Schlitten positionieren. Weiterhin fiel die Entscheidung für den rotatorischen Direktantrieb Cartridge DDR™, welcher aufgrund eines innovativen elektro-magnetischen Designs ein um bis zu 50 % höheres Drehmoment pro Motorvolumen als die herkömmlichen DDR-Technologien erreicht. Beide Antriebe entstammen dem Vertriebsprogramm von Danaher Motion und werden ebenfalls über SERVOSTAR™ 600 angesteuert. Zur weiteren Bestückung der Anlage mit Synchron Servomotoren boten sich die neuen AKM-Motoren von Danaher Motion an.



Der Cartridge DDR Motor verfügt über kein eigenes Lager, sondern das vorhandene Lager des Rotationslasersystems trägt nach der Anbringung den Rotor mit. Wie bei einem konventionellen Motor wird der Direktmotor an einem Flansch der Maschine mit Zentrierung und Lochkreis geschraubt. (Quelle: give4pr, Essen)

Die zu bearbeitende Stanzform (Halbschale) bildet eine unsymmetrische Rotationslast, daher werden eine hohe Laufruhe und eine exakte Positionierung gefordert. Mit dem direkten Anbau des Motors an die Rotationswelle wird eine extrem drehsteife mechanische Verbindung mit der Last erzielt. Der Cartridge DDR™-Motor verfügt daher über kein eigenes Lager, sondern das vorhandene Lager der Rotationsstanzanlage trägt – nach der Anbringung – den Rotor mit. Wie bei einem konventionellen Motor wird der Direktantrieb an einem Flansch der Maschine mit Zentrierung und Lochkreis geschraubt. Ein aus diesem Flansch herausragender Wellenzapfen wird mittels einer speziellen Wellenkupplung auf den Rotor montiert. Dadurch werden Probleme, die z. B. mit Wellenkupplungen, Riemenantrieben und Getrieben auftreten können, ausgeschlossen.

Weitere Vorteile dieser rotatorischen Direktantriebe bestehen in der kompakten Bauweise, wobei sich der komplette mechanische Antrieb als ein einziges Bauteil darstellt und zu einer größeren Laufruhe beiträgt. Es wird über die Servoantriebseigenschaften eine außergewöhnlich exakte Positionierung erzielt. Durch die starre Verbindung des Antriebs mit der Werkzeugmaschine entfällt eine Anpassung von Motor- und Last-Trägheitsmomenten. Bei derartigen Direktantrieben ist ein Massenträgheitsverhältnis für Last zu Rotor von 250 : 1 laut Hersteller normal, und im vorliegenden Fall liegt das Verhältnis bei 500 : 1. Standardmäßig wird der Absolutwertgeber (Sinus-Encoder) mit 2.048 Strichen ausgeliefert.

Zur applikationsspezifischen Realisierung des vorliegenden Projektes wurde diese interne Auflösung im SERVOSTAR™ 600 auf  $2^{24}$  umgestellt. Mit einem Dauerdrehmoment von 50 bis 500 Nm präsentiert sich diese Antriebslösung neben der erzielten Performance mit reduzierten Maschinenstillstandszeiten und der Wartungsfreiheit als sehr wirtschaftlich.

### **Innovative Synchron-Servomotoren ermöglichen maximale Leistungsausbeute**

Interessant waren bei diesem Marbach-Projekt auch die neuen Synchron-Servomotoren AKM von Danaher Motion. „Diese neue Motorengeneration bietet in idealer Weise die erforderlichen Eigenschaften zur Ausstattung in der neuen sehr dynamischen Rotationslaseranlage. Sie zeichnen sich durch Kompaktheit, Robustheit, flexiblen Einsatz und Wirtschaftlichkeit aus,“ erklärt *Karsten Kosyra*. Spezielle Fertigungsverfahren der AKM-Motoren ermöglichen die Lieferung diverser Baulängen, Wicklungsvarianten, Befestigungsalternativen sowie verschiedene Feedback-systeme und Anschlusstechniken. Es sind Motoren mit gleichen Momenten in unterschiedlichen Baugrößen verfügbar. Mit diesem Variantenspektrum, der Überlappung der Stillstandsmomente und Nenndrehzahlen sowie der Kombinationsvielfalt kann für die jeweilige Applikation eine maximale Leistungsausbeute erzielt werden.

„Diese Motoren kommen dem Wunsch der Maschinendesigner in Bezug auf Regelbarkeit sehr entgegen. Denn diese überlappenden Stufen, Baugrößen bzw. Massen und Momente, bieten beste Voraussetzungen zur Anpassbarkeit des Verhältnisses der Massenträgheit des Motors zu der externen Massenträgheit,“ legt *Wolfgang Jelinek*, Geschäftsführer der Industrie- und Automatisierungstechnik Jelinek, externer Systemberater der Firma Marbach und langjähriger Systempartner von Danaher Motion, dar.

