

Zeitgemäße Spritzgießlösungen auf der K 2022, Teil 2

Inspirierende Momente

Ging es im ersten Teil unseres Messerückblicks vor allem um die omnipräsente Wechselwirkung zwischen Rezyklatverarbeitung und Assistenzsystemen, so zeigte sich bei genauerem Hinsehen: Die Aussteller hielten für das Fachpublikum auch einige Leckerbissen der Verfahrenstechnik bereit. Eine kleine Auswahl bei unserem zweiten Streifzug übers Messegelände.



Die B-Seite der im Schaumspritzgießverfahren hergestellten Türinnenverkleidung zeigt die Verstärkungsrippen hinter der Naturfasermatte und die angespritzte Kartentasche unten. © Frimo

Aha-Erlebnisse gehören unbedingt zu einem erfolgreichen Messebesuch. Viele kennen den inspirierenden Moment, wenn im Gespräch mit Ausstellern aus einer neuen Erkenntnis eine Idee für das eigene Geschäft erwächst. Der Messerückblick in der letzten Ausgabe hat offenbart, wie zunehmende Ressourcenknappheit und regulatorische Vorgaben, aber auch der Druck von Konsumentenseite den Weg in die Kreislaufwirtschaft weisen und damit Chancen für neue Technologien eröffnen. Mit diesem Beitrag folgt ein Blick auf einige auffällige Verfahrensweisen.

Mit dem Multi-Stationen-Konzept präsentierte LWB Steinl am eigenen Messestand ein nicht alltägliches Verfahren zur Elastomerverarbeitung. Der Clou: Der Spritzgießzyklus wird in Einzelprozesse getrennt, Heizphase, Entformung und Nachbearbeitung werden auf separate Stationen neben der Spritzgießmaschine

ausgelagert. Den Vorteil beschreibt Dominic Bauer, Vertriebsleiter der LWB Automation, so: „Indem wir Wechselformen verwenden, die ein Industrieroboter unmittelbar nach dem Einspritzen nacheinander zu externen Heiz- und Entformstationen transferiert, missbrauchen wir die Spritzgießmaschine nicht als Backofen. Denn die unproduktiven Nebenzeiten können nun für zusätzliche Einspritzzyklen genutzt werden.“

Parallel statt sequenziell

In seinen Grundzügen erinnert das Konzept an das 2009 von Zahoransky vorgestellte „Shuttle Molding“ für die Thermoplastverarbeitung, bei dem Werkzeugeinsätze ebenfalls im fliegenden Wechsel zwischen Spritzgießmaschine, Kühl- und Entformstation im Kreislauf geführt werden. Neben dem Zykluszeitgewinn bietet das Konzept auch bei

sinkenden oder schwankenden Abrufmengen Vorteile, weil einzelne Wechselformensets aus dem Umlauf genommen und freie Kapazitäten mit der Produktion ähnlicher Formteile aufgefüllt werden könnten, so Bauer.

Am LWB-Messestand war exemplarisch eine Zelle mit einer Spritzgießmaschine (LWB), vier Wechselformen, einem Sechachsroboter (Fanuc) und der Peripherie aufgebaut – in einer Fabrik können auch mehrere Roboter und Maschinen sinnvoll kombiniert werden. Die Prozessfolge beinhaltet einige Feinheiten: Wenn der Roboter nach dem Einspritzen des Elastomers das Werkzeug aus der Maschine entnimmt (**Bild 1**), muss der Greifer keine Kraft aufwenden. Der Greifarm fährt beidseits in zwei Keilleisten am Werkzeug, die Auftriebskraft in dessen Inneren drückt es dann nach Entriegelung in der Maschine an den Greifer. Der Roboterarm schwenkt das Werkzeug zu der regalartigen Heizstation und schiebt es dort in eines der Fächer. Die Heizstation wirkt zugleich wie eine Presse mit kurzem Hub und abgestimmter Schließkraft. Durch die Presskraft wird das Werkzeug etwas gestaucht und der Greifer somit wieder frei.

