



Rohrherstellung mit einem ursprünglich thermisch zentrierten Rohrwerkzeug: Die Optimierung des Fließkanalspalts mit Hilfe der 60 Stellschrauben ermöglichte eine Materialeinsparung von 250 g pro Meter Rohr

Flexible Werkzeugwände

Werkzeugoptimierung. Flexible Werkzeugwände, die sich den jeweiligen Anforderungen anpassen lassen, konnten in einigen Fällen bereits realisiert werden. Besonders während der Produktion deformierbare Fließkanalwände erschließen Einsparpotenziale und eröffnen neue verfahrenstechnische Möglichkeiten.

HEINZ GROSS

Welcher Kunststoffverarbeiter hat sich nicht schon einmal gewünscht, bei laufendem Prozess die Geometrie eines Fließkanals ändern zu können, um damit schnell und kostengünstig eine unerwünschte Schmelzeverteilung in seinem Werkzeug zu korrigieren. Die Entwicklung flexibel deformierbarer metallischer Wände steht zwar noch am Anfang, dennoch gibt es bereits eine Reihe von Anwendungen, in denen sich flexible Wände sogar schon in Produktionsanlagen bewährt haben. Speziell im Bereich der Kunststoffverarbeitung eröffnet diese Technik ein großes Potenzial an neuen verfahrenstechnischen Möglichkeiten.

Einige bereits realisierte Anwendungen belegen, dass metallische Wände so gestaltet werden können, dass sie einerseits hohem Druck standhalten, andererseits aber auch in beachtlichem Maß deformierbar sind. Die Verformung ist dabei zu

100 % reversibel, so dass sich jederzeit der Ausgangszustand vor der Verstellung wieder erreichen lässt. Die möglichen Einsatzgebiete dieser neuen Technologie sind sehr vielfältig, allerdings ist sie in vielen Arbeitsbereichen noch relativ unbekannt.

Mehrwandige Fließkanäle werden flexibel

Metallische, verformbare Wände werden momentan vorrangig zur Begrenzung von Fließkanälen verwendet. Sie müssen somit dem Druck, unter dem das geförderte Medium steht, standhalten. Damit ergeben sich Mindestwanddicken, die nicht unterschritten werden dürfen. Wandungen mit diesen Mindestwanddicken werden in konventionellen Werkzeugen gerade deshalb eingesetzt, weil sie starr und fest sind. Wenn sie sich dennoch unter den Druckkräften geringfügig deformieren, so ist das in aller Regel nur störend. Die neue Anforderung einer gewünschten linear elas-



Bild 1. Der Außenring eines Rohrwerkzeugs mit Flexringhülse lässt sich durch Stellschrauben deformieren

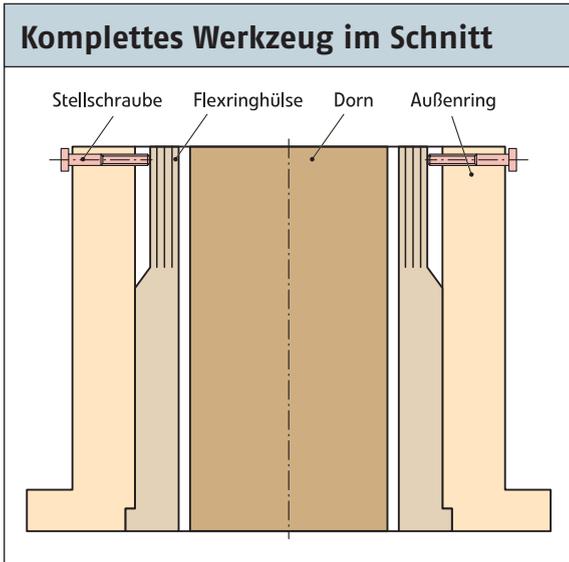


Bild 2. Der mehrwandige Mundbereich ist flexibel

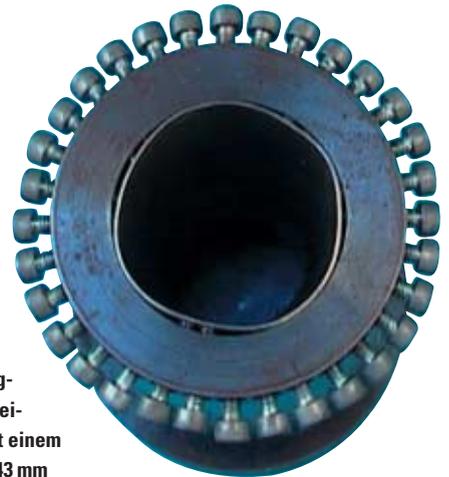


Bild 3. Demonstration des enormen Deformationsvermögens einer Flexringhülse am Beispiel eines Werkzeugs mit einem Durchmesser von 43 mm

tischen Deformation steht dazu erst einmal im Widerspruch.

