



Husky setzt bei seiner neuesten Generation von Kunststoff-Spritzgussmaschinen auf die Automatisierungslösung von Beckhoff

Durch und durch PC-basierend



Die Firma Husky, einer der weltweit führenden Hersteller von Kunststoff-Spritzgussmaschinen, plant seine neue Steuerungsgeneration und setzt dabei ganzheitlich auf die Beckhoff-Produktlinie aus Industrie-PC, Feldbuskomponenten und Software. Neben der Steuerung der Maschinen über Soft-SPS und -NC für elektrische Achsen, stellten die Integration von hydraulischen Antrieben und Temperaturregelung eine zusätzliche Herausforderung dar.

A. Thome

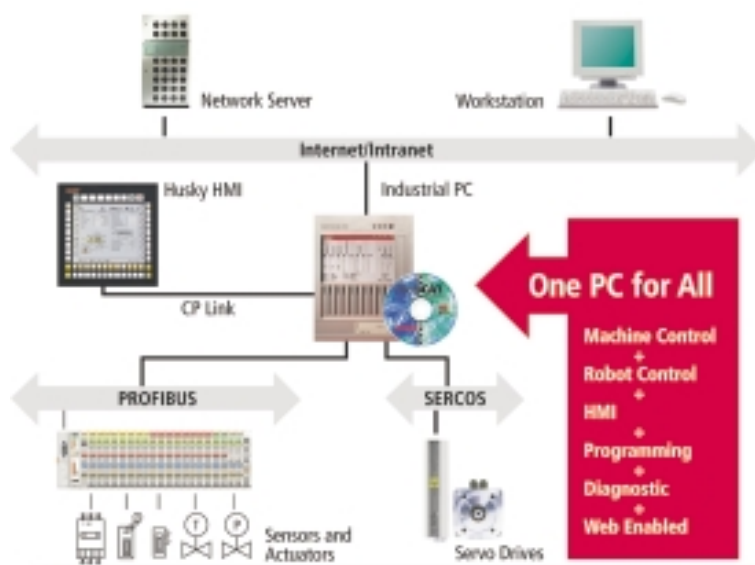
Zu alltäglich und vertraut ist der Umgang mit Kunststoff-Produkten, als dass man sich noch Gedanken zu deren Herstellungsprozess und den dabei beteiligten Maschinen macht: viele Kunststoff-Produkte werden im Spritzgussverfahren hergestellt. Die

Liste der dabei entstehenden Sachen ist so unendlich wie unspektakulär: Dübel, Joghurt-Becher, Kugelschreibergehäuse, Getränkeflaschen, Auto-Rücklichter, Stoßstangen, Wäschekörbe, Haushaltseimer - eine endlose Aufzählung von wichtigen und unwichtigen Dingen aus dem

täglichen Leben könnte folgen. Eines wird jedoch deutlich: Die Größenunterschiede der Produkte variieren von sehr klein (Modellbau-Elemente) bis ganz groß (Motorhauben). Und so gliedern sich Kunststoff-Spritzgussmaschinen auch in Größenklassen. Unterscheidungsmerkmal ist dabei die in Tonnen gemessene Schließkraft des Werkzeugs, dem die Fertigteile entspringen.

Um die Schließkräfte aufbringen zu können, arbeiten die Hersteller entweder mit Hydraulikaggregaten oder mechanisch ausgeklügelten, elektrisch angetriebenen Schließmechanismen. Das Funktionsprinzip

Andreas Thome, Produktmanager PC-Control und verantwortlicher Projektleiter für das Husky-Projekt bei Beckhoff GmbH in Verl



Automatisierungsstruktur bestehend aus Industrie-PC, abgesetztem Control Panel, Profibus-Busklemmen und Sercos-Antriebssystem

