

## Ergonomische Bedienung von Spritzgießmaschinen (Stand 9 G27)

# Die Parametervielfalt beherrschen

Damit eine moderne Spritzgießmaschine für Mikroteile oder Schwerlastpaletten zuverlässig arbeitet, sind mehrere hundert Parameter einzustellen. Ziel des Maschinenbauers ist es deshalb, die Bedienung der Anlage so übersichtlich und einfach wie möglich zu gestalten. Moderne regelungstechnische Komponenten in Kombination mit Industrie-PCs und Touchscreens ermöglichen solche ergonomischen Lösungen.



SRM-3000-Spritzgießmaschine zur Herstellung von Schwerlastpaletten aus Kunststoff von Ettlinger

Die Reproduzierbarkeit der Qualitätsbestimmenden Parameter einer Spritzgießmaschine hängt von einem gut ausgelegten Werkzeug, von gleichmäßigen Materialeigenschaften und von einer mechanisch robusten, präzisen und zuverlässigen Maschinenteknik ab. Zum anderen beeinflussen auch Qualität und Auslegung der Sensoren und Aktoren den Prozess, sowie die Schnelligkeit und Güte der Regelung. Ohne eine eindeutige und an die Verfahrens- und Maschinenteknik angepasste Parameter- und Sollwertvorgabe bei der Regelungstechnik lassen sich die Qualitätsziele nicht optimal erreichen. Die Transparenz des

Produktionsablaufs hat so einen direkten Einfluss auf die Erreichbarkeit kommerzieller Ziele – je schneller ein Problem erkannt wird, desto eher lassen sich Ausfallzeiten und Qualitätsverluste vermindern.

Bei der Visualisierung regelungstechnischer Prozesse haben prozessablaufbezogene Bildschirmseiten mit zeilenorientierten Soll- und Istwertdarstellungen längst die gerätebezogene mechanische Parametervorgabe verdrängt: Klartextzeilen traten an die Stelle einer Vielzahl von Drehknöpfen und Daumenrad-schaltern. Die seit Anfang der 80er-Jahre eingeführte klassische Maschinenbedienung mit Hilfe einer Tastatur und Cursorsteuerung wird nun nach und nach von der innovativen Touchscreen-Technik abgelöst. Diese Flachbildschirme erlauben die übersichtliche grafische Visualisierung komplexer Vorgänge

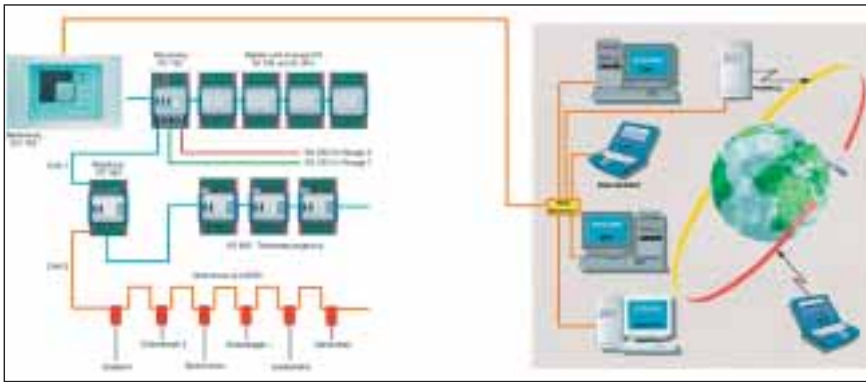
EXKLUSIV IN  
elektro  
AUTOMATION

und ermöglichen einen direkten Eingriff des Bedieners per Fingertipp. Welche neuen Wege für eine Minimierung der Parametervorgaben sich dabei bieten und welche regelungstechnischen Aufgaben dazu im Hintergrund zu lösen sind, lässt sich an typischen Aufgaben beim Spritzgießen erklären. Ziel ist die Umsetzung regelungstechnischer Anforderungen sowie die ergonomische Bedienung der Maschine und die Visualisierung des Prozessablaufs mit Hilfe von Touchscreens.

## Die Temperaturregelung

Die regelungstechnischen Aufgaben an einer Spritzgießmaschine beginnen bei der Temperaturregelung von Schneckenzyklindern, Heißkanälen oder Spritzgießwerkzeugen. Diese Elemente unterscheiden sich deutlich in den Reaktionsgeschwindigkeiten, die zwischen wenigen Sekunden und einigen Minuten betragen. Moderne Multitemperaturregler, wie der KS 800 von PMA, lassen sich individuell an diese Aufgaben anpassen; von der Wahl des Sensortyps (Thermoelement oder Pt100-Widerstandsfühler) bis hin zur stetigen oder schaltenden Aktoransteuerung. Weitere Eigenschaften beziehen sich auf das Anfahrverhalten z.B. bei Heißkanälen und die mehrfache Überwachung des kompletten Regelkreises mit der gewünschten Reaktion bei Störungen. Automatisch passen die Regler ihre Parameter beim ersten Anfahren und auch bei schwingenden Abweichungen an den Sollwert an. Das gilt beispielsweise für eine Heißkanalregelung mit dem autarken Multiregler HRC 800 oder dem autarken Feldbusregler KS 800. Nicht die Software eines Industrie-PCs übernimmt den Regelalgorithmus und führt die Überwachungsfunktionen aus, sondern jedes Multireglermodul löst diese Aufgaben unabhängig. So lassen sich ohne Echtzeitprobleme auch über 160

