

K-PROFI

Kunststoff-Profi Verlag GmbH & Co. KG
Saalburgstr. 157, D-61350 Bad Homburg
Tel. +49 6172 9606-0, www.k-profi.de

Schäumen im ganz großen Stil: Jürgen Wabersich von Mürdter ist begeistert vom physikalischen Schaumspritzgießen und erklärt dessen Möglichkeiten und Grenzen



Mürdter

Die Mürdter Werkzeug- und Formenbau GmbH wurde 1965 von Albert Mürdter gegründet und fertigt Spritzgieß-, Formpräge- und Hinterspritzwerkzeuge. Die Mürdter Metall- und Kunststoffverarbeitung GmbH fertigt Kunststoffteile im Spritzgießverfahren für Pkw und Nutzfahrzeuge. Zusammen mit zwei gleichartigen Tochterunternehmen in der Tschechischen Republik beschäftigt die Mürdter-Gruppe heute knapp 800 Mitarbeiter.

www.muerdter.de

SONDERDRUCK

Physikalisches Schäumen im großen Stil

Erkenntnisse von Mürdter mit der weltgrößten Mucell-Spritzgießmaschine

Eigentlich hört sich alles ganz einfach an: Schmelze mit Gas beladen, einspritzen, kein Nachdruck, die geschäumten Bauteile sind leichter und dimensionsstabiler, Zykluszeiten kürzer, Schließkräfte geringer. Das ist Mucell kurz und knapp. Was also hemmt die Industrie, das physikalische Schaumspritzgießen trotz dieser Vorzüge – gerade mit Blick auf die Leichtbauvorgaben im Automobilbau – noch umfassender einzusetzen? Jürgen Wabersich von der Mürdter Metall- und Kunststoffverarbeitung GmbH, Mutlangen, ist erklärter Fan des Verfahrens, erfahrener Praktiker und somit kompetenter Gesprächspartner bei Fragen zu den Möglichkeiten und Grenzen des physikalischen Schäumens.

Text: Dipl.-Ing. (FH) Sabine Rahner, Redakteurin K-PROFI

„Weltgrößte Mucell-Anlage nimmt Betrieb bei Mürdter auf“ – so titelten die Medien Ende 2011. Als Teil einer Kooperation mit dem Spritzgießmaschinenbauer Krauss Maffei und Trexel als Anbieter und Know-how-Träger des Mucell-Verfahrens wurde eine MC 5400 für das

physikalische Schäumen nachgerüstet. Als Mürdter im Jahr 2000 in die Maschine mit 54.000 kN Schließkraft investiert hatte – die weltweit erste Maschine dieser Größenordnung in Zweiplatten-Technologie – hatte man noch längst nicht an das Verfahren gedacht. Erst zehn Jahre später sollte die Schäumtechnologie Einzug bei Mürdter halten, zunächst mit einer Anwendung auf einer 16.000-kN-Maschine, wie Jürgen Wabersich berichtet, der bei Mürdter die Beschaffung von Maschinen und Anlagen sowie die Projektierung und Umsetzung neuer Verfahrenstechnologien verantwortet.

K-PROFI: Herr Wabersich, was hat Sie bewegt, in die Mucell-Technologie einzusteigen?

Jürgen Wabersich: Kürzere Zykluszeiten, Gewichtsersparnis, bessere Bauteilqualität – all diese Aspekte machten das Verfahren hochinteressant. Im Engel-Technikum führen wir daher vor drei Jahren Versuche auf einer Mucell-Maschine. Und obwohl man bei diesem Verfahren nicht viel einstellen kann, konnten wir mit sehr wenig



Jürgen Wabersich ist überzeugt: „Mucell eröffnet die Chance, kostenneutral Bauteile mit signifikant geringerem Gewicht zu produzieren.“

Aufwand und einfachen Einstellparametern sofort gute Ergebnisse erzielen. Das hat mich überzeugt.

Und Sie haben gleich eine solche Maschine gekauft?