Dieser Widerspruch wurde mit der Entwicklung von partiell mehrwandigen metallischen Fließkanälen überwunden. Eine Einzelwand weist dabei eine sehr geringe Wanddicke auf – damit ist sie extrem flexibel. Die maximale Dehnung in der Wand bleibt sehr gering, da die Oberflächen nur einen minimalen Abstand von der neutralen Faser aufweisen. Die erforderliche mechanische Festigkeit gegenüber dem Innendruck wird nun erreicht, indem – vergleichbar mit einem Blattfederpaket – mehrere solcher extrem dünnen Einzelwände übereinander geschichtet sind. Dabei stützen sich die Einzelwände mechanisch gegeneinander ab.

Solche Pakete, bestehend aus vielen Einzelwänden, lassen sich gegenüber dem Innendruck genau dimensionieren. Die Summe der einzelnen Wanddicken muss nur die Gesamtdicke ergeben, die erforderlich ist, um dem Innendruck standzuhalten. Trotz der so realisierbaren großen Wanddicke bleibt dieses „Blattfederpaket“ aber flexibel deformierbar. Jede Einzelwand hat nämlich ihre eigene neutrale Biegelinie. Mit diesem Aufbau kann der Betreiber in einfacher Weise die Wand bezüglich ihrer Flexibilität und ihrer Druckfestigkeit exakt entsprechend den jeweiligen Anforderungen dimensionieren.

Wichtige Prozessgrößen erstmals regelbar

Gerade in der Kunststoffverarbeitung sind die Anwendungsmöglichkeiten für solche in bestimmten Grenzen lokal verformbaren Wandbereiche sehr vielfältig. So bieten sie überall dort Vorteile, wo es um das feinfühligere Optimieren eines lokalen

Fließwiderstands oder um das exakte Erreichen einer Massestromverteilung geht. Für viele Prozesse ermöglichen sie erstmals die Regelung wichtiger Prozessgrößen. Besonders interessant ist diese Technologie für die Coextrusion: Erstmals wird es möglich, Einzelschichtdicken während des laufenden Prozesses zu regeln. Voraussetzung dafür ist natürlich, dass die einzelnen Schichtdicken direkt im Prozess messbar sind. Aber bereits die Möglichkeit, bei laufender Anlage den lokalen Fließwiderstand an gewünschten Stellen rein manuell feinfühlig beeinflussen zu können, wird dazu beitragen, dass sich künftig die erreichbaren Schichtdickentoleranzen in der

Coextrusion deutlich verringern lassen.

Einige derartige Werkzeuge stellen derzeit in Produktionsanlagen ihre Praxis-tauglichkeit unter Beweis. Bereits umfangreich getestet ist der Einsatz von Flexringhülsen in Rundwerkzeugen im Bereich der Extrusion [1-3]. Eine Flexringhülse ist eine kompakte Hülse aus einem Stück. Sie besteht aus einer korrosionsfesten Speziallegierung, die an einem Ende als konventioneller, massiver Flanschbereich ausgelegt ist. Am anderen Ende besteht sie aber aus mehreren Einzelwänden. Bild 1 zeigt den Außenring eines Rohrwerkzeugs, das mit einer Flexringhülse nachgerüstet worden ist. Er ist mit Nuten in Segmente auf-

