

Schlagabtausch. In einem sachlich geführten Schlagabtausch gehen zwei Segmentleiter von KraussMaffei der Frage nach, welches System der Automobilbranche mehr Vorteile bietet – das Spritzgießen faserverstärkter Thermoplaste oder die Produktion von Strukturbauteilen auf dem Weg der Reaktionstechnik? Wie schwer es ist, darauf die richtige Antwort zu finden, macht die kontroverse Diskussion deutlich.

Spritzgießen oder Reaktionstechnik für Automobilteile?

Die Suche nach neuen Leichtbaustrukturen stellt Konstrukteure aus der Automobilindustrie immer häufiger vor die Frage, ob Kunststoffteile – natürlich auch faserverstärkte – im vergleichsweise schnellen Spritzgießverfahren hergestellt werden sollen oder mithilfe eines etwas langwierigeren, doch ebenfalls großserientauglichen Reaktionsverfahrens. Um die Hintergründe einer rationellen Entscheidungsfindung zu erhellen, steigen Frank Peters, Vice President Sales Spritzgießtechnik bei KraussMaffei, und Nicolas Beyl, Leiter des Segments Reaktionstechnik im selben Unternehmen, in den Diskussionsring. Beide Manager gehörten früher dem jeweils anderen Geschäftsbereich an und haben erst kürzlich die Seiten gewechselt, da bleibt kein Spielraum für Argumente wider besseres Wissen. Peters eröffnet den Schlagabtausch und legt den Finger gleich in eine tiefe Wunde.

Peters: Die schnellen Zykluszeiten im Spritzgießen liegen zwischen wenigen Sekunden und etwa einer Minute, da liegt die Reaktionstechnik heute noch deutlich darüber.

Beyl: Trotzdem sehe ich Chancen, dass sich in einem gewissen Zeithorizont auch RTM-Systeme mit Zeiten von zwei Minuten und darunter fertigen lassen. Je nach Größe der Teile sind beim LFI-Verfahren (*Anm. d. Red.:* Long Fiber Injection) Zykluszeiten von drei bis vier Minuten erzielbar, selbst bei sehr großen Teilen liegen sie kaum über sieben bis zehn Minuten. Solche Teile, die mitunter mehrere Quadratmeter groß sind, können im Spritzgießverfahren ohnehin nicht mehr wirtschaftlich hergestellt werden.

Dabei verweist Beyl auf das 4,5 Quadratmeter große Dachmodul für einen amerikanischen Mähdrescher, das ein US-Zulieferer aktuell endkonturnah mit einer Oberfläche in Wagenfarbe produziert. Ein derart großes Teil mit geschnittenen, nicht gerichteten Langfasern lässt sich mit der Spritzgießtechnik nicht zu



Die kompakte Fertigungszelle zum Um- und Hinterspritzen von Organblechen kommt mit einem Linearroboter aus und liefert einbaufertige Strukturbauteile



Zur Herstellung dieses Musterteils für einen Seitenaufprallschutz wurde ein Organblech mit einem faserverstärkten Polyamid hinterspritzt

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU111291



Vice President Sales Frank Peters (47, links) vertritt die Spritzgießtechnik, Spartenchef Nicolas Beyl (46) das Segment Reaktionstechnik bei KraussMaffei. Beide kennen aus ihrer beruflichen Vergangenheit auch die jeweils andere Seite

vergleichbar niedrigen Kosten herstellen. Im LFI-Fertigungsprozess wird zunächst die Form mit Lack ausgespritzt, bevor der Mischkopf mit dem servomotorisch angetriebenen Faserschneidwerk die bereits mit PUR imprägnierten Langfasern in das offene Werkzeug einbringt.

Beyl: Dabei bieten wir den Konstrukteuren durch die extrem guten mechanischen Eigenschaften und das leichte Gewicht viele Freiheitsgrade für die strukturelle Optimierung des Fahrzeugaufbaus. Mit hohen Faseranteilen lassen sich beim RTM-Verfahren Festigkeiten und Steifigkeiten erreichen, die sogar Stahlteile übertreffen können.

Peters: Mit unserem FiberForm-Prozess zum Um- und Hinterspritzen von eingelegten Organoblechen erreichen wir zwar nicht ganz dieses Festigkeits- und Leichtbauniveau, aber wir bieten großserientaugliche Produktionsanlagen bis etwa 300 000 Teile pro Jahr, die sich nur unwesentlich von bewährten

» Die Bauteile kommen quasi einbaufertig aus der Maschine. «

Spritzgießmaschinen unterscheiden. Was die Geometrie in drei Dimensionen betrifft, bietet die Spritzgießtechnik jedoch wesentlich mehr Möglichkeiten zur Bauteilgestaltung, indem sie zum Beispiel auch Durchbrüche ermöglicht. Ein ganz wesentlicher Punkt: Die Bauteile kommen quasi einbaufertig aus der Maschine.