Nein, wir haben in Eigenregie eine bestehende 1.600-kN-Maschine von Krauss Maffei nachgerüstet. Dazu haben wir die notwendigen Komponenten wie Druckerzeuger, Gasinjektoren und Steuerung sowie die spezielle Schnecke bei Trexel in den USA bestellt und gemeinsam mit Krauss Maffei angepasst. Das hat schnell gut funktioniert und funktioniert auch heute noch. Auf dieser Maschine laufen sowohl Serienteile in Mucell- als auch Kompaktspritzguss.

Wie verlief die Einarbeitung in die neue Technologie?

Mucell war für uns Neuland und es gab und gibt bis heute nur wenige Erfahrungen am Markt. Hier tauchen Faktoren auf, die im Kompaktspritzguss keine Rolle spielen oder nicht existieren und umgekehrt. Man weiß

zunächst nicht, an welchen Stellschrauben zu drehen ist. Das macht das Verfahren anfangs schwer beherrschbar, vor allem bei komplexen Bauteilen. Im Kompaktspritzguss kann ich anhand des Restmassepolsters Prozessschwankungen erkennen, bei Mucell gibt es kein Massepolster.

Zusätzlich ist ein Gasprozess überlagert, der erst verstanden werden muss. Eine ungleichmäßige Gasverteilung beispielsweise kann am Einspritzen liegen, am Werkzeug, an der Anbindung und so weiter. Die Werkzeugentlüftung ist wichtig: Während eventuelle Luftblasen an der Schmelzefront beim Kompaktspritzguss über den Nachdruck kaschiert würden, kann bei Mucell ein sichtbarer Lufteinschluss im Bauteil entstehen. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass sich auch der Kunststoff anders verhält. Hierzu gibt es nicht viele Kennzahlen, das muss noch näher untersucht werden. Doch wenn man eine Zeit lang mit dem Verfahren gearbeitet hat, gewinnt man Vertrauen. Das ist wie mit allen neuen Technologien, deren Chancen und Risiken sich erst in der Praxis gänzlich erschließen und mit denen man lernt umzugehen.



Gigantische Dimensionen: Auf der Maschine mit 54.000 kN Schließkraft können großflächige Bauteile mittels Kompakt- und Mucell-Spritzguss im direkten Vergleich gefertigt werden.

Welche Parameter nutzen Sie, um den Prozess zu beschreiben und zu dokumentieren?

Wir arbeiten mit Werkzeuginnendrucksensoren und können anhand des Fülldrucks mögliche Verschleißerscheinungen an der Düse oder den beiden Rückströmsperren



Jürgen Wabersich veranschaulicht die Größenordnung des Werkzeug-einbauraums der 54.000-kN-Spritzgießmaschine.



Mit dem auf der Plastifiziereinheit montierten SCF-Injektor wird Stickstoff direkt in die Kunststoffschmelze dosiert. Ein Drucksensor überwacht den Schmelzedruck zwischen den beiden Rückströmsperren der Schnecke.

erkennen. Zusätzliche Informationen liefern Thermografie-Aufnahmen, die wir bei Bedarf für jedes Bauteil erstellen können. Außerdem forschen wir gerade mit Gasinnendruck- und Temperatursensoren sowie mit einer Schmelzefronterkennung. Ziel ist es, über derartige Systeme Stellgrößen zu finden, um den Prozess noch feiner abzustimmen und eine direkte Korrelation zur Bauteilqualität zu erhalten – das ist echtes Feintuning und hochspannend.

Welche Bauteile fertigen Sie derzeit auf der 16.000-kN-Anlage?

Leider darf ich hierzu keine Details verraten, nur so viel: Es ist das bislang komplexeste großflächige Bauteil in unserer Fertigung. Mit extrem hohen Anforderungen u.a. an die Maßhaltigkeit und an die Oberflächenqualität, weil einige Stellen zudem Sichtbereiche sind. Von Anfang an war uns klar: Wenn uns dieses Bauteil gelingt, sind wir ganz vorn dabei. Der Prozess, bei dem Metall-Einlege-teile umspritzt werden, läuft seit zwei Jahren vollautomatisiert. Wir produzieren für unseren Kunden verschiedene Varianten dieses glasfaser-verstärkten Bauteils. Einen Teil der Varianten spritzen wir kompakt, den anderen mit Mucell, obwohl sich die Bauteile in ihrer Geometrie nur geringfügig unterscheiden. Beide Verfahren stoßen hier in Grenzbereiche des Machbaren vor.