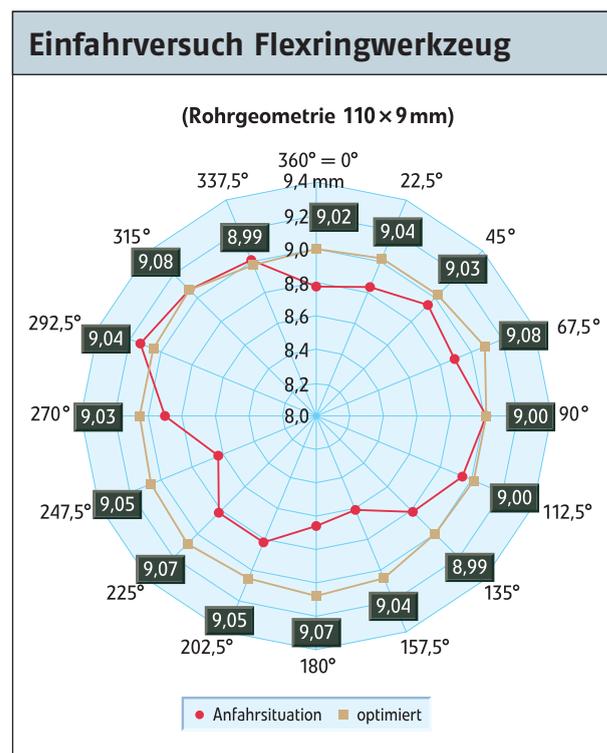


Bild 4. Beim Einfahren eines nachgerüsteten Flexringwerkzeugs wurde eine erheblich verbesserte Dickenverteilung erzielt

Kunststoffwissen für die Praxis.



Wie funktioniert der Spritzgießprozess, wie stellt man die Maschine ein, wie erzeugt man ein qualitativ hochwertiges Spritzgussteil?

Praxisnah und leicht verständlich beschreibt dieses Buch den Spritzgießprozess, die Einstellung von Spritzgießmaschinen und die Erzeugung von hochwertigen Spritzgussteilen. Die gängigen Sonderverfahren werden mit den notwendigen zusätzlichen physikalischen Grundlagen dargestellt. So steht Ihnen für jedes Verfahren das spezifische Know-How zur Verfügung.

In einem eigenen Kapitel werden die wichtigsten Fachbegriffe erläutert.

Das Buch für »den Mann an der Maschine«!

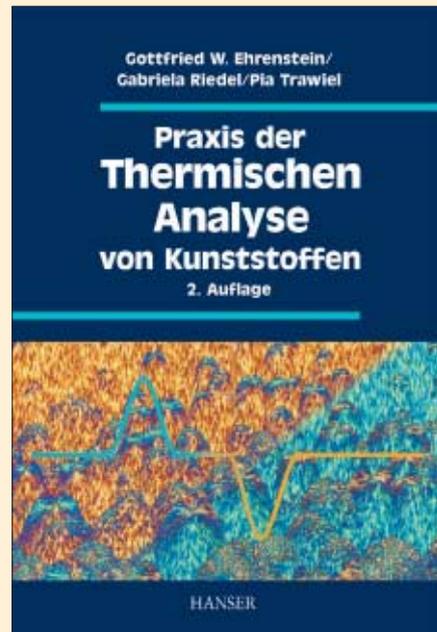
Christoph Jaroschek **Spritzgießen für Praktiker**
2003. 238 Seiten. 144 Abbildungen. Kartoniert.
€ 29,90 [D] · ISBN 3-446-21400-3

Informieren Sie sich über die etablierte, unverzichtbare Analysemethode für Produktentwicklung, Qualitätssicherung und Schadenserkenkung.

Die Thermische Analyse hat sich als eines der bedeutendsten Prüfverfahren von Kunststoffen durchgesetzt. Dieses Buch beschreibt die wichtigsten Verfahren praxisorientiert anhand von Beispielen. Problemzuordnung und Aussagefähigkeit der verschiedenen Verfahren stehen dabei im Mittelpunkt. Die Neuauflage ist komplett überarbeitet und berücksichtigt alle Neuentwicklungen der Gerätetechnik, Präparationstechnik, Messverfahren und Auswertetechnik.

Mit der Thermischen Analyse Qualität sichern.