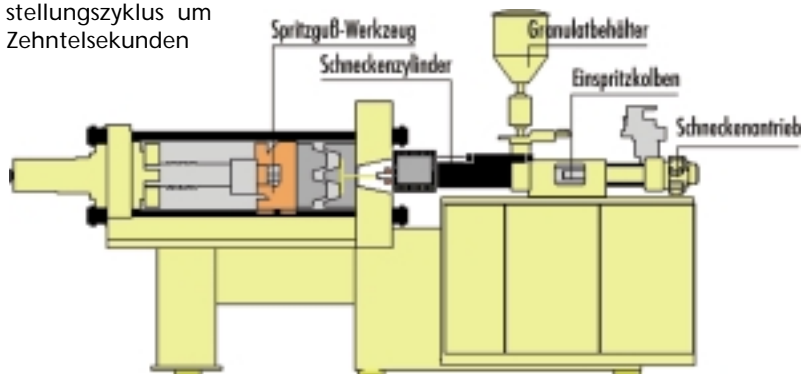
einer Kunststoff-Spritzgussmaschine ist jedoch in allen Größenkategorien gleich: Über einen Einfülltrichter gelangt das Kunststoff-Granulat (Resin) in den Schneckenzyylinder. Dort wird es durch die Reibungswärme der rotierenden Plastifizierschnecke sowie der Erwärmung durch die außen am Zylinder angebrachten Heizbänder verflüssigt und staut sich vor der Schnecke. Währenddessen wird das Werkzeug auf der linken Maschinenseite geschlossen und bis auf einen Nenndruck zusammengepresst. Dieser Druck muss während des gesamten Einspritzvorgangs mit nachfolgender Kühlung unter allen Umständen aufrecht erhalten – geregelt – werden. Anderenfalls könnte flüssiges Material unter hohem Druck austreten. Ist genügend flüssiges Material auf der Schneckenseite vorhanden, wird die Schnecke als Einspritzkolben benutzt, um das Plastik durch die Kopfdüse in die Heißkanäle und von da in die Formenhohlräume zu drücken und unter Druck zu halten. Nach einer selektiven Abkühlung der Formen wird der Einspritzkolben zurückgezogen, das Werkzeug geöffnet und ein Auswurfmechanismus oder ein Roboter entfernt die fertigen Teile aus den Formen. Der Maschinenzyklus kann dann von Neuem beginnen.

Als Qualitätsmerkmale einer Spritzgussmaschine ergeben sich eine ganze Reihe von Kriterien:

Hohe Produktqualität: Damit der einmal optimierte Prozess und seine Parameter zu einem konstant guten

Teil führen, müssen die physikalischen Eigenschaften (Größe, Gewicht, Dichteverteilung, Farbe, ja sogar Geruch) gleichbleibend sein. Hier ist die Wiederholgenauigkeit aus Mechanik und Steuerung gefragt.

Kurzer Maschinenzyklus: Da die Maschinen oft unbeaufsichtigt im 24h-Betrieb laufen, bedeutet jede Verkürzung des Herstellungszyklus um Zehntelsekunden



Wo früher vier Steuerungseinheiten für Technologiebrüche im Engineering und in der Kommunikation sorgten, ist mit der PC-basierenden Lösung von Beckhoff Transparenz und Effizienz künftig vorprogrammiert

einen höheren Teileausstoß.

Parametrier- und Wartungsfreundlichkeit: Falls Probleme entstehen, muss der Bediener diese möglichst schnell beheben können, komfortable Fehlermeldungen und zusätzliche Online-Hilfen wie Reparaturvideos helfen dabei. Großen Anteil hat hier also die Maschinenvisualisierung.

Effektiver Bedienerchutz: Heißes Plastik und hohe Drücke schaffen ein Gefährdungspotenzial, dem

konstruktiv und steuerungstechnisch Sorge getragen werden muss. **Effektiver Selbstschutz:** Verklebte, klebende oder nur partiell entfernte Teile können das teuerste Element der Spritzgussmaschine, die Form, beim nächsten Schließvorgang beschädigen. Der leichteste Kratzer in der Form ist später auf dem Endprodukt gut sichtbar und macht es unbrauchbar.

Ressourcenschonung: Hierunter fällt die Umweltverträglichkeit der Maschinen, der Ausstoß an Testmaterial während der Einfahrphase soll so minimal wie möglich gehalten werden, ebenso der Strom- und Wasserverbrauch sowie der Ausschuss während der Produktion.

Ein Industrie-PC ersetzt vier konventionelle Steuerungen

Husky Maschinen haben hydro-mechanische Schließeinheiten. Die Schnecken der Einspritzeinheiten werden von einem hydraulischen Radialkolbenmotor oder von einem Servomotor angetrieben. Servomotorantriebe werden ebenfalls bei den Entnahme-Robotern eingesetzt.