Dipl.-Ing. Ulrich Marschall ist Leiter Marketing bei PMA Prozess- und Maschinen-Automation GmbH in Kassel



**2 Das modulare Automatisierungssystem P-open wird über das intelligente Terminal IQT in das Intranet eingebunden und ermöglicht sowohl die Ferndiagnose aller Module als auch die verfahrenstechnische Beratung**

schnelle Regelzonen beherrschen. Der farbige Touchscreen bietet dabei eine übersichtlich gestaltete Zonendarstellung mit detaillierten realen Werkzeugfotos. Solche Fotos eines realen Werkzeugs oder eines Heißkanalverteilersystems erleichtern dem Bediener den zielsicheren Eingriff auf einzelne Zonen durch den direkten optischen Bezug auf die tatsächliche mechanische Anordnung der Messstellen und Regelstrecken.

Besonders deutlich werden die Vorteile der Technologie bei der gleichmäßigen Aufheizung durch intelligente Zonenidentifizierung: Der Bediener erhält vollautomatisch Hinweise auf vertauschte Kabelanschlüsse und Sensor-/Aktorausfälle. Wie bei den klassischen Einzelkreistemperaturreglern helfen analoge Bargrafen bei der Beurteilung aktueller Regelabweichungen. Kleine Trendkurvenfenster zeigen einen Ausschnitt der historischen Entwicklung, so dass Störungen schnell erkannt werden.

## Schnelle und präzise Werkzeugbewegungen

Am Beispiel einer Mehrkomponenten-Mikrospritzgießmaschine (D-I-M) wird deutlich, wie schnell selbst große Massen bewegt werden und Zielpunkte präzise angefahren werden müssen. Dabei sind mit dem Ziel dauerhafter Reproduzierbarkeit die physikalischen Gesetzmäßigkeiten genauestens zu beachten. Endliche Größen für Beschleunigungen und Verzögerungen grenzen bei vorgegebenen Fahrweglängen die Geschwindigkeiten ein. Die gespeicherte kinetische Energie muss punktgenau durch die Bremsarbeit aufgehoben werden. Dabei ist es erforderlich, das Wegsensoren den aktuellen Wegpunkt und die je-

weilige Geschwindigkeit reproduzierbar, schnell und ohne großen Schleppfehler erfassen. Diese Daten müssen von den weiteren Gliedern des Regelkreises synchron und schwingungsfrei verarbeitet werden: der Regelalgorithmus muss die Daten innerhalb der Streckenreaktionszeit verarbeiten und an die Stellorgane – Proportionalventil und Hydraulikzylinder oder Elektromotorantrieb – weitergeben. Nur wenn diese Aktoren diese Aufgabe schneller als die Regelstrecke umzusetzen, lässt sich der hochdynamische Regelkreis beherrschen.

Um den Bediener mit diesen Randbedingungen nicht im Dunkeln zu lassen, ihm aber andererseits genügend Freiheitsgrade für die Festlegung von Bewegungsabläufen zu gestatten, hat man bei PMA eine klare und übersichtliche Bedienseite für das Öffnen und Schließen solcher Werkzeuge entwickelt. Sie zeigt wahlweise über den Schließweg oder die Zeit das gewünschte Geschwindigkeitsprofil und parallel den von der Maschine dafür tatsächlich realisierbaren Geschwindigkeitsverlauf an. So kann der Bediener bereits bei der Eingabe der Sollwerte erkennen, ob die gewählten Parameter sinnvoll sind und ob er das optimale Profil gewählt hat. Bei größeren Maschinen ist darüber hinaus oftmals ein Geschwindigkeitsprofil gewünscht. Die Darstellung auf der y-Achse der eingestellten und der realisierbaren Geschwindigkeit über Weg oder Zeit in der x-Achse verdeutlicht die Grenzen der Physik und damit der Maschine. Bei zu geringen Beschleunigungen können die gewünschten

Geschwindigkeiten aufgrund der zur Verfügung stehenden Weglänge nicht erreicht werden. Die Anzahl der Geschwindigkeitsstufen lässt sich einfach durch Antippen verringern oder vergrößern. Die Grafik auf dem Touchscreen wird dabei automatisch nachgeführt.