G. Ehrenstein, G. Riedel, P. Trawiel
Praxis der Thermischen Analyse von Kunststoffen
2003. 2., Auflage. 421 Seiten. 320 Abbildungen. Gebunden.
€ 49,90 [D] · ISBN 3-446-22340-1



Weitere Bücher aus dem Hanser-Kunststoffbuch-Programm:



F. Johannaber, W. Michaeli
Handbuch Spritzgießen
 1325 Seiten. 738 Abb.
 € 179,- [D] · ISBN 3-446-15632-1

Klar strukturiert, präzise, leicht lesbar und verständlich erschließt dieses Handbuch die gesamte Welt des Spritzgießens einschließlich der zahlreichen Sonderverfahren.

»Eine in dieser Vollständigkeit und Ausführlichkeit bisher nicht verfügbare Hilfe für die gesamte Branche.«
Durchblick / Firma Resinex



C. Bonten
Kunststofftechnik für Designer
 221 Seiten. 174 Abb.
 € 29,90 [D] · ISBN 3-446-22158-1

Dieses Buch vermittelt dem Produkt-Designer Verständnis und Wissen um das Material Kunststoff. Es schlägt die Brücke zwischen Technik, Anwendung und werkstoffgerechtem Design. Das fördert auch die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Designern und Ingenieuren.



H. Saechtling
Kunststoff-Taschenbuch
 28. Ausgabe
 von Karl Oberbach
 € 44,90 [D] · ISBN 3-446-21605-7

Der Bestseller der deutschsprachigen Kunststoffliteratur!

»In keinem Buch wird das Wissen um die Kunststoffe für den technisch interessierten Fachmann so umfassend und klar strukturiert dargestellt.« Kunststoffe



D. Braun
Erkennen von Kunststoffen
 128 Seiten. 29 Abb.
 € 19,90 [D] · ISBN 3-446-22425-4

Das Buch beschreibt einfache, praktisch bewährte Analyseverfahren, die die Identifizierung unbekannter Kunststoffe ermöglichen. Einzelnachweise und einfache Analysengänge, aber auch weiterführende Prüfmethoden wie die Infrarot-Spektroskopie werden anschaulich geschildert.

Weitere Infos und online bestellen unter:
www.kunststoffe.de

<input type="checkbox"/> Firmenadresse	<input type="checkbox"/> Privatanschrift
Vorname	Name
Firma	
Branche	
Abteilung	Position
Straße / Postfach	
Land / PLZ / Ort	
Datum / Unterschrift	
Unternehmensgröße: <input type="checkbox"/> 1-19 <input type="checkbox"/> 20-49 <input type="checkbox"/> 50-99 <input type="checkbox"/> 100-199 <input type="checkbox"/> 200-499 <input type="checkbox"/> 500-999 <input type="checkbox"/> über 1.000 Beschäftigte	

Fax-Hotline: +49(0)89/998 30-157

Ich bestelle über den Carl Hanser Verlag oder die Buchhandlung:

Expl.	Titel	Best.-Nr.	Preis/€
<input type="checkbox"/>	Spritzgießen f. Praktiker	3-446-21400-3	€ 29,90 [D]
<input type="checkbox"/>	Thermische Analyse v. KU	3-446-22340-1	€ 49,90 [D]
<input type="checkbox"/>	Handbuch Spritzgießen	3-446-15632-1	€ 179,00 [D]
<input type="checkbox"/>	Kunststofftechnik f. Designer	3-446-22158-1	€ 29,90 [D]
<input type="checkbox"/>	Kunststoff-Taschenbuch	3-446-21605-7	€ 44,90 [D]
<input type="checkbox"/>	Erkennen von Kunststoffen	3-446-22425-4	€ 19,90 [D]

Alle Preise verstehen sich zzgl. Versandkosten.

Bitte informieren Sie mich über Ihr Verlagsprogramm:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Kunststoffe Fachbücher | <input type="checkbox"/> Wirtschaft |
| <input type="checkbox"/> Kunststoffe Seminare | <input type="checkbox"/> Qualität |
| <input type="checkbox"/> Maschinenbau/Ingenieurwesen | |