Beyl: Bei Prozessen, die in das offene Werkzeug arbeiten, können wir sehr einfach das Faser-Matrix-Verhältnis entsprechend den durch das Bauteil führenden Kraftlinien variieren. Hoch belastete Bereiche wie Anschraubstellen erhalten dabei einen höheren Faseranteil, der bis zu 70 Prozent betragen kann. Nach wenigen Minuten ist ein Dach bis auf wenige nachfolgende Arbeitsschritte wie etwa das Beschneiden oder Fräsen von Aussparungen fertig.

Peters: Die Reaktionstechniker müssen bei solch großen Teilen jedoch aufpassen, dass die Reaktion nicht einsetzt, bevor die Form gefüllt ist.

Beyl: Das stimmt natürlich, aber das haben wir durch die Temperaturführung der Werkzeuge und die Zugabe von Reaktionsverzögerern sicher im Griff. Ein weiterer Pluspunkt, den wir vor allem bei hoch belasteten Leichtbau-Strukturteilen dem Spritzgießprozess voraushaben, ist die Möglichkeit, Langfasern zu verarbeiten.



Labor-Produktionsanlage für das HD-RTM-Verfahren mit Dosiereinheit RimStar Thermo, HD-RTM-Mischkopf und Formträger SFT-MX600

Fakt ist: In diesem Punkt sind dem Einsatz von Spritzgießmaschinen, die nur Kurzfaserganulate bis maximal 15 Millimeter aufschmelzen können, wesentlich engere Grenzen gesetzt. Ausnahme: Der IMC, von dem gleich die Rede sein wird.

Beyl: Beim LFI-Verfahren können wir geschnittene, nicht gerichtete Langglasfasern von 12 bis 100 Millimetern Länge einbringen, sodass wir bei Großteilen eine sehr hohe Steifigkeit erreichen. Und in Verbindung mit einem Sechssachsroboter, der die Faserlegeeinheit führt, erreichen wir auch klar reproduzierbare Belastungsprofile der Bauteile. Außerdem hat das Verfahren gegenüber anderen Produktionstechniken zur Herstellung faserverstärkter Strukturbauteile den Vorteil, dass kaum Faserabfall entsteht, wie dies zum Beispiel bei der Verarbeitung von Gewebematten der Fall ist. Das ist insbesondere bei hochwertigen Carbonfasern von Bedeutung.

Peters: Längere Fasern im Bauteil erreichen wir ganz ohne Faserabfall auch mit dem IMC-Spritzgießcompounder. In dieser Kombination aus Compoundier-Extruder und Spritzgießmaschine werden Thermoplaste aufgeschmolzen, mit Glasfasern aus Endlosrovings vermengt und direkt zu Bauteilen gespritzt. Darüber hinaus erzeugen wir noch Oberflächen höchster Güte und stellen zugleich montagefertige Teile her, die praktisch keine weitere Nacharbeit erfordern. Und gerade die Anforderungen an optisch und haptisch hochwertige Oberflächen zeigen,



Das im LFI-PUR-Verfahren hergestellte zweiteilige Dach für einen Mähdrescher mit 2,4 x 2,2 m Außenmaß wiegt weniger als 23 kg

wie kompromisslos die Anforderungen von Pkw-Herstellern sind.

Beyl: Herr Peters, Sie wissen aber genau, dass auch wir bei reaktiv hergestellten PUR-Teilen High-End-Oberflächen erzielen können, wenn wir einen In-Mold-Painting-Prozess oder Dekorfolien einsetzen, so wie wir das beim Kühlergrill eines großen Nutzfahrzeugherstellers und dem vorher erwähnten Dachmodul realisiert haben. Allerdings, das gestehe ich ein, sollten dabei die jährlichen Produktionsmengen, je nach Bauteilgröße, zwischen 10 000 und 120 000 Stück liegen. Dazu passt die Tatsache, dass die entsprechenden Produktionssysteme für geringe Stückzahlen nur annähernd die Hälfte eines ausgewachsenen Spritzgießsystems kosten.