Bei dieser Anwendung haben Sie den direkten Vergleich zwischen Kompakt- und Mucell-Spritzguss. Wo liegt das Für und Wider?

Bei diesem speziellen Bauteil erzielen wir gegenüber dem Kompaktspritzguss eine Gewichtseinsparung von sieben Prozent. Das ist ein klarer Vorteil, der sich noch ausbauen ließe, wenn das Bauteil speziell nach den Mucell-Leitlinien gestaltet wäre. Allerdings mussten wir dafür auf ein anderes Material umsteigen, um die für die Sichtflächen erforderliche Oberflächenqualität zu erreichen. Was die Füllung des großflächigen Bauteils angeht, ist die im Kompaktspritzguss gewählte Kaskadentechnik besser steuerbar.

Kann man generell definieren, welche Bauteile für das Schäumen geeignet sind bzw. welche Vorteile das Verfahren mit sich bringt?

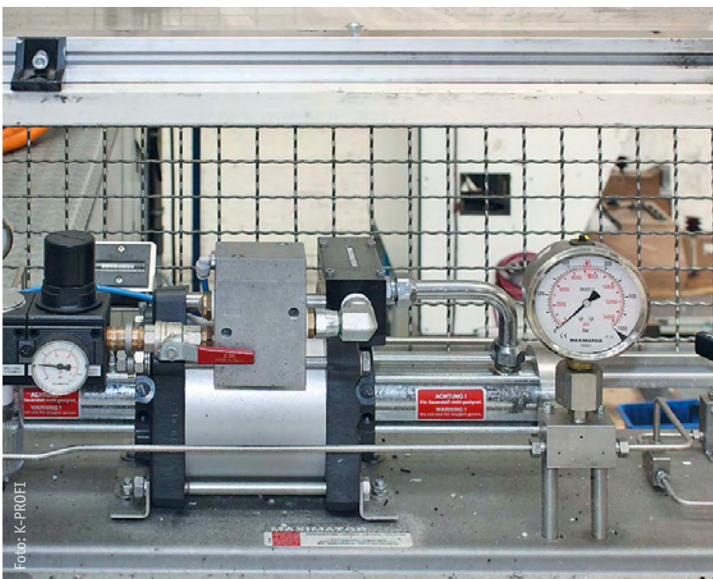
Eine pauschale Aussage kann ich nicht treffen. Das ist von Bauteil zu Bauteil unterschiedlich und hängt von vielen Faktoren wie Geometrie, Funktionalität usw. ab. Häufig ist die Gewichtseinsparung das primäre Ziel. Doch auch bei kleineren Bauteilen und in der Dünwandtechnik, bei der naturgemäß der Schaumanteil und damit der Gewichtsvorteil geringer sind, kann Mucell seine Berechtigung haben, wenn ich dafür von einer höheren Steifigkeit und Maßhaltigkeit profitiere. Hier eine Einschätzung abgeben und Empfehlungen aussprechen zu können, ist vor allem eine Sache der Erfahrung. Dabei helfen uns die zahlreichen Versuche, die wir im Rahmen unserer Kooperation mit Krauss Maffei und Trexel zusätzlich zum Serienbetrieb fahren.

Nachdem der Einstieg in die Mucell-Serienfertigung auf der Großmaschine mit 16.000 kN Schließkraft erfolgreich bewältigt war, wagte Mürdter Ende 2011 den nächsten Schritt: Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung mit Krauss Maffei und Trexel hatte das Unternehmen die Chance, die bestehende 54.000-kN-Maschine für die Technologie nachzurüsten. Da der Schwerpunkt nicht auf einem hohen Spritzvolumen, sondern auf hohe Spritzdrücke gelegt wer-

