

**PUR-Verarbeitung.** Mit der Erfindung des reaktiven Werkstoffs Polyurethan 1937 durch Otto Bayer wurde das damalige Portfolio an Kunststoffen entscheidend erweitert. Schnell konnte sich PUR gegenüber anderen Kunststoffen behaupten und ist heute für verschiedene Anwendungen nicht mehr wegzudenken. Doch auch 75 Jahre nach der Erfindung bietet PUR dank seiner vielseitigen Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten ein hohes Innovationspotenzial. Vor allem im Bereich des Leichtbaus und in der Steigerung der Produktionseffizienz werden zurzeit neue Akzente gesetzt.

# Jubiläum der Vielseitigkeit

**SIMON LATZ  
CHRISTIAN HOLZ**

Eine spezielle Injektionsmethode zur Verarbeitung von PUR, bei der das Werkzeug zur Herstellung von Sandwichpaneelen im diskontinuierlichen Prozess mit einem Vakuum beaufschlagt wird, führte die Cannon S.p.A., Mailand, Italien, bereits 1998 ein. Diese vakuumunterstützte Technologie, genannt Cannon V.A.I. (Vaccum-Assisted Injection), wurde nun erfolgreich auf den Bereich der komplexen Bauteilgeometrien für Kühlschränke erweitert und zur Herstellung von Weißer Ware in Betrieb genommen.

Bei der V.A.I.-Technologie (**Bild 1**) wird ein kontrolliertes Maß an Vakuum in einem leeren Kühlschrankgehäuse hergestellt, das zuvor in der Spannvorrichtung positioniert wurde. Der Unterdruck vereinfacht das Füllen der Kavität und das Aufschäumen des PUR-Materials. Zusätzlich ergeben sich laut Unternehmensinformation weitere Vorteile:

- Die Dichteverteilung wird im gesamten Kühlschrank-



**Bild 1. Cannon-V.A.I.-Anlage zur effizienten Verschäumung von Kühlschränken** (Foto: Cannon)

gehäuse optimiert bzw. homogenisiert.

- Die Polymerisationszeit pro Bauteil kann nahezu halbiert werden, da hochreaktive Systeme verwendet werden können. Die Produktivität wird signifikant erhöht.
- Der Wärmedurchgangskoeffizient der so geschäumten Isolierung ist aufgrund der feinen und gleichmäßigen Zellstruktur sehr niedrig. Erreicht werden diese Vorzüge durch die Partnerschaft mit der Dow Chemical Company, Midland, USA, und deren angepasstem Materialsystem mit der Handelsbezeichnung Pascal. Mithilfe dieser Polymer-

chemie reduziert sich die Wärmeleitfähigkeit des Schaums bei gleichbleibender Dichte, aber kürzerer Polymerisationszeit. Bemerkenswert für dieses Verfahren ist auch, dass selbst sehr schnell reagierende PIR-Systeme ohne Einschränkungen verarbeitet werden können.

Auch im Bereich der Entwicklung von Mischköpfen für Hochdruckdosieranlagen zeigt Cannon fortwährende Aktivitäten. Nach dem düsenlosen Mischkopf Cannon JL gibt es nun den Mischkopf Cannon FPL SR, der eine Weiterentwicklung des klassischen FPL darstellt. Da bei der Herstellung von Kühlschränken, wie

bereits erwähnt, der Trend zu hochreaktiven Systemen geht, werden von der Industrie höhere Austragsleistungen verlangt. Um nicht alle vorhandenen Werkzeugformen für größere Mischköpfe modifizieren zu müssen, wurde beim FPL SR die Austragsleistung bei gleichem Durchmesser des Auslaufrohrs erhöht und zusätzlich die Mischkammer optimiert.

