

Heterogene Bauteile in einem Schuss spritzen

So geht Prozesskontrolle

Familienwerkzeuge gehören zur Königsklasse des Spritzgießens – zumindest wenn die einzelnen Bauteile sehr unterschiedliche Wanddicken und Volumina aufweisen.

Synventive demonstriert mit einem seriennahen Versuchswerkzeug, dass die Prozessführung zwar anspruchsvoll, aber mit der richtigen Technologie durchaus zu bewerkstelligen ist. Die Füllung jedes Formnests wird dabei individuell und in Echtzeit geregelt. Die **Kunststoffe**-Redaktion gehörte zu den ersten Gästen im neuen Techcenter.

Blick in den Werkzeugraum der Engel Duo 2700 im Techcenter. Im Hintergrund ist der Sechssachsroboter mit 180 kg Tragkraft zu sehen, der die Bauteile entnimmt.

© Schröder/Hanser



Die Synventive Molding Solutions GmbH hat in den Ausbau des Technologiecenters der Unternehmenschwester Foboha am Standort Haslach investiert. Zum Paket gehören eine Spritzgießmaschine des Typs Engel Duo 2700/17060 samt 6-Achs-Handling, ein Materialtrockner, ein Werkzeugwender und das Familienwerkzeug, das mit einem Synventive-Heißkanal und hauseigener Regelungstechnik und Kontrollsystemen ausgestattet wurde. Ziemlich großes Kino also. Der Startschuss im Techcenter verzögerte sich leider pandemiebedingt. Die **Kunststoffe**-Redaktion hatte die Chance, die Anlage als einer der ersten Gäste zu besuchen.

Kai Irlenborn (**Bild 1**), Sales & Marketing Director Europe von Synventive, wartet inzwischen ungeduldig auf den Tag, an dem hier die ersten

Live-Vorführungen für Kunden stattfinden. „Hier“ heißt in diesem Fall: im erweiterten Molding Solutions Tech Center der Foboha Germany GmbH, wie Synventive ebenfalls Teil der Barnes Group. Zum Molding-Bereich der Gruppe gehören sechs Unternehmen (siehe **Kasten**). Die gemeinsame Nutzung des Techcenters ist nur ein Beispiel für die Zusammenarbeit der Firmen. Im beschriebenen Projekt spielen noch mehr Partner aus der Gruppe eine Rolle – dazu später mehr. Das Versuchs- und Entwicklungswerkzeug wurde von der Müller Modell- und Formenbau GmbH gebaut und produziert eine Baugruppe aus drei Polypropylen-Einzelteilen:

- eine Türverkleidung inklusive Lautsprechergitter mit einem Teilgewicht von 1500 g und einer Wanddicke von 2,5 mm,



Bild 1. Kai Irlenborn von Synventive war maßgeblich an dem Aufbau der neuen Anlage beteiligt.

© Hanser/Schröder

- eine Kartentasche mit einem Gewicht von 350 g und 2,3 mm Wanddicke,
- und eine Brüstung, die ein Teilgewicht von 200 g und eine Wanddicke von 2,1 mm aufweist.

Das gesamte Schussgewicht beträgt 2060 g. Die gesamte Baugruppe des Familienwerkzeugs ist in **Bild 2** zu sehen.

Völlige Freiheit in der Füllrichtung

Das Anspritz- bzw. Verteilerkonzept des Werkzeugs ist so ausgelegt, dass Bauteile entweder mit Kaltkanal und direkt – oder nur direkt angespritzt werden. Auch die Füllrichtung bleibt dem Kunden überlassen: Sie erfolgt entweder von einer Seite zur anderen – oder von der Mitte aus. „Wir wollten mit diesem Werkzeug demonstrieren, wie vielseitig die Technologie ist. Deshalb gibt es viele verschiedene Variationen, um damit zu fertigen, auch Farbwechsel sind möglich“, betont Irlenborn. „Beim größten Bauteil stehen sieben Anspritzpunkte zur Verfügung – zum Teil Direktanspritzung, zum Teil Kaltkanäle. Momentan füllen wir mit drei Anspritzpunkten aus der Mitte heraus. Aber es besteht auch die Möglichkeit, mit vier Anspritzpunkten von links nach rechts zu füllen. Der Kunde kann selbst entscheiden, welches Füllkonzept er verfolgen möchte.“

Der Füllvorgang für alle Bauteile innerhalb des Familienwerkzeugs kann gleichzeitig starten oder

gleichzeitig enden, um Verzug oder Oberflächendefekte zu vermeiden. Deshalb kontrollieren druckgeregelte Schmelzeventile im Heißkanalsystem das erforderliche Spritzvolumen pro Bauteil, ähnlich wie individuelle Spritzgießmaschinen.