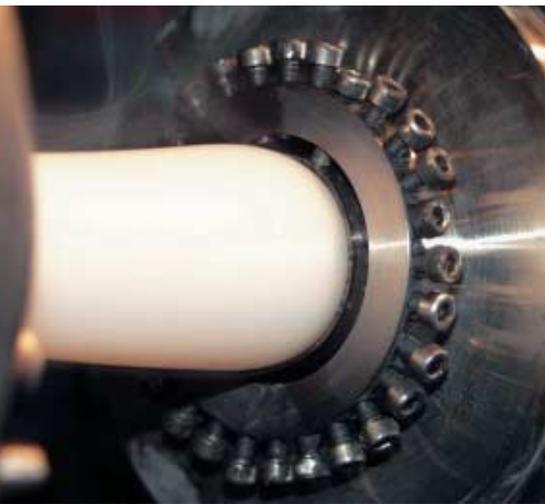


Bild 5. Für die Optimierung des Fließkanalspalts zur Herstellung eines PA-Rohres waren nur wenige Schrauben anzuziehen

geteilt, da er ursprünglich zur Beeinflussung der Rohrwanddicke segmentweise beheizt wurde. Die Schnittzeichnung des kompletten Werkzeugs (Bild 2) lässt im unteren Flanschbereich den starren einwandigen und im oberen Mundbereich den flexiblen mehrwandigen Abschnitt der Flexringhülse erkennen. Der Mundbereich kann dabei mit Hilfe der über dem Umfang angeordneten Stellschrauben lokal begrenzt deformiert werden.

Lokale Deformation von Rundwerkzeugen

Solche Flexringhülsen lassen sich in höchster Präzision in nahezu jeder gewünschten Geometrie herstellen. In aller Regel ist es möglich, sie in bestehende Rundwerkzeuge nachzurüsten. Dazu muss nur der vorhandene Außenring des Werkzeugs innen etwas aufgedreht werden, um die Hülse einzuschieben. Die ursprüngliche Fließkanalgeometrie bleibt exakt erhalten, da die Hülse genau die ursprüngliche Innenkontur aufweist. Sie reicht grundsätzlich vom Flanschbereich, in dem die Zentrierung vorgenommen wird, bis zum Düsenmund. Bei der Integration der Flexringhülse entstehen somit auch keine neuen oder zusätzlichen Trennebenen. Bild 3 verdeutlicht, dass eine derartig aufgebaute Flexringhülse in beachtlicher Weise lokal verformt werden kann, ohne dass dabei Totstellen entstehen. Flexringwerkzeuge lassen sich deshalb auch uneingeschränkt für thermisch sehr empfindliche Materialien verwenden.

Das Titelfoto zeigt das Rohrwerkzeug (110mm-Schaumkernrohr) im Produktionsbetrieb. Es ist ausgerüstet mit 60 Stell-

schrauben. Damit lassen sich Dickstellen im Rohr, die nach dem idealen Zentrieren des Werkzeugs noch verbleiben, auf einfache Weise weiter verringern. Mit diesem Werkzeug konnte bereits am ersten Tag des Einfahrens eine spezifische Materialeinsparung von 250 g pro Meter produziertem Rohr erreicht werden. Bild 4 verdeutlicht am Beispiel einer anderen Rohrgeometrie, dass mit Flexringwerkzeugen ein ganz neues Niveau an Dickenkonstanz erreichbar ist. So konnte ein Rohrersteller seine Dickentoleranz durch Nachrüsten einer Flexringhülse halbieren. Gleichzeitig ist es ihm gelungen, trotz der vielen Stellschrauben die Anfahrzeit seiner Anlage um 40 % zu verringern. Zur Korrektur der Dickenverteilung müssen in aller Regel nur die Schrauben benutzt werden, an denen eine Spaltkorrektur sinnvoll ist. Alle anderen Schrauben bleiben offen. Bild 5 zeigt dies am Beispiel der Herstellung eines Polyamidrohrs mit 30 mm Durchmesser.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den mittleren Bereich eines Fließkanals im Inneren eines Werkzeugs mehrwandig auszuführen. Dies ist zum Beispiel bei der Coextrusion erforderlich. Bild 6 zeigt eine einfache Lösung zur Nachrüstung einer Coextrusionsanordnung in ein bestehen-