## Integrative Fertigungsverfahren

Bei hochwertigen Kunststoffprodukten aus dem Automotive- oder Consumer-Bereich sind die Anforderungen häufig so hoch, dass sie nicht durch ein Material allein zu erfüllen sind. Um den Anforderungen des Marktes dennoch entsprechen zu können, werden häufig Verbundbauteile eingesetzt, deren Komponenten unterschiedliche Funktionalitäten besitzen. Gleichzeitig steigt jedoch die Komplexität der Fertigung durch zusätzliche Prozessschritte wie Lackieren, Kaschieren oder Verkleben, die die Wirtschaftlichkeit des genutzten Verfahrens vermindern. Deshalb bietet die KraussMaffei Technologies GmbH, München, verschiedene integrative Technologien, die insbesondere im Bereich

**ARTIKEL ALS PDF** unter  
www.kunststoffe.de  
Dokumenten-Nummer KU111133



**Bild 2. Motorhaube eines Nutzfahrzeugs, die im LFI-Verfahren und durch In-Mold Painting hergestellt wird** (Foto: KraussMaffei)

der Oberflächenveredelung mit PUR eine kosteneffiziente Produktion ermöglichen. Zu den bekannten Verfahren zählen das SkinForm- und das ColorForm-Verfahren, bei denen thermoplastische Bauteile mit einer PUR-Oberfläche versehen werden. Darüber hinaus bietet der Münchener Anlagenbauer auch integrative Lösungsideen für die Leichtbautechnologie. Durch eine Kombination aus LFI-PUR-Sprühverfahren (Long Fiber Injection) und dem In-Mold Painting (IMP) lassen sich faserverstärkte PUR-Bauteile herstellen, die im Werkzeug mit einer dekorativen Beschichtung versehen werden. Das Verfahren eignet sich zur Herstellung großflächiger Strukturbauteile mit einer Hochglanzoberfläche und wird beispielsweise zur Fertigung von Traktorhauben eingesetzt (**Bild 2**). Da KraussMaffei neben der Reaktionstechnik auch Systemlösungen zur Automation und für Spritzgießmaschinen herstellt, können komplette Fertigungszellen für Kunststoffbauteile mit hochwertigen Oberflächen aus einer Hand angeboten werden.

### Effizienzsteigerung bei bewährten Prozessen

Auch die Hennecke GmbH, Sankt Augustin, treibt die Ent-

wicklung PUR-basierter Leichtbaulösungen voran und erweitert das Produkt-Portfolio für die PUR-CSM genannte Faser-Sprühtechnologie. So ist für diesen Prozess ein neues wartungsfreundliches Glasfaser-Schneidwerk entwickelt worden, das gänzlich ohne Messerwalze und Klingen auskommt (**Bild 3**). Dadurch sinkt der Verschleiß durch abrasive Glasfasern deutlich, und als Folge steigt die Standzeit im Vergleich zu Standard-Schneidwerken um das Zehnfache. Die Häufigkeit von Produktionsunterbrechungen wird somit deutlich gesenkt und reduziert sich fast ausschließlich auf den Wechsel der Rovings. Dank der modular aufgebauten Anlagentechnik kann der Mischkopf an bestehenden Produktionslinien nachgerüstet werden.

Darüber hinaus hat Hennecke das bekannte Hochdruck-Dosiermaschinenkonzept des Typs Topline mitsamt vielen Komponenten als Basis genutzt und darauf aufbauend die Microline zur Verarbeitung von Kleinstmengen entwickelt. Der Bereich der Austragsleistung ist variabel und liegt je nach Bauart zwischen circa 2,5 g/s und 130 g/s je Komponente. Da unterschiedliche Mischköpfe montiert werden können, ist die Anlage vielseitig nutzbar. Das Hauptanwendungsgebiet für die Micro- →



**Bild 3. Nahezu verschleißfreies Schneidwerk für das CSM-Fasersprühen**  
(Foto: Hennecke)

line ist die Herstellung hochwertiger PUR-Komponenten für den automobilen Innenraum, hinterschäumte Artikel oder kleinste Formteile. Zusätzlich ist die neue Dosieranlage so konstruiert, dass sie für verschiedene Verfahrensvarianten der PUR-CSM-Sprühtechnologie oder für Dichtschaum-Anwendungen genutzt werden kann. Die Microline ist in verschiedenen Baugrößen erhältlich, wobei alle elektrischen und mechanischen Baugruppen zusammen auf ein gemeinsames Maschinengestell montiert werden. Eine effiziente Temperierung ist durch ein angepasstes Konzept mit ständiger Durchströmung des Pumpensaugraums gewährleistet. Die Bedienung erfolgt über ein frei positionierbares Schaltpult mit einem 15-Zoll-Touchscreen-Display.