den sollte, wurde in diesem Zuge die ursprüngliche 24.500er Spritzeinheit auf ein 17.200er Aggregat mit 120-mm-Schnecke reduziert. Wie auch bei der „kleineren“ Maschine stehen Mürdter sowohl eine Standard-Mucell-Schnecke als auch eine speziell gepanzerte Mucell-Schnecke für den Einsatz langglasfaserverstärkter Materialien zur Verfügung. Gepaart mit der hohen Schließkraft, eröffnet diese Anlage nahezu grenzenlose Möglichkeiten und ist in der Lage, nahezu alle am Markt existierenden Großwerkzeuge aufzunehmen. Da nur wenige Werkstoffe kritisch auf die Mischzone dieser Schnecke reagieren, kann diese meist auch für den Kompaktspritzguss verwendet werden, so dass das Springen zwischen beiden Varianten in der Regel ohne Schneckenwechsel erfolgen kann. Zusätzlich zum Kompakt- und Mucell-Spritzgießen beherrscht Mürdter zudem das so genannte Spritzguss-Integralverfahren (SGI), eine Kombination aus chemischem Schäumen und Spritzprägen, das ebenfalls auf dieser Maschine läuft. Parallel zum Serienbetrieb dieser gigantischen Spritzgießmaschine hält Mürdter Kapazitäten für Testläufe von Interessenten frei.

K-PROFI: Welche Motivation hat Mürdter, Bemusterungen für außen stehende Unternehmen durchzuführen?

Jürgen Wabersich: Zum einen handelt es sich um Bemusterungen von Werkzeugen, die wir hier bei Mürdter fertigen, und somit um unsere eigenen Kunden, die an dieser Anlage das physikalische Schäumen testen können. Zum anderen steht die Anlage für Interessenten aus dem Markt zur Verfügung. Die Erkenntnisse aus dieser großen Zahl an Testläufen und Versuchen sind ein echter Gewinn für uns. Wenn wir ein kritisches Werkzeug gemeistert und neue Lösungswege gefunden haben, bringt das auch uns voran. Die Kunden wiederum haben bei uns die Möglichkeit, Mucell unter echten Serienbedingungen zu erleben und darzustellen. Vor allem – und das ist das Entscheidende: Mit dem direkten Wechsel zwischen Kompakt- und Mucell-Spritzguss werden die Potenziale der Technologie bei großen Bauteilen sofort greifbar.



Mürdter arbeitet mit einer zentralen Stickstoffversorgung und muss pro Schuss lediglich die Differenz zwischen Systemniveau (300 bar) und 480 bar, den zur Gasinjektion erforderlichen Druck, aufbauen. Für diese energiesparende Form des Druckaufbaus nutzt Mürdter ein Hochdruckdosiersystem von Maximator.

Was sind hier die wichtigsten Aspekte für Sie?

Wenn man vom kompakten Spritzen zu Mucell schwenkt, ist der augenscheinlichste Effekt natürlich die Kompensation der Nachdruckzeit. Von der geringeren Zuhaltkraft kann ich nur soweit profitieren, wie trotzdem die für das Werkzeug erforderliche Plattengröße der Maschine zur Verfügung steht. Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass der Ausschuss beim Anfahren und bei Stillständen größer ist, bedingt durch das Ausgasen in der entspannten Maschinengrundstellung und dem wieder notwendigen Aufbau eines homogenen Gas-Schmelze-Gemischs. Insgesamt sind geschäumte Bauteile vielleicht nicht immer kostengünstiger, aber das Schlagende Argument ist die Gewichtseinsparung von sieben Prozent – oder mehr, wenn ich die Bauteile schäumgerecht gestalte. Das Verfahren eröffnet die Chance, bei gleichbleibendem Aufwand, also kostenneutral, Bauteile mit signifikant geringerem Gewicht zu produzieren. Ein entscheidender Vorteil angesichts der Leichtbauvorgaben im Automobilbau. Trotzdem zeigt meine Erfahrung, dass viele Teile, die für das Schäumen infrage kämen, nach wie vor kompakt gefertigt werden.

Warum nutzt die Industrie diese Chance nicht stärker?