Die gestiegenen Anforderungen im Kunststoff-Spritzgussmarkt veran-

lassten Husky vor zwei Jahren die Einführung einer neuen PC-basierten Steuerungsgeneration zu planen. Die bisherigen Konzepte in diesem Anwendungsfeld basieren auf mehreren Spezialcontrollern und einer Hardware-SPS. Die SPS sorgte für den globalen Ablauf der Maschinen und kommuniziert bei hydraulisch angetriebenen Maschinen mit dem IC (Injection Controller) für die Einspritzseite, dem CC (Clamp Controller) für die Werkzeugseite und dem



8000t Kunststoffspritzgießmaschine von Husky

TC (Temperature Controller) für die Temperaturregelung. Bei elektrisch betriebenen Spritzgussmaschinen wurden die einzelnen Servoachsen über Achscontroller geregelt. Die Mensch-Maschine Schnittstelle (HMI) wurde mit einem Industrie-PC realisiert, der jedoch keine Steuerungsaufgaben hatte. Die gesamte Verdrahtung erfolgte parallel.

Die neue Steuerungskonzeption bei Husky vereint diese Funktionalitäten in einem Industrie-PC. Im Schaltschrank montiert ersetzt er alle bisherigen Controller und die Hardware-SPS. Die Maschinensignale werden über eine Profibus-Masterkarte und die am Feldbus angeschlossenen Feldbusklemmen gesammelt bzw. ausgegeben. Ebenfalls dezentral am Profibus angeschlossen sind die berührungslosen Wegaufnehmer für die Positionserfassung der einzelnen Hydraulikzylinder. Als Bedieneinheit ohne Eigenintelligenz (TFT-Anzeige, Touchscreen, Softkey-Tasten, Benutzer-ID-System) dient ein über zwei Koaxkabel abgesetztes Control-Panel, ebenfalls eine Standard-Komponente von Beckhoff.

Industrie-PC, Feldbus, elektronische Reihenklempen und sonst gar nichts; die Hardware ist auf das Wesentliche reduziert, der separate Schaltschrank für die Unterbringung der Servomotor-Leistungsteile entfällt komplett, da diese nun in dem frei gewordenen Platz im Hauptschaltschrank untergebracht werden können. Ebenso einheitlich ist die Softwareplattform: Als Basis die-

nen die Programmiersprachen der IEC61131-3, unter TwinCAT als Software-SPS realisiert. Sie dient zur Regelung sämtlicher Hydraulikzylinder und auch zur Ablaufsteuerung des Roboters, der von der TwinCAT Software-NC betrieben wird. Die Haupt-Softwarekomponenten für die Steuerung einer Husky-Maschine gliedern sich in die Bereiche:

- Hydraulik
- Temperatur
- Roboter
- Visualisierung

Bei der Regelung der hydraulisch bewegten Maschinenachsen (typischerweise mindestens 8 Achsen pro Maschine) bringt Husky viel Erfahrung ein. Da kommt es sehr gelegen, dass im Gegensatz zu früher die einzelnen Regelungen keine 'Black Boxes' mehr sind, sondern durch Husky

Hydraulik- und Regelungsexperten in dem IEC-Standard 61131-3 erstellt und angepasst werden können. Die Bewegungssteuerung einer hydraulischen Verfahrachse ist nicht trivial, da die Regelstrecken nicht-linear sind und zusätzlichen prozesstechnischen Einschränkungen unterliegen: Der Einspritzkolben verfährt z.B. beim Einspritzvorgang zunächst ein mehrstufiges Geschwindigkeitsprofil bei gleichzeitiger Limitierung des Fülldrucks. Abhängig von Kolbenposition, Fülldruck im Zylinder oder in der Form muss dann während der Vorwärtsbewegung stoßfrei auf Druckregelung umgeschaltet werden. Für die Rückwärtsbewegung wird wieder auf Geschwindigkeitsregelung umgeschaltet mit anschließender Positionsregelung auf der Startposition für den nächsten Einspritzvorgang.

Die Skalierbarkeit der CPUs im Industrie-PC hilft bei der Realisierung möglichst kurzer Abtastzeiten im Millisekundenbereich, um die sehr hohen Kolbengeschwindigkeiten während des Einspritzvorgangs beherrschbar zu machen.