Peters: Dem möchte ich hinzufügen, dass man für beide Systeme bei etwa 50 000 Teilen pro Jahr eine vergleichbare Investition veranschlagen kann. Darüber hinaus hält auch der Spritzgießprozess Lösungen zur Herstellung geschäumter Bauteile bereit. Mit ihnen lassen sich Material und Bauteilgewicht einsparen, doch werden sie allzu oft ausschließlich mit der Reaktionstechnik in Verbindung gebracht. Mit dem MuCell-Verfahren können wir auf dem Weg des Thermoplast-Schaumspritzgießens bei Gewichts- und Materialeinsparungen von rund

» Die Belastungsprofile der Bauteile sind klar reproduzierbar. «

20 Prozent ebenfalls Teile mit hoher Steifigkeit bei zugleich hervorragender Dimensionstreuung erzeugen.

Im MuCell-Verfahren wird die Thermoplastschmelze in der Spritzgießmaschine vorzugsweise mit Stickstoff im überkritischen Zustand beaufschlagt. Durch den Druckabfall beim Einspritzen expandieren die zuvor komprimierten Gasbläschen, schäumen die Schmelze auf und bilden eine überwiegend mikrozelluläre Schaumstruktur im Bauteil.

Peters: Die Gasinjektion bewirkt außerdem, dass die Schmelze leichter fließt. Weil sich dadurch der Spritzdruck verringert, kann auf den Nachdruck oft ganz verzichtet und die Zykluszeit um bis zu 15 Prozent verkürzt werden. Der geringere Spritz-



Im SkinForm-Verfahren hergestellte Türinnenverkleidung mit PUR-Oberflächen in drei verschiedenen Farben



Die Prozesse der Spritzgieß- (IMM) und Reaktionstechnik (RPM) ergänzen sich ideal, um die vielfältigen Anforderungen bei Kunststoff-Leichtbauteilen zu erfüllen (Bilder: KraussMaffei)

druck erweitert das Einsatzgebiet der Spritzgießtechnik auf noch größere Bauteile.

Beyl: Die Oberflächen beim Schaumspritzgießen weisen zwar weitgehend eine geschlossene Struktur auf, jedoch nicht in der gleichen Oberflächengüte wie bei kompakt gespritzten Bauteilen.

Peters: Die jüngsten Fortschritte des MuCell-Verfahrens wurden auf der Fakuma 2012 präsentiert. Durch den Einsatz von Spritzgießwerkzeugen mit variabler Temperaturführung sind wir künftig sehr wohl in der Lage, qualitativ hochwertige Oberflächen an Schaumspritzgussteilen herzustellen. Ansonsten bietet sich immer noch die Möglichkeit – wie auch in der Reaktionstechnik –, mithilfe von Dekorfolien höchste Oberflächengüten zu erzielen.

Unvermittelt offenbaren die beiden Herren ihre Erfahrungen als technologische Brückenbauer. Denn so konträr die Ansätze der Spritzgieß- und der Reaktionstechnik für gleiche oder ähnliche Bauteile auch sein mögen: Oft entstehen die geforderten Eigen-

! Auswahlkriterien

Reaktionstechnik, Spritzgießtechnik oder kombinierte Spritzgieß- und PUR-Verarbeitung – welches Verfahren für welche Anwendung geeignet ist, hängt vom Einzelfall ab. Geometrie, Losgröße, Herstellungskosten sowie die mechanischen Anforderungen geben dabei den Hauptausschlag. Auch die Eignung eines Verfahrens für einen automatisierten Fertigungsprozess spielt eine wichtige Rolle.

Maßgebliche Aspekte sind

- die benötigten Stückzahlen,
- der geplante Einsatzzweck,
- die erforderlichen mechanischen Eigenschaften,
- die Zyklus- und Prozesszeiten,
- ergänzende funktionale Kriterien und natürlich
- Kosten.

Durch Verfahrenskombinationen können zusätzliche Funktionselemente prozesstechnisch integriert werden, um den Montageaufwand zu reduzieren.

schaftsprofile komplexer Strukturen erst in Verbindung beider Verfahren.

Peters: Beim Automobilzulieferer Peguform, operiert die Spritzgießtechnik Hand in Hand mit der Reaktionstechnik, wie am Beispiel der Instrumententafel für den Audi A4 zu sehen ist. Am Anfang steht das Spritzgießen eines sogenannten I-Tafel-Trägers aus kurzfaserverstärktem Polypropylen. Dieses Teil zeichnet für die mechanischen Eigenschaften und Befestigungspunkte zu Anbauteilen verantwortlich.

Beyl: Währenddessen auf einer getrennten Anlage parallel dazu eine Slushfolie hergestellt wird, die die Oberfläche des fertigen Bauteils bildet. Beide Rohlinge werden zur zentralen Schäumablage transportiert und dort in ein Schäumwerkzeug eingelegt – der zur Erhöhung der Adhäsion zwischenzeitlich beflamte Träger in die eine, die Slushhaut in die gegenüberliegende Werkzeughälfte. In der nächsten Station bringt ein an einem Roboter befestigter Mischkopf das PUR-Gemisch ein und das Werkzeug schließt sich. Bei der Aushärtereaktion des PUR schäumt dieses auf und füllt den Hohlraum zwischen Slushhaut und Träger mit einem elastischen Schäum aus.

