

Neue Werkzeugtechnologien bei der Extrusion von Folien

H. Groß*

Im Vergleich zu Messungen an heutigen Flexlippen werden Untersuchungen an Blattfederlippen vorgestellt, die wesentlich engere Fertigungstoleranzen erlauben, sowie Werkzeuge mit flexibel verstellbaren Fließkanalwänden.

Die Hauptaufgabe eines Folienwerkzeugs besteht darin, den vom Förderaggregat ausgetragenen Schmelzestrang so zu verteilen, dass am