Während die Gummiteile – in diesem Fall je zwei unterschiedlich große zylinderförmige Teile aus EPDM mit Hinterschnitten – in der Heizstation vulkanisieren, wird ein anderes Werkzeug aus der Heiz- in die Entformstation übergeben. Da nach dem Ausbacken der Formteile keine Auftriebskraft mehr herrscht, ist die Entnahme problemlos möglich. Ein leeres Werkzeug wird abschließend wieder vor die Spritzgießmaschine geschwenkt und wartet auf den nächsten Zyklus. Damit die Transferprozesse effizient ablaufen können, hat der Roboterarm zwei Übernahmeköpfe, von denen der eine durch 180°-Drehung überneh-



Bild 1. Der Sechssacher entnimmt das Werkzeug nach dem Einspritzen aus der Vertikalmaschine und positioniert es in einer Heizstation (hier nicht im Bild), um die unproduktiven Nebenzeiten auszulagern. © Hanser/C. Doriát

men kann, wenn der andere bereits beladen ist.

Bindenähte aus faserverstärkten Bauteilen eliminieren

Bei bestimmten Formteilgeometrien ist die Entstehung von Bindenähten im Spritzgießprozess unvermeidlich. In diesen Bereichen, in denen bei der Werkzeugführung zwei Fließfronten aufeinandertreffen, sind die mechanischen Eigenschaften des Bauteils geschwächt, vor allem wenn es sich um faserverstärkte Kunststoffe handelt. Das liegt daran, dass die Fasern sich durch die Rotationsbewegung beim Zusammentreffen der Schmelzströme nicht in Fließrichtung orientieren und miteinander verzahnen können.

Eine Lösung für dieses Problem hat auf der K-Messe Smart Mold vorgestellt. Das Start-up ist eine Ausgründung der Universität von Padua, an der Sirmax, ein italienischer Hersteller von Compounds, inzwischen zu 50% beteiligt ist. Am Stand von Sirmax erläuterte Prof. Giovanni Lucchetta, Gründer von Smart Mold, die Zusammenhänge der neuartigen und bereits patentierten GAPP-Technologie (Gas Assisted Push Pull). Diese soll das Spritzgießen bei Geometrien, die zum Beispiel Kerne oder mehrere Anschnitte erfordern, ohne Bindenähte ermöglichen (**Bild 2**).

Üblicherweise wird das Ineinanderfließen zweier Schmelzströme umso mehr erschwert, je höher der Faseranteil ist, weil die Fasern die Beweglichkeit der Makromoleküle erheblich verringern und sich selbst meist senkrecht zur Fließrichtung orientieren. Laut Lucchetta beträgt die Festigkeit der Schweißnaht bei mit 50% Fasern gefüllten Verbindungen weniger als 20% des Werts, den unverstärkte Kunststoffe erreichen. Nur indem man einen Druckgradienten zwischen den aufeinandertreffenden Fließfronten während der Haltephase einführt, lassen sich die gegenseitige Durchdringung der Fließfronten forcieren und die lokale Morphologie an der Schweißnaht verbessern.

Um eine solch dynamische Packungsphase zu erreichen, setzt die GAPP-Technologie auf empirischem Wissen auf. Miniaturisierte Gasinjektoren, beidseits der Bindenaht platziert, und dazugehörige Überlaufkavitäten ermöglichen es, die Schmelze in der Kavität so zu manipulieren, dass sie die Bindenaht überwindet. Einen Vorteil hebt Lucchetta besonders hervor: „Aufgrund der geringen Größe der Gasinjektoren eignet sich diese Technologie auch für bestehende Werkzeuge, ohne dass teure Änderungen an der Form nötig wären.“ Die ersten Anwendungen verliefen erfolgreich: Die Bindenähte in der Kernschicht der aus einem PP-GF35 gefertigten Formteile

wurden beseitigt, Zugfestigkeit und Steifigkeit im vormaligen Defektbereich nahmen um 240% bzw. 21,5% zu, wodurch nahezu die Kennwerte des Verbundwerkstoffs erreicht wurden.