So entsteht in dieser Verfahrenskombination ein Bauteil mit hochwertiger Oberfläche, weichen Softtouch-Eigenschaften und hoher Stabilität. Am Ende der Prozesskette, bevor die I-Tafel an den OEM geliefert wird, stehen die Fertigbearbeitung (Entgraten und Beschneiden) sowie die Montage verschiedener Bauteile.

Peters: Allerdings erfordern solche Fertigungsabläufe zwingend eine Technologiebegleitung vom Design über den Produktionsprozess bis zur Produktionsfreigabe der Teile – auch um frühzeitig Fragen wie Hinterschnitte oder Störkanten zu klären und aufeinander abzustimmen. Dazu ist das Know-how über beide Verfahren unverzichtbar! Angesichts einer solchen Entwicklung wird es immer schwieriger, das Spritzgießen von der Reaktionstechnik abzugrenzen. Wir bewegen uns auf dem Feld integrierter Technologien und damit auf dem Gebiet der für beide Seiten vorteilhaften Koexistenz. Für den Anwender bleibt die Frage, wie er sich da zurechtfindet.

Beyl: Je enger das Maschinenprogramm eines Unternehmens auf das Eine oder das Andere ausgerichtet ist, desto schwieriger gestaltet sich die technologisch nicht vorbelastete Systemfindung. Auch die Verknüpfung der Prozesse durch Automation und die Einbindung der Folgeschritte wie Beschnitt, Montage etc. sind nicht zu unterschätzen.

Peters: Doch genau diese Systemfindung ist wichtig, wenn es darum geht, ein technisch-wirtschaftliches Optimum zu erarbeiten. Von hier aus war es nur ein Katzensprung, beide Verfahren in einer Anlage zu vereinen: Auf dieser Idee basieren Prozesse wie SkinForm und ColorForm. Dabei werden zuerst im Spritzgießen hergestellte Träger durch eine Werkzeugbewegung in eine zweite Station überführt, in der ein PUR-Materialsystem entweder für eine Softtouch- oder für eine Hochglanzoberfläche aufgebracht wird.

Beyl: Durch integrierte Prozesse können nicht nur Bauteile mit neuen Eigenschaftsprofilen hergestellt, sondern auch die Produktionskosten deutlich verringert werden. Ein gewichtiges Argument für die „gewinnbringende Koexistenz“ von Reaktions- und Spritzgießtechnik. Deshalb werden wir beide auch unsere gemeinsamen Verfahren nutzen. Damit lassen sich im One-Shot-Verfahren Formteilerflächen in edler Lederhaptik, mit brillanter Optik und hoher Kratzfestigkeit herstellen.

Alles in allem hat die Diskussion zwischen den beiden Segmentleitern bei KraussMaffei gezeigt, dass die Grenzlinie zwischen der Spritzgieß- und der Reaktionstechnik nicht geradlinig verläuft. Immer wieder dringen Anwendungsbereiche der einen in die jeweils andere Technologie vor, wie etliche ähnliche Bauteile be-

zeugen, die in der Automobilindustrie in verschiedenen Prozessen und aus unterschiedlichem Material hergestellt wurden [1].

Die permanente Verkürzung der „Halbwertszeit des Wissens“ in der Kunststoffverarbeitung führt zu gravierenden Veränderungen und einer Fülle an Lösungsmöglichkeiten, die immer öfter integrierte Prozesse darstellen, bei denen Maschinen und Verfahren aus verschiedenen Segmenten gemeinsam zur Anwendung kommen. Diese mit all ihren Varianten im Detail zu kennen und neutral bewerten zu können, liefert einen enormen Mehrwert für den Projektpartner, wenn das optimale Produktionssystem für anspruchsvolle Kunststoffbauteile im Automobilbereich gesucht wird. ■

LITERATUR

- 1 N.N.: „Lösungen für den Bereich Automotive“ und „Faserverbundlösungen“, Firmenschriften der KraussMaffei Technologies GmbH, München 2011

SUMMARY

INJECTION MOLDING OR REACTION TECHNOLOGY FOR VEHICLE COMPONENTS?

EXCHANGE OF BLOWS. In a matter-of-fact discussion, two segment leaders of KraussMaffei exchanged views concerning the issue which system offers more benefits to the automotive sector – is it the injection molding of fiber-reinforced thermoplastics or the production of structural components by reaction technology? This is a subject of great controversy, which shows that the right answer is hard to find.

Read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and on www.kunststoffe-international.com