Der Bediener bekommt damit alle Freiheitsgrade bei der Gestaltung von Bewegungsabläufen, z.B. um besonders langsam zu starten und ab einem bestimmten Öffnungsweg so schnell wie möglich zu öffnen bzw. beim Schließen das Einfahren der Kerne optimal zu platzieren und den schnellstmöglichen Abbremsvorgang sicher einzuleiten.

Auf einer separaten Istwertseite mit hoher Zeitaufösung steht für Diagnosezwecke der analoge Kurvenverlauf der realen Istwerte und der Aktorstellgröße zur Verfügung. Ohne Zusatzinstrumente lassen sich – auch durch Ferndiagnose – Maschinen auf optimale Schnelllaufleistungen trimmen.

## Der Einspritzvorgang

Diese wenigen Seiten des Touchscreens zeigen die übersichtliche Vorgabe von wenigen Parametern für die freizügig einstellbaren Einspritzgeschwindigkeits- und Nachdruckprofile sowie die deutliche Kennzeichnung des eingetretenen Umschaltkriteriums. Auf einer hochauflösenden Istwertgrafik werden

### 3 Multitemperaturreglermodul

**KS 800 von PMA: Diese autarken Multitemperaturregler entlasten den IPC von Echtzeitaufgaben**





**4 Heißkanalregler HRC 800: über 160 Temperaturzonen per Fingertipp im Griff**

die Druckverläufe (Hydraulik- oder Forminnendruck) wahlweise über den Einspritzweg oder die Zeit dargestellt. Mit Hilfe von Cursor und Lupenfunktionen lassen sich „mit dem Finger auf der Kurve“ die Verläufe analysieren und insbesondere das Verhalten in der Kompressionsphase erkennen. Das Beispiel der hochkomplexen Spritzblasmachine zeigt die synchronisierten Profilvorgaben für den Einspritzkolben, die Düsen und die Zieheinheit die Leistungsfähigkeit der Touchscreen-Technik. Dabei übertragen Kopierfunktionen selbst komplexe Kurven auf eine zweite Düse. Durch die Einspielung des Istwertverlaufes direkt in diese Sollkurvenverläufe erkennt der Maschinenfahrer Abweichungen oder sieht den reproduzierbaren Vorgang bestätigt, bevor das Produkt auf der Waage überprüft wird. Blockschaltbilder zeigen die Vorteile der Standardtechnik wie IPC mit Windows bei der Einbindung über Ethernet-Netzwerke in das firmeninterne Intranet und damit die mögliche Freigabe für Internet-Support-Funktionen. Handelsübli-

che Soft- und industrietaugliche Hardware ist einfach anwendbar. Neben verfahrenstechnischer Beratung lassen sich auch Maschinenprogramm-Ablaufänderungen aus der Ferne über Telefonmodem oder Internet analysieren.

## Einbindung in Intranet und Internet

Kommunikation über Ethernet sowie die Integration in Feldbusse wie CANopen und Profibus sind weitere Anforderungen an Automatisierungskomponenten. Die Integration von Webtechnologien ermöglicht dabei den direkten Zugriff auf die Einzelkomponenten einer Zelle. Durch spezielle Protokollumsetzer (IPC-Box Typ WebLink) lassen sich auch ältere Maschinen mit vorhandener serieller Leitrechnerschnittstelle genauso wie Einzelregler (über Ethernet-Protokoll-Converter als Hutschienenmodul aus der ADAM-Serie) in ein Netzwerk integrieren, so dass die dort vorgesehenen Werte und Statusmeldungen an einem beliebigen Arbeitsplatz ausgelesen und in büroüblichen Softwarepaketen weiterverarbeitet werden können.

Durch das zunehmende Angebot von Industrie-PCs und Industrie-Terminals mit integrierter Web-Technologie und Standard-Software für die Kommunikation bieten sich neue Möglichkeiten für die Vernetzung von Fertigungszellen. Auf Standard-Betriebssystemen basierende und mit Hilfe von Standardentwicklungswerkzeugen (wie Delphi) erstellte Bedienoberflächen lassen sich direkt für Touchterminals, wie IQT 705, nutzen und setzen sich auch wegen des erreichten Preisniveaus (durch Großserienherstellung) mehr und mehr durch. Aber erst die ergonomisch gestaltete Bedienoberfläche – durch enge Kooperation von erfahrenen Praktikern und Softwareexperten mit Applikations-Know-how erarbeitet – hilft dem Kunststoffmaschinenanwender, Kommunikations- und Regelungstechnik transparent zu nutzen. PMA in Kassel und die Geveke-Industrial-Gruppe in Europa bieten dafür den Maschinenbauern geeignete Produkte und Werkzeuge an, um beispielsweise Spritzgießmaschinen entsprechend der Leistungsanforderungen auszustatten.

Weitere Informationen

► eA 521