Individuelle Produktauswahl an der vernetzten Fertigungszelle

Mit mehreren Beispielen für eine automatisierte, individualisierte und in Teilen digitalisierte Fertigung demonstrierte Dr. Boy, wie das Unternehmen in den letzten Jahren von der Produktion kleiner Spritzgießautomaten am Fließband zum Lieferanten ganzer Fertigungssysteme wuchs. Wie zum Beleg veranschaulichte ein Exponat die zunehmende Konnektivität der Spritzgießmaschinen in einer komplexen Industrie-4.0-Anwendung. Auf einer Vertikalmaschine Boy 60 E VV wurden verschleißbare Behälter aus Polypropylen (PP) gefertigt. Mit einem Eingabefeld an einem Display konnten Besucher eine Auswahl zwischen mehreren kleinen Geschenkartikeln treffen, die innerhalb der auf dem hinteren Maschinenteil angedockten Automationszelle (Hersteller: Gosewehr Robot Automation) in Vorratskisten vorgehalten wurden. Ein in der Automationszelle installierter Sechssachsroboter (Stäubli) befüllte die frisch gespritzten Boxen dann mit den jeweils gewünschten Beigaben (**Bild 3**).

Zu Beginn eines Zyklus wird eine IML-Folie (In-Mold Labeling) in das Werkzeug eingelegt und auf der Deckelseite des Behälters hinterspritzt. Nach dem Spritzgießprozess entnimmt ein Linearroboter die Geschenkbox aus dem Werkzeug und übergibt sie an den Sechssachsroboter. Dabei wird die Box gedreht und mit der Öffnung nach oben definiert »

Fortsetzung folgt

Über weitere Highlights aus der Spritzgießwelt, die auf der K 2022 für Gesprächsstoff sorgten, werden wir in den kommenden Ausgaben berichten.

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

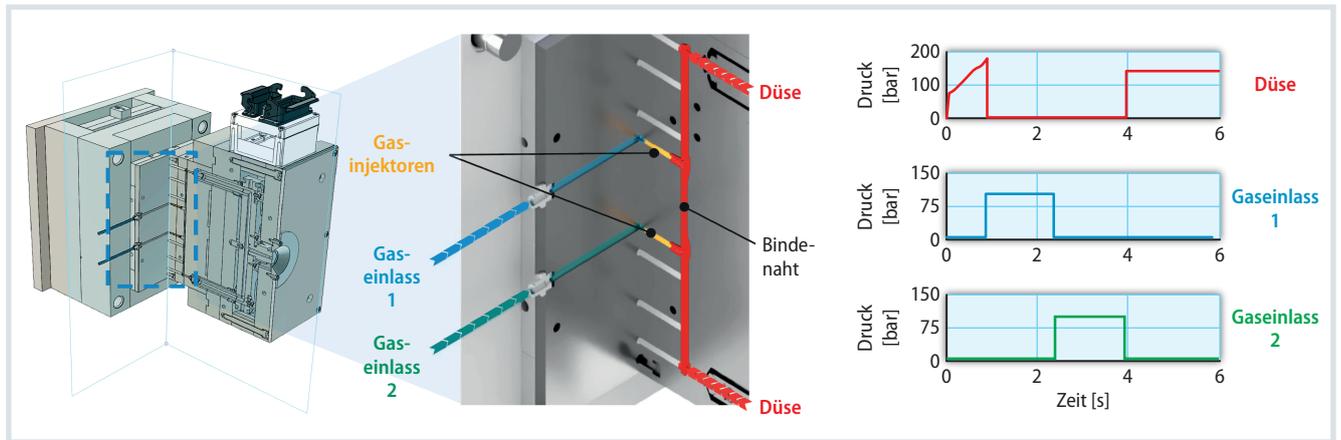


Bild 2. Die GAPP-Technologie eliminiert Binde-nahte und verbessert die mechanischen Bauteileigenschaften erheblich. Dazu wird während der Verdichtungsphase Stickstoffgas eingesetzt, um die Schmelzfronten durch die Schnittstelle der Verbindungslinie zu bewegen. Quelle: Sirmax; Grafik: © Hanser

abgelegt. Bevor der Sechssachser die Artikel gemäß Kundenwunsch aus den Vorratsbehältern entnimmt, werden Position und Orientierung der Artikel über ein Kamerasystem mit Bildauswertung bestimmt und bei Bedarf durch eine Rüttelplatte korrigiert. Sind die ausgewählten Artikel in der Geschenkbox abgelegt, schließt der Roboter den Deckel und lässt sie über eine Rutsche dem Besucher zukommen.