Das Herzstück: Ein Schmelzedruckregelsystem, das in Echtzeit reagiert

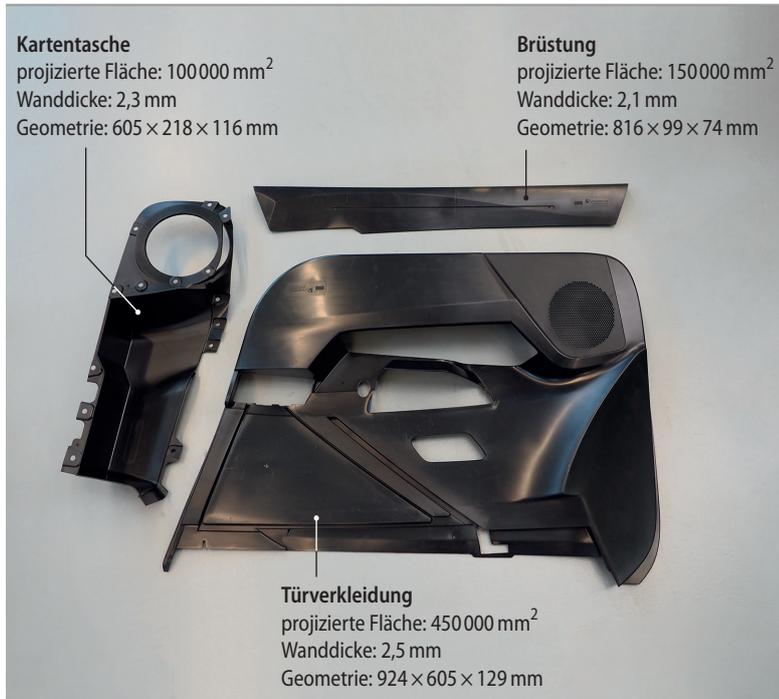
Eine wichtige Rolle beim intelligenten Spritzgießen spielt die Technologie Dynamic Feed, welche die individuelle Schmelzedruckregelung für einzelne Düsen oder Verteilerbereiche ermöglicht. Diese Technik tritt dem Problem entgegen, dass es bei Familien- und Stammwerkzeugen mit mehreren unterschiedlich großen Formnestern schwierig ist, allein mithilfe der zentralen Spritzgießparameter ein gleichmäßiges Füllverhalten für jedes Bauteil zu erzielen. Herausforderungen sind beispielsweise unterschiedliche Wanddicken bzw. Fließwegverhältnisse, die einen unterschiedlichen Schmelzedruck erfordern, oder unterschiedliche Schmelzevolumina, die bei zu frühzeitigem Erreichen des jeweiligen Fließwegendes zum lokalen Überladen der Einzelkavitäten führen können. Gleichzeitig wird das Werkzeug durch die unterschiedlich projizierten Flächen unsymmetrisch belastet, was die Werkzeugstandzeit verringert.

Dynamic Feed ermöglicht es sozusagen, für jede Heißkanaldüse oder jedes Verteilersegment ein eigenes Einspritzprofil einzustellen und das davon gespeiste Formnest oder den Formnestbereich individuell zu befüllen. Im Familien-Demowerkzeug sitzen die Schmelzeventile in einem Transducerblock zwischen Brückenverteiler und Unterverteiler. Durch Verändern des Fließquerschnitts wird das Einspritz- und Nach- »

Barnes Molding Solutions

Zur globalen Plattform von Barnes gehören:

- Foboha Germany GmbH: Formenbau mit Fokus auf „alles, wo es knifflig wird“. Dazu zählen Multikavitäten-, Mehrkomponenten-Dünnwandtechnik- und Würfel-Werkzeuge.
- Gammaflux Controls GmbH: Temperatur- und Kaskadenregelsysteme für die Kunststoffindustrie.
- Otto Männer GmbH: Entwicklung und Fertigung von Präzisionsformen und Nadelverschluss-Heißkanalsystemen.
- Priamus System Technologies: Intelligente Prozessüberwachungs- und Regelsysteme für das Spritzgießen. Zum Produktportfolio zählen Sensoren, digitale Verstärker und Softwaresysteme.
- Synventive Molding Solutions GmbH: Heißkanalsysteme, sowie Kontroll- und Temperaturregler für Spritzgießwerkzeuge vorwiegend in der Automotivebranche.
- Thermoplay: Heißkanalsysteme in Standard- und Sonderausführungen.



druckprofil beeinflusst. Dabei misst ein dem Schmelzeventil nachgeschalteter Drucksensoren im Fließkanal wirkenden Schmelzedruck und übergibt die Messdaten an einen Regler. Auf diese Weise ergibt sich ein Echtzeit-Schmelzedruckregelsystem, das für die individuelle Befüllung der Formnester sorgt.