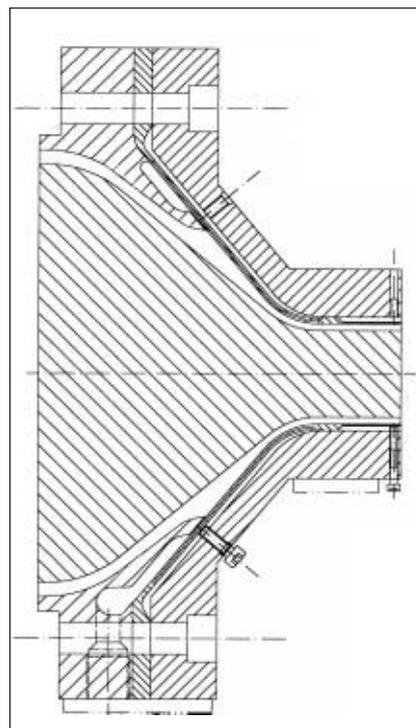


Bild 6. Zeichnung für die Umrüstung eines bestehenden Einkanalwerkzeugs in ein Flexringcoextrusionswerkzeug, bei dem sowohl die Einzelschichtdicke als auch die Gesamtwanddicke des Rohres bei laufender Anlage mit Hilfe von je einem mehrwandigen und damit flexiblen Fließkanalwandbereich optimiert werden kann

des Rohrwerkzeug mit einem Durchmesser von 43 mm. Dabei wurde lediglich der Düsenring umgestaltet. Alle anderen Komponenten des vorhandenen Werkzeugs bleiben unverändert. Auf diese sehr einfache Art wurde nicht nur extrem kostengünstig ein bestehendes Monowerkzeug in ein Coextrusionswerkzeug verwandelt, sondern auch die Dicke der Coextrusionsschicht bei laufender Anlage vergleichmäßig. Dazu wird der erste mehrwandige Bereich der Flexringhülse im konischen Fließkanalbereich, nämlich genau am Zusammenströmpunkt der beiden Schmelzen, lokal begrenzt verändert. Zusätzlich lässt sich auch noch die Ge-



Bild 7. Mit derartigen Kleinantrieben lässt sich die Verstellung der Stellschrauben von Flexringwerkzeugen automatisieren

samtdickenverteilung des Rohrs durch die Veränderung des zweiten mehrwandigen Wandbereichs am Düsenaustritt verbessern. Es gibt weltweit keine andere Technologie, die auch nur annähernd ähnliche technische Möglichkeiten bietet.

Neben der einfachen Rohrextrusion befinden sich Flexringhülsen auch in Werkzeugen zur Herstellung von Blasfolien oder Wursthäuten sowie in Rundwerkzeugen zur Herstellung geschäumter Platten in der Erprobung. So werden am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV), Aachen, im Rahmen eines von der AiF geförderten Forschungsvorhabens Lösungen geprüft, um mit Hilfe von flexibel deformierbaren Fließkanalwänden die Dicken-schwankungen der mittleren Schicht einer Drei-Schicht-Coextrusions-Schlauchfolie zu minimieren. Ein zweites Projekt hat zum Ziel, die Wanddicke des Vorformlings beim Extrusionsblasformen in Umfangsrichtung gezielt zu verändern. Dafür muss die Flexringhülse natürlich während des Austrags des Vorformlings automatisch verstellt werden [4]. Zum einfachen Nachrüsten von manuell betriebenen Flexringwerkzeugen mit einer automatischen Verstellung eignen sich Schrittmotoren mit angeflanschem Getriebe. Aufgrund der geringen Kräfte, die zum Justieren der Flexringhülse erforderlich sind,

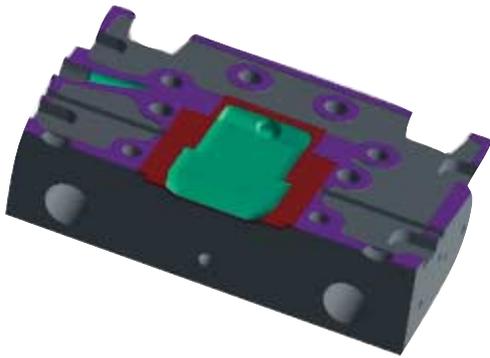


Bild 8. Bei diesem Coextrusionsadapter (Oberhälfte) besteht der grün markierte Fließkanalbereich aus zehn Einzellagen, die bei laufender Anlage deformierbar sind

reichen dazu bereits sehr kleine Antriebe aus (Bild 7).