Spritzgießmaschine, Dreiachs-Handlingergerät, Sechssachsroboter sowie das digitale Eingabegerät und das für die Teileerkennung beim Befüllen der Boxen notwendige Kamerasystem sind steue-

rungstechnisch miteinander verknüpft. Alfred Schiffer, geschäftsführender Gesellschafter bei Boy, dazu: „Mit dieser Anwendung wollen wir verdeutlichen, dass unsere Spritzgießautomaten nicht nur präzise, vielfältige und langlebige Kunststoffteile herstellen, sondern auch vollständig in automatisierte Produktionslinien und komplexe Herstellungsabläufe integriert werden können.“

Nicht weniger aufwendig war eine Fertigungszelle, in der auf einer Boy 35 EW Universal-Bithalter mit einem glasfaserverstärkten Polyamid zu einem handlichen Griff umspritzt wurden. Das von Boy selbst entwickelte Linearhandling

LR 5 entnimmt den Griff aus dem Werkzeug und legt ihn in einer Kühlstation ab. Sodann übergibt der Roboter einen zwischenzeitlich abgekühlten T-Griff an einen Bestückungsautomaten, in dem vier Werkzeug-Bits in die Sechskantöffnungen des Griffs eingeschoben werden. Auch hier konnten die Besucher an einem Eingabeterminale aus den angebotenen Bits individuell auswählen.

Hochwertige Oberfläche ohne zusätzlichen Energieaufwand

Gemessen an seinen Vorteilen wird das Thermoplast-Schaumspritzgießen (TSG) trotz des einfach zu bedienenden Zusatz-equipments noch immer viel zu selten praktiziert. So viel ist bekannt: Außer dass das Verfahren im Vergleich zum Kompaktspritzgießen den Materialverbrauch reduziert, senkt es auch den Energie- und Schließkraftbedarf, denn das in der Schmelze gelöste Treibmittel erhöht deren Fließfähigkeit. Zudem ermöglicht der ortsunabhängig wirkende Schäumdruck das Ausformen dickerer Rippen. Diese Effekte lassen sich für eine Reduktion der Wanddicke nutzen, was wiederum die Kühl- und damit Zykluszeit verkürzt.

Was einer breiteren Anwendung vermutlich oft im Wege steht, sind die ebenfalls weithin bekannten, verfahrensbedingt auftretenden Oberflächendefekte wie Silberschlieren. Diese lassen sich nur mit einem gewissen Zusatzaufwand vermeiden, zum Beispiel durch eine dynamische (variotherme) Wechseltemperierung. Ein Novum präsentierten auf der Messe nun Engel und der Automobilzulieferer Faurecia: Mit dem von Faure-

Bild 3. Die im Vordergrund sichtbare frisch gespritzte blaue Box wird vom Roboter mit kleinen Geschenken bestückt, die der Messebesucher zuvor individuell an einem Display ausgewählt hat.

© Dr. Boy



cia Interiors und Eschmann Textures International gemeinsam entwickelten „MicroJect Advanced“-Verfahren ist es möglich, geschäumte Sichtbauteile mit einer hochwertigen Class-A-Oberfläche ohne zusätzlichen Energieaufwand zu erzeugen.

Um das Potenzial dieser Technologie vorzuführen, wurden auf einer Spritzgießmaschine Engel duo 1000 mit einem MuCell-Aggregat von Trexel großflächige Musterteile mit einer anspruchsvollen Oberflächenstruktur produziert. Das im Vorfeld der Messe angekündigte Werkzeug für ein Fahrzeugtürmodul war kurzfristig nicht einsatzbereit, die damit bei Faurecia hergestellten Bauteile waren jedoch ausgestellt. Hier zeigten sich die üblichen Schaumsehler, Bindenähte, Tigerstreifen und Glanzunterschiede nur auf der Rückseite des Bauteils, die Sichtseite beeindruckte mit sehr feinen unterschiedlichen Texturen und Designoberflächen, die direkt im Spritzgießwerkzeug entstehen (**Bild 4**).