Temperaturregelung über Softwarebausteine in IEC 61131-3 integriert

Die Temperaturregelung erfolgt ebenso in den IEC 61131-3 Sprachen. Eine Kunststoff-Spritzgussmaschine kann mehr als 100 Heizstrecken haben, da neben der Maschine auch das Werkzeug mit seinen Einspritzdüsen und Heißkanälen beheizt werden muss. Die Temperaturregelbausteine entstanden in Zusammenarbeit mit Husky und bieten komfor-



Die kundenspezifische Bedieneinheit mit TFT-Bildschirm, Touchscreen, Softkey-Tasten und Benutzer-ID basiert auf dem Standard-Control Panel von Beckhoff

SPS und NC auf dem PC

TwinCAT verwandelt jeden kompatiblen PC in eine Echtzeitsteuerung mit Multi-SPS, NC-Achsregelung, Programmierumgebung und Bedienstation:

- Einbettung von Software-SPS und Software-NC in Windows 2000/NT/NT Embedded/CE
- leistungsfähige Multi-SPS mit 4 SPS-Laufzeitsystemen pro PC und Zykluszeiten ab 50 µsec. Die Programmierumgebung bietet alle IEC-Sprachen.
- Achsansteuerung für Point-to-Point-Positionierung und interpolierende Bahnbewegung. Bis zu 255 Achsen können, nur abhängig von der Leistungsfähigkeit des PC-Prozessors, positioniert werden. Sonderfunktionen wie Kurvenscheibe oder 'Fliegende Säge' werden unterstützt.
- Anbindung aller gängigen Feldbusse und PC-Schnittstellen für E/A Signale: Profibus, CANopen, DeviceNet, Interbus, Sercos, Lightbus und PC-Hardware
- Datenanbindung mittels offener Microsoft Standards (OPC, OCX, DLL)

table Funktionen wie Selbsteinstellung, Anfahrerschaltung, stoßfreie Umschaltung zwischen Hand- und Automatikbetrieb, vordefinierbare Reaktionen auf Hardwareausfälle wie Drahtbruch, defektes Heizband und mehr. Die Bausteine sind nach Bedarf instanzierbar, das Hinzufügen einer Heizzone kommt also einer Variablendefinition gleich.

Die Steuerung der elektrischen Roboterachsen erfolgt über TwinCAT NC. Die Programmierung über die TwinCAT NC-Bibliothek, die vordefinierte Funktionsbausteine für die Achsenbewegungen enthält. Da TwinCAT den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Feldbussysteme unterstützt, entschied sich Husky hier für SERCOS als Bussystem für die Antriebe.

Die Visualisierung als vierte Software-Komponente wird von Husky als NT-Programm erstellt. Die Bedienphilosophie zielt dabei auf Touchscreen-Bedienung im Zusammenspiel mit den Softkey-Tasten des Beckhoff Control Panels. Kritische Maschinenfunktionen, z.B. alle die eine mechanische Bewegung in Gang setzen, werden über die SPS-Tasten am unteren Rand des Panels ausgeführt, d.h. die SPS kann die angeforderte Funktion noch einmal vor Freigabe prüfen. Die Software-Schnittstelle zu TwinCAT erlaubt den Zugriff auf Steuerungsparameter, Meldungen, Zeiterfassung, Statistik usw.

Die Zugangsberechtigung des Bedienpersonals wird anhand eines Speicherchips in der Größe eines Schlüsselanhängers kontrolliert. Dieser ID-Token wird an den Control Panel gesteckt und kann 32 kByte Daten speichern, um z.B. das Benutzerprofil aufzunehmen.

Wichtig ist sicherlich die Kostenersparnis durch Einsatz eines Feldbussystems und Wegfall der speziellen Hardwarekomponenten. Die Steuerung lässt sich über die Leistungsfähigkeit des eingesetzten Industrie-PCs (CPU, Speicher etc.) den Anforderungen anpassen. Die Steuerungsstruktur ist für Husky insgesamt transparenter geworden und setzt auf Standards wie Windows NT/2000 und IEC 61131-3.

Cui bono?

Somit hat Husky nicht nur das Spritzguss-Knowhow, sondern auch das gesamte steuerungstechnische Wissen in der Hand. Auch hat jede Maschine ihre Laufzeit- und Programmierumgebung immer onboard, wenn auch für den normalen Maschinenbediener nicht zugänglich. Es erschließen sich die bekannten Möglichkeiten PC-Technologie wie großer Festplattenspeicher, Fernwartung über Modem/Ethernet, Anbindung an weitere Maschinen über serielle Schnittstellen oder Netzwerk sowie Anbindung an die Leitebene und Verwendung externer unter Windows lauffähiger Prozessoptimierungssoftware. Für die Zukunft sieht Husky den Schwerpunkt im modularen Maschinenentwurf und den 'zero engineering' Werkzeugen für eine vereinfachte Programmierung, um flexibel auf Markt und Kundenwünsche reagieren zu können. Die Automatisierungslösung TwinCAT steht dabei als zentraler Pfeiler dieser Architektur fest.

TwinCAT
PC-basierende Automation

770