Bei vielen Einkäufern liegt der Schwerpunkt noch bei den Kosten; und bei Kostenneutralität greift man eher zu Altbewährtem. Ich bin überzeugt, dass sich der Fokus zunehmend in Richtung Gewicht verlagern wird. Und gerade bei Trägerbauteilen wird die Automobilindustrie an solchen Systemen nicht vorbei kommen. Ein großes Hemmnis ist bis heute die im Vergleich zum Kompaktspritzguss aufgrund von Schlierenbildung schlechtere Oberflächenqualität, so dass Mucell gerade für Sichtteile nur sehr eingeschränkt anwendbar ist. Hier gibt es zwar Entwicklungen der Materialhersteller, doch der große Durchbruch ist noch nicht erfolgt. Erfolge konnten auch durch den Einsatz von Werkzeugen mit genarbteten Oberflächenstrukturen erzielt werden. Eine Kombination mit variothermer Temperierung wäre in Anbetracht unserer großen Werkzeuge nur mit erheblichem Aufwand verbunden. Sobald das Verfahren Bauteiloberflächen in Sichtteilqualität ermöglicht, wird es noch einmal einen richtigen Ruck geben. Dass wir unsere Kunden dabei kompetent begleiten können, trägt zur Zukunftssicherung unseres Unternehmens bei.

www.muerdter.de, www.trexel.com, www.kraussmaffe.com,
www.maximator.de



Im oberen Schließkraftbereich arbeitet Mürdter neben der 54.000-kN-Maschine zudem mit einer 27.000-kN-Maschine und zwei 23.000-kN-Maschinen.

Kurzporträt Mürdter

Die in Mutlangen im östlichen Baden-Württemberg ansässige Mürdter-Gruppe beschäftigt rund 800 Mitarbeiter und erwirtschaftete 2012 einen Umsatz von 117 Mio. EUR, hauptsächlich mit Projekten für die Automobilindustrie, in der Mürdter als Tier-1 oder Tier-2 agiert. Die Fertigung von Spritzgieß-, Formpräge- und Hinterspritzwerkzeugen bis zu einem Gewicht von 60 t ist das Geschäftsfeld der Mürdter Werkzeug- und Formenbau GmbH (130 Mitarbeiter, 25 Mio. EUR Umsatz). Weitere 6 Mio. EUR Umsatz tragen die 100 Werkzeugbau-Mitarbeiter am tschechischen Standort Olsany u Prostejova bei.

Die Mürdter Metall- und Kunststoffverarbeitung GmbH führt den Begriff Metall noch aus historischen Gründen im Namen, konzentriert sich heute jedoch ausschließlich auf die Kunststoffverarbeitung, die in Mutlangen von 250 Mitarbeitern getragen wird und einen Jahresumsatz von 60 Mio. EUR erzielt. In Olsany u Prostejova ist die Kunststoffverarbeitung mit 320 Mitarbeitern und zehn Spritzgießmaschinen vertreten (Umsatz 26 Mio. EUR). In Mutlangen betreibt Mürdter 29 Spritzgießmaschinen verschiedener Hersteller, zum größten Teil Großmaschinen: Neben einer kleinen 500-kN-Maschine bewegt sich das Gros ab 8.000 kN aufwärts bis zur größten mit 54.000 kN Schließkraft.

Mürdter-Gruppe, 73557 Mutlangen, Tel. +49 (0) 7171 704-0
www.muerdter.de

Mucell – eine Form des physikalischen Schäumens

Das Ende der 90er Jahre von der amerikanischen Trexel Inc., Wilmington/MA, vorgestellte Mucell-Verfahren ist eine Technologie des physikalischen Schaumspritzgießens. Die diversen physikalischen Schäumverfahren unterscheiden sich vor allem durch den jeweiligen Ort der Treibmittelinjektion. Bei Mucell wird das Gas (Stickstoff oder Kohlendioxid) in einem überkritischen Zustand (SCF: super critical fluid) über einen auf der Plastifiziereinheit montierten Injektor direkt in die Kunststoffschmelze eingebracht. Die spezielle Mischzone der Schnecke ist für das Entstehen einer homogenen Einphasenlösung aus Schmelze und Gas verantwortlich. Eine zweite Rückström Sperre im Mittelteil der Schnecke sorgt dafür, dass das im Schneckenorraum unter Druck stehende Gas-Schmelze-Gemisch nicht in Richtung des Materialeinzugs expandiert. Der Druckabfall beim schnellen Einspritzen in die Kavität löst unmittelbar eine Zellbildung aus. Das anschließende kontrollierte Zellwachstum ersetzt den Nachdruck und formt die Kavität vollständig aus. Die entstehenden Bauteile besitzen eine mikrozelluläre Schaumstruktur mit kompakter Randschicht. Das Ausmaß der Gewichtseinsparung gegenüber dem Kompaktspritzguss wird über die eingebrachte Schmelzmenge und damit über den Dosierweg der Schnecke gesteuert.