### Lösungsansätze für die Großserienproduktion

Im derzeit hochaktuellen und vielbeforschten Segment der Composites-Technologien hat die Frimo Group GmbH, Lotte, zusammen mit dem Kooperationspartner Huntsman Corporation, Salt Lake City, USA, und dessen Vitrox-Technologie einen neuen Denkansatz entwickelt, mit dem die Herstellung von Faserverbundteilen im Großserieneinsatz wesentlich wirtschaftlicher und gleichzeitig technisch robuster ist.



**Bild 4. Elektrisch angetriebene Formenträger mit Pneumatikdruckkissen**  
(Foto: Frimo)

Bisher stellt die branchenübliche Philosophie die Reduzierung der Zykluszeit je Produktionseinheit in den Vordergrund, um die wirtschaftliche Großserienproduktion von Faserverbundbauteilen zu ermöglichen. Die gewollt kurzen Zykluszeiten lassen sich dabei durch Rohstoffe realisieren, die so schnell miteinander reagieren, dass sie bereits während der Injektion ihre Viskosität ändern. Daraus resultieren in der Anwendung sehr aufwendige Dosiertechnologien und Pressen mit bis zu mehreren tausend Tonnen Schließkraft, um dem resultierenden Werkzeuginnendruck von mehr als 100 bar bei großflächigen Strukturteilen entgegenzuwirken. Gleichzeitig nimmt die Prozessanfälligkeit hinsichtlich Mikrobläs-

chen, Faserverschiebungen, Anguss- und Evakuierungssystem zu.

Demgegenüber wird bei der Nutzung der Vitrox-Technologie die Viskosität des Reaktionsgemisches während der Injektion so niedrig gehalten, dass sich Innendrucke von weniger als 10 bar realisieren lassen. Gleichzeitig werden bei einem isothermen Prozessverlauf Entformungszeiten, ab Injektionsende, von weniger als 3 min ermöglicht. Die kurzen Zykluszeiten und die geringeren Investitionskosten für

ten und hinterschäumten Teppichen entkoppeln und seriell im Produktionsfluss gestalten. Trotz des großen Parallelhubs von 1100 mm können die jeweils geschlossenen Werkzeuge um bis zu 100° schwenken, um durch optimale Schäum-, Entlüftungs- und Reaktionslagen höchste Produktqualitäten zu erzielen.

### Fazit

Neben Innovationen in der klassischen PUR-Verarbeitung und der Herstellung geschäumter Artikel werden kontinuierlich neue Verfahren und Techniken entwickelt. Ein großer Teil dieser Technologien dient dabei zur Fertigung von faserverstärkten Verbundbauteilen. Es scheint, dass die PUR-Verarbeiter und Anlagenhersteller neue Wege zur großserientauglichen Herstellung von FVK-Bauteilen gefunden haben. ■

### DIE AUTOREN

DIPL.-ING. SIMON LATZ, geb. 1982, forscht auf dem Gebiet der PUR-Technologie und beschäftigt sich insbesondere mit schäumenden Systemen.

DIPL.-ING. CHRISTIAN HOLZ, geb. 1984, ist ebenfalls in der PUR-Forschung tätig und befasst sich mit kompakten Systemen und Sonderverfahren.

### SUMMARY ANNIVERSARY OF VERSATILITY

PU PROCESSING. The invention of the reactive material polyurethane (PU) by Otto Bayer in 1937 represented a significant expansion of the portfolio of plastics available at that time. PU was able rapidly to gain an established position among the other plastics, and has since become irreplaceable in many applications. But 75 years after its invention, PU still offers high innovation potential thanks to its versatile properties and variety of applications. New trends are currently being set particularly in lightweight construction and improved production efficiency.

Read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and on [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)