### **Robustheit und Langlebigkeit runden hohe Motorenperformance ab**

Die neuen AKM-Servomotoren einzusetzen, lag auf der Hand, sie benötigen wenig Raum und bieten gute Montagemöglichkeiten. Weitere Vorzüge bestehen darin, dass durch das Vergießen aller einzelnen Elemente im Motor mit Epoxid-Gießharz auftretende Reibkräfte, Kurzschlüsse und damit letztlich Störungen bzw. Produktionsausfälle vermieden werden. Aufgrund der niedrigen Trägheitsmomente sind die Motoren sehr dynamisch und haben dabei ein geringes Cogging (Rastmomente). Um ein geringes Cogging und damit eine bessere Regelbarkeit der Motoren zu erreichen, haben sich die Motorenentwickler von Danaher Motion näher mit dem Störfaktor 'Rastmoment' auseinandergesetzt. Diese Rastmomente im Motor entstehen durch die Anziehungskräfte zwischen Rotor und Stator und wirken sich entsprechend auf den Motorenlauf aus. Weisen die Coggingwerte bei normalen Motoren Werte von  $\pm 2\%$  aus, so liegen sie für die AKM-Baureihe unter  $\pm 0,75\%$ . Dieses geringe Cogging wirkt sich in sensiblen Applikationen, die einen extremen Gleichlauf der Motoren benötigen, sehr positiv aus.

### **Zerspanende Bearbeitung mit Hochfrequenzumrichter noch effizienter**

Zur Motorsteuerung in Werkzeugmaschinen mit Hochgeschwindigkeitsbearbeitung, wie im vorliegenden Anwendungsfall, wurden speziell die Danaher Motion Hochfrequenzumrichter der Serie ACO5000 entwickelt. Sie verfügen über eine maximale Ausgangsfrequenz von bis zu 5.000 Hz und einen Nennstrom von 5 bis 20 Ampere. Hohe Beschleunigung, kurze Bremszeiten, RI- und Schlupfkompensation, Einhaltung fester Drehzahlen, Ausschluss von 'verbotenen Frequenzen' u.v.m. kennzeichnen die Leistungsstärke dieser neuen Hochfrequenzumrichter.

Ein weiterer großer Vorteil besteht in der ‚ACOMEL-Zwischenkreislösung‘, die dazu beiträgt, die Erwärmungsproblematik während des Spindelbetriebs deutlich zu reduzieren. Die selektive, harmonische Unterdrückung der Oberwellen erfolgt mit der ACOMEL SHS-Modulation (Selective Harmonic Supression). Diese Geräte der neuesten Generation bieten ein modulares Design und lassen sich zur Ansteuerung von bis zu vier Achsen kombinieren. Die Ansteuerung erfolgt in diesem Projekt über Klemmen, kann wahlweise auch über eine spezifische Bedieneinheit, CAN oder Profibus vorgenommen werden.



Einblick in den Schaltschrank für die Steuerungs- und Antriebstechnik der 'twinlas'. Zu sehen sind der Hochfrequenzumrichter ACO5000 (links) und die digitalen Servoverstärker SERVOSTAR 600 (rechts). (Quelle: give4pr, Essen)

Der Hochfrequenzumrichter lässt sich komfortabel mit Hilfe PC-basierter Konfigurationssoftware einrichten und programmieren. Zahlreiche freie Register sowie Speicherkapazitäten für bis zu 32 komplette Motorparameter-Gruppen stehen zur Verfügung. Diese Motorparametersätze enthalten z. B. Daten wie U/F-Kennlinie, Beschleunigungs- und Bremszeit, Strombegrenzung, feste Drehzahlen, verbotene Frequenzbereiche usw. Da die Programmierung des Gerätes über USB in einem Windows-basiertem Softwaretool erfolgt, lassen sich sämtliche Parameter über eine Anwender freundliche Bedienerschnittstelle einrichten. Einmal eingerichtete Parameter können auf eine Festplatte gespeichert und im Bedarfsfall geändert oder für einen anderen Hochfrequenzumrichter per Datenträger bereitgestellt werden.

#### **Internationale Ausrichtung von Danaher Motion bietet Sicherheit**

Neben diesen vornehmlich technisch orientierten Anforderungen kam den Fragen nach Wirtschaftlichkeit und Service ebenfalls eine hohe Bedeutung zu. Aufgrund des globalen Vertriebs der Sondermaschinen aus dem Haus Marbach müssen die Zulieferkomponenten weltweit einsetzbar sein.

Dies wird von Seiten Danaher Motion durch Anschluss an alle geerdeten Industrienetze sowie mit der Erfüllung aller CE- und UL-Normen sichergestellt. Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang auch der integrierte Netzfilter, so dass kein externer Netzfilter benötigt wird. Hinzu kommt, dass der Anbieter ebenfalls rund um den Erdball vertreten ist und daher viel Erfahrung mit den technischen Gegebenheiten in den jeweiligen Einsatzländern besitzt. Diese Präsenz und die Tatsache, dass es sich bei den eingesetzten Systemen um Standardprodukte mit sehr hoher Auflage handelt, bietet Marbach die Sicherheit, auch in möglichen Problemfällen oder bei der Ersatzteilbeschaffung einen zuverlässigen Partner an der Seite zu haben.

Veröffentlichungen zu diesem Beitrag finden Sie unter "Mehr Power für elf Achsen" in *antriebspraxis* 4/2006, unter "Mehr Power" in *ke* 8/2006 sowie "Mehr Power für 11-Achsen-Rotationslasersystem" in *industrie report* 1-2/2007, und unter "Schneller schneiden mit elf Achsen" in *MSR* 4/2007.

#### **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.