In der Praxis spielen gegenüber dem konventionellen Spritzgießen zusätzliche Parameter wie SCF-Flussrate sowie Injektoröffnungszeit eine Rolle, für deren Bestimmung Empfehlungswerte zur Verfügung stehen, die

laut Jürgen Wabersich eine praktikable Basis darstellen. Die vom Schussvolumen abhängige Injektoröffnungszeit sollte möglichst über den gesamten Dosierweg ausgenutzt werden, um eine gleichmäßige Stickstoff-Injektion zu erzielen.

Verfahren mit Potenzial

Die Einsparung von Material und Gewicht, Reduktion der Zykluszeit und Schließkraft sowie eine Verbesserung der Bauteilqualität (keine Einfallstellen, verzugsarm) sind die häufigsten kommunizierten Vorzüge der Technologie. Da das Zellwachstum an Stelle des Nachdrucks die Kavität ausformt, entsteht eine größere Konstruktionsfreiheit: Das Füllen von dünn nach dick, große Wanddickenunterschiede und Rippen in der Größe der nominalen Wanddicke sind laut Trexel möglich. Erst durch eine schäumgerechte Bauteilgestaltung wird das Potenzial des Verfahrens voll ausgereizt. Meist jedoch entstehen geschäumte Bauteile aufgrund fehlender Erfahrungen ausgehend vom Kompaktspritzguss auf Basis bestehender Werkzeuge und Artikelgeometrien.


Transparente Kosten

Wer das patentrechtlich geschützte Verfahren einsetzen will, kann bei vielen Spritzgießmaschinenherstellern in eine komplett ausgestattete Maschine investieren (OEM-System) oder das Equipment (Plastifiziereinheit und SCF-System) zur Aus- oder Nachrüstung bei Trexel kaufen. Dabei sind die entstehenden

Kosten nach Schnecken Größen gestaffelt, so dass der Anwender für eine Spritzeinheit mit 20-mm-Schnecke wesentlich weniger bezahlen muss als für eine Einheit mit 120-mm-Schnecke. Die Nutzungsrechte sind mit dem Anlageninvest abgegolten, weitere Gebühren fallen nicht an.

Während übliche Verschleißerscheinungen an Schnecke und Rückström Sperren im Kompaktspritzguss toleriert werden, sind diese beim physikalischen Schäumen wesentlich kritischer, da das Verfahren einen absolut dichten Sitz erfordert. Seit der Nachrüstung der 54.000-kN-Maschine Ende 2011 musste Mürdter jedoch noch keinen Austausch vornehmen.

Neuheit zur K 2013

Trexel hat zur K-Messe im Oktober ein neues, platzsparendes Dosiersystem angekündigt. Details will das Unternehmen in Kürze veröffentlichen. Dieses wird u.a. am Stand von Krauss Maffei zu sehen sein. Das Mucell-Verfahren wird hier als Technologieerweiterung für eine vollelektrische Spritzgießmaschine der AX-Baureihe gezeigt und ein Sichtteil, eine Blende für Haushaltsgeräte, produzieren. Die Produktionszelle AX 130-750 CellForm (1.300 kN) ist mit einem Sicherheitssystem ausgestattet, das die bei Schäumverfahren nötigen aktiven Funktionen wie Staudruck auch bei geöffneten Schutztüren mit elektromechanischen Antrieben aufrecht erhält. 

*Trexel auf der K 2013: Halle 13, Stand B46
Krauss Maffei auf der K 2013: Halle 15, Stand C24/C27*