Bei den bisher beschriebenen Anwendungen wurden Teile mit flexiblen Wandbereichen separat hergestellt und in das Werkzeug integriert. Inzwischen ist es aber auch gelungen, mehrwandige Fließkanalbereiche direkt in die Werkzeuge nahtlos zu integrieren, ohne dass dafür das Werkstück auf eine kritische höhere Temperatur gebracht werden muss. Bild 8 zeigt beispielhaft eine 3-D Ansicht der Oberhälfte

eines bei laufender Anlage optimierbaren Adapters zur Herstellung coextrudierter Platten. Der grüne Fließkanalbereich besteht aus zehn hintereinander liegenden Einzelwänden, die bei laufender Anlage in vorgegebenen Grenzen lokal deformierbar sind. Auf diese Weise lässt sich die Schichtverteilung der Coextrusionsschicht bei laufender Anlage vergleichmäßigen. Der Vorteil dieser Lösung gegenüber den sonst eingesetzten konventionellen Coextrusionsadaptern besteht darin, dass sich die Fließkanalgeometrie jederzeit an geänderte Produktionsbedingungen anpassen lässt. Neue Produktionsparameter können sich in einer Produktion durch Verwendung eines anderen Rohstoffes oder durch Erhöhung des Durchsatzes im Zuge der Optimierung der Anlagengeschwindigkeit schnell ergeben. Mit einem Adapter, der über eine flexibel einstellbare Fließkanalwand verfügt, lässt sich unmittelbar auf eine Veränderung der Schichtverteilung reagieren. ■

DER AUTOR

DR.-ING. HEINZ GROSS, geb. 1950, beschäftigt sich seit 1992 im Rahmen eines Ingenieurbüros mit der Entwicklung neuer Produktionstechniken. Im Jahr

1997 gründete er zusätzlich die Groß Messtechnik, die sich auf die Entwicklung neuer Messsysteme spezialisiert hat; heinz-gross@t-online.de

LITERATUR

- 1 Groß, H.: Kostenreduktion in der Rohrherstellung sowie im Blasformen. Kunststoffe-Synthetics, 2/2000, Seite 26-29
- 2 Groß, H.: Neuheiten in der Extrusion: Weiterentwicklungen in der Werkzeugtechnik und bei Meßsystemen. Kunststoffe 91 (2001) 9, S. 82-85
- 3 Groß, H.: Neue Extrusionstechniken. International Magazine Extrusion, Vol. 7, 12/2001, S. 21-27
- 4 Grünewald, J.: Neues Werkzeugkonzept zur radialen Wanddickenbeeinflussung kleiner Artikel, mit elastisch deformierbarem Düsenaustritt. VDI-Fachtagung Blasformen 2003, Baden-Baden, 20.-21.05.2003

Spritzgussteile kostengünstig verbessern

Schmelzeshomogenisierung. Eine homogene Schmelze zu erzeugen, ist das zentrale Thema beim Spritzgießen und Extrudieren. Mit der SMN-Mischdüse der Stamixco Technology AG, Neftenbach/Schweiz, die auf einer Lizenz für den von der Bayer AG, Leverkusen, entwickelten statischen Scheibenmischer LMXR basiert, wird die Schmelze während des Einspritzens zusätzlich homogenisiert. Unterschiede in Temperatur und Farbkonzentration werden so ausgeglichen. Somit fließt die Schmelze im Werkzeug gleichmäßiger, und qualitativ bessere Formteile sind das Ergebnis. Weiterhin können 20 bis 40 % Farbmittel eingespart werden. Nach Angaben des Herstellers erzeugt die Mischdüse im Vergleich zu dem auf dem Markt führenden Produkt bei gleicher Mischleistung einen um 30 bis 50 % geringeren Druckverlust. Die Mischelemente sind aus rostfreiem Stahl und weisen keine freien Enden auf, die im Betrieb abbrechen können. Die Mischdüse gibt es mit 12, 18, 27 und 40 mm Durchmesser. Damit können Maschinen mit einem Schneckendurchmesser von 30 bis 180 mm ausgerüstet werden.

► www.stamixco.com



Mischdüse SMN-20-8 mit LMXR-Mischteilen für zusätzliche Schmelzeshomogenisierung beim Einspritzen

Inventarkontrolle ihrer Silos mit dem Lesicom®-System – endlich wissen „was wirklich drin ist“

REMBE® GmbH - 59918 Brilon - sales@rembe.de