Wie das Ganze funktioniert, erklärt Dr. Alexander Roch, Injection Team Leader Global Technology & Standards bei Faurecia: „Die Kavität ist mit einer technischen Keramik beschichtet, die während des Einspritzvorgangs als kurzzeitige Wärmebarriere wirkt. Auf diese Weise bleibt die Schmelze an der Kavitätswand gerade so lange im plastischen Zustand, bis sich ein ausreichend hoher Werkzeuginnendruck aufgebaut hat, um die Oberfläche zu glätten.“ Man könne dies als eine Art passiven Variothermprozess bezeichnen. „In eine Keramikbeschichtung kann ein Laser wesentlich filigranere und komplexere Texturen einbringen als in eine Stahloberfläche. Das Verfahren bietet somit völlig neue Designmöglichkeiten für die Oberfläche von Kunststoffbauteilen“, so Roch weiter.

Gewichtsreduktion durch alternative Materialien und Know-how

Auch im letzten Exponat geht es um eine Variante des physikalischen Schäumens, vorgeführt ebenfalls auf einer Großmaschine, in diesem Fall einer MacroPower 1100/12800 von Wittmann Battenfeld, die mit einem energiesparenden drehzahlgeregelten Servomotor und einer Konstantpumpe ausgestattet ist. Bei der Herstellung einer Türinnenverkleidung (**Titelbild**) mit einem 1-fach-Werk-



Bild 4. Kunststoff, Farbe und Abformung in einem keramikbeschichteten Werkzeug ergeben eine zum Teil textile Anmutung (rechts). Verschiedene Texturen können in einem Bauteil kombiniert werden (oben), nur die Rückseite (links) zeigt die Oberflächendefekte vom Schäumen. © Hanser/C. Doriat

zeug von Frimo hat man einen doppelten „Leichtbaueffekt“. Zum einen besteht die Türverkleidung lediglich aus einer leichten Naturfasermatte, an die eine Kartentasche und eine dünne Stützstruktur angespritzt werden. Zum zweiten wird das dafür verwendete Material (Typ: Borcycle EE1300SY, Borealis), ein zu 15 % mineralisch verstärktes PP mit einem Anteil von 30 % PCR (Post-Consumer-Rezyklat), durch Einsatz des patentierten Cellmould-Verfahrens geschäumt.

„Ein Herstellprozess wie dieser läuft eigentlich auf einer vertikalen Presse. Hier verarbeiten wir erstmals eine Naturfasermatte als tragende Struktur mit einer horizontalen Standard-Spritzgießmaschine und Beschnitt im Werkzeug“, sagt Rainer Janotta, Leiter Business Development BU Form & Trim bei Frimo. Bei dieser Anwendung nimmt ein Wittmann-Roboter WX152 die vorgeschrittenen Naturfasermatten aus einem Pufferstapel auf und hängt sie in eine IR-Heizstation. Die aufgeheizten Matten werden mit einem Kombigreifer, dessen anderer Teil für die Bauteilentnahme ausgelegt

ist, in die stationäre Hälfte des Spritzgießwerkzeugs eingebracht und dann beim bzw. nach dem Schließen des Werkzeugs umgeformt, gestanzt und hinterspritzt. Schließlich hebt der Roboter das fertige Bauteil und den Beschnitt der Matte aus dem Werkzeug, während am Greifer bereits die vorgewärmte Naturfasermatte auf den nächsten Zyklus wartet. Das Bauteil gelangt zur Ablageposition, der Beschnitt fällt in einen Abfallbehälter.

„Der untere Teil der Türverkleidung kommt spritzblank aus der Maschine, der obere mit der Faserplatte wird beim OEM presskaschiert“, erklärt Janotta. „Die Matte besteht zu je 25 % aus Flachs und Kenaf und zu 50 % aus PP virgin. Aus der geringeren Dichte ergibt sich bereits ein Teil der Gewichtsersparnis. Dazu kommt, dass die feinzellige Schaumstruktur in Kartentasche und Rippen das Gesamtgewicht zusätzlich um 11 % reduziert.“ Im Übrigen sei das Bauteil, so viel Nachhaltigkeit muss sein, zu 100 % recyclingfähig. Dies habe eine Studie von Volvo für ein ähnliches Teil belegt. ■

Dr. Clemens Doriat, Redaktion