Der feine Unterschied: Hier wird geregelt, nicht gesteuert

Das Besondere am Synventive-System? „Wir sind stolz darauf, unseren Kunden einen Closed-Loop-

Bild 2. Das Versuchs- und Entwicklungswerkzeug fertigt eine Baugruppe für die Türtafel. © Hanser/Schröder

Prozess anzubieten“, betont Irlenborn. „Das heißt, wir haben keine Steuerung, sondern eine Regelung.“ Anders als bei einer Steuerkette, die keine Kontrolleinrichtung für das Erreichen der Soll-Größe besitzt, wird bei einer Regelung die Soll-Größe permanent mit der Ist-Größe (Eingangs- und Ausgangsgröße) verglichen. Bei einer Regelung soll dadurch sichergestellt werden, dass der vorgegebene individuelle Soll-Schmelzedruck erreicht wird und im Prozess konstant bleibt. Für das Familienwerkzeug bedeutet das, dass jedes individuelle Spritzprofil in Echtzeit geregelt wird – und damit konstante Bauteil-Ergebnisse garantiert werden.

Verbesserung der Bauteiloberfläche mittels Software

Auch die mittlerweile dritte Generation der praxiserprobten Synflow-Steuerungssoftware kommt im Demowerkzeug zum Einsatz. Synflow erlaubt eine Kontrolle der Nadelöffnungsbewegung an jeder individuellen Heißkanaldüse und bietet mit einer Vielzahl an Einstellparametern insbesondere beim sequenziellen Spritzgießen und bei Familienwerkzeugen Möglichkeiten zur Formteiloptimierung (Bild 3). Durch die präzise hydraulische Steuerung jeder einzelnen Nadelöffnungsgeschwindigkeit und der Nadelöffnungsposition kann das System flexibel eingesetzt werden.

Vorteile in der Prozessführung bei Familienwerkzeugen liegen unter anderem in der individuellen Kontrolle der Füllbalancierung und des Nachdrucks und somit einer optimalen Füllung eines jeden Bauteils mit höchsten Ansprüchen an Maße, Schwindung und Verzug, bis hin zur Schließkraftreduzierung. Klassische Fehlerbilder

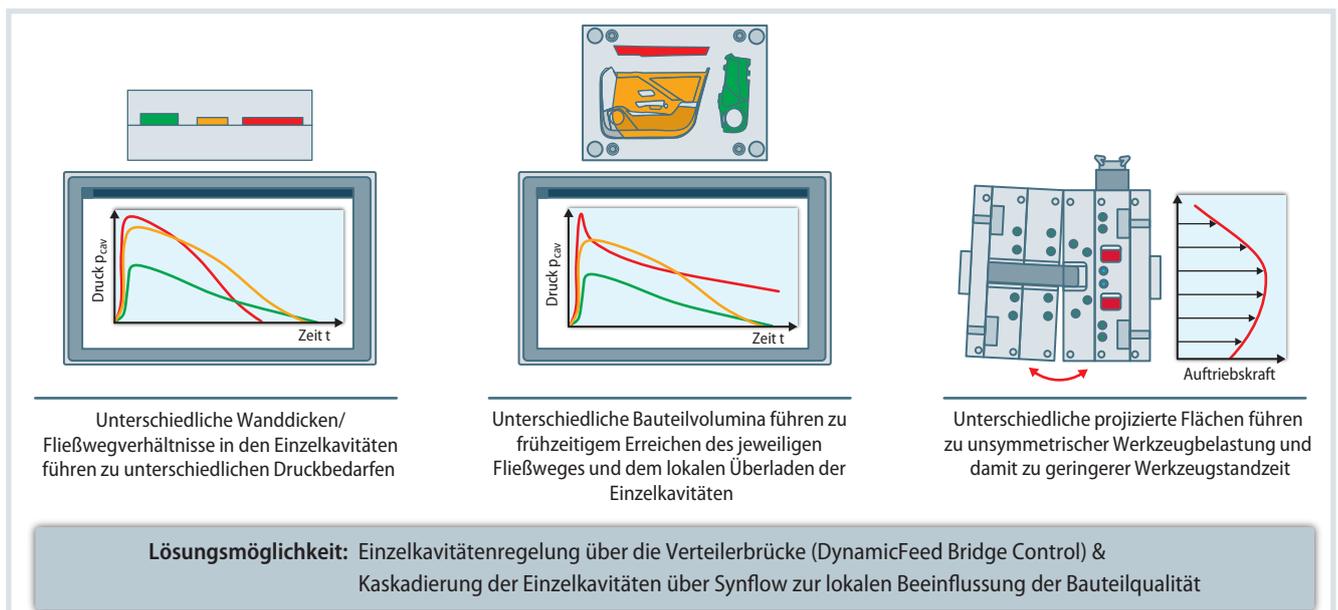


Bild 3. Herausforderungen bei der Auslegung von Familienwerkzeugen. © Synventive

wie Druckumschlagsmarkierungen, Hofbildung gegenüber der Direktanbindung, Einfallstellen nach der Lacktrocknung oder die verminderte Haftung nach Beschichtungen werden mit Synflow vermieden.

Prozesse transparent machen

„Für die Barnes-Familie ist die Unterstützung von Kunden in der Prozessoptimierung eine der Schlüsselkompetenzen der Zukunft“, betont Irlenborn. „Die Datenbasis aller Softwarelösungen sind die im Werkzeug und Heißkanal tatsächlich erzeugten Prozessdaten.“ Die Kavitäten des Familienwerkzeugs wurden daher mit direktmessenden Priamus-Temperatur- und -Drucksensoren ausgestattet. Zusätzliche Temperatur- und Drucksensoren überwachen das Werkzeug, den Heißkanalverteiler und die Nadelverschlussdüsen.

Die Signale der Priamus-Druck- und -Temperatursensoren (**Bild 4**) liefern ihre Daten an die haus-eigene Software Fill Control. Die Besonderheit dieser Temperatursensoren ist die Eigenschaft, die Schmelzefront zu erkennen. Die Füllung der Bauteile wird dabei in Echtzeit visualisiert. Die benötigte Zeit zur Einrichtung des Kaskaden-Spritzgießprozesses reduziert sich. Wenn die tatsächlichen Werte von den vorab festgelegten Soll-Werten abweichen, wird die Bauteilqualität durch die Überwachungsfunktionen bewertet sowie automatisch Schlechteile aussortiert. Fill Control kompensiert unterschiedliche Fließverhalten der Schmelze durch automatisierte Optimierung der Öffnungszeiten der Nadeln bei der Formfüllung.

Im vorgestellten Familienwerkzeug arbeiten folgende Systeme Hand in Hand: Synventive Dynamic Feed regelt den Volumenzufluss zu den Kavitäten durch Schmelzeventile im Heißkanal. Priamus Fill Control steuert die Öffnungszeiten der kaskadierten Verschlussnadeln. Synventive Synflow wiederum legt das Bewegungsprofil, sprich die Geschwindigkeiten der Nadeln beim Öffnen fest. Umgesetzt werden die Signale von einem G 24 Heißkanal-Temperaturregler von Gammaflux, ebenfalls ein Mitglied der Barnes-Familie. Last but not least wird das gesamte Werkzeug vom ebenfalls hauseigenen „moldMind“ überwacht. Das „digitale Cockpit für die Spitzgießform“ erfasst die relevanten Prozessdaten in Echtzeit und speichert sie manipulationssicher über den gesamten Lebenszyklus des Familienwerkzeugs. Das Gerät bietet sich auch als zentraler Speicherort für umfassende Werkzeugdaten, wichtige Dokumente und Reports, wie zum Beispiel alle Wartungsprotokolle. Für einen standort-unabhängigen Zugriff können die Daten in einer kundeneigenen Cloud oder ab Herbst 2022 in einer eigenen moldMind-Cloud gespeichert werden.

Bild 4. Macht den Unterschied: Einer der insgesamt 19 Sensoren, die im Werkzeug verbaut sind.

© Hanser/Schröder



Breites Anwendungsfeld

Das Versuchs- und Entwicklungswerkzeug bietet eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten:

- Es kann Langglasfasern verarbeiten,
- eignet sich zum Folienhinterspritzen,
- ist für das Spritzprägen einsetzbar und
- wurde für das physikalische Schaumspritzgießen (MuCell) vorbereitet.

Gerade, weil es so viele Möglichkeiten bietet, ist es wichtig, diese auch zu demonstrieren. Irlenborn: „Wir können hier vor Ort unseren Kunden den Mehrwert dieser Technologien nachweisen. Nur so können wir die Vorteile transparent machen. Wir können zum Beispiel die Schließkraft um bis zu 50 % reduzieren – nur über die Druckregulierung. Und auch den Nachdruck individuell regeln. Wir glauben, dass wir damit 10 bis 15 % der Zykluszeit einsparen können. Die Vorteile von Familienwerkzeugen liegen zum einem in Einsparungen durch geringere Investitionen in Werkzeuge und Maschinen. Zum anderen entfallen eine aufwendige Abstimmung des Glanzgrads und der Farbgebung bei einer Baugruppe, da in einem Schuss gefertigt wird. Wir sind überzeugt, dass Familienwerkzeuge mit der richtigen Prozessregelung in einem stabilen, flexiblen und kostengünstigen Prozess arbeiten.“ ■

Susanne Schröder, Redaktion

Info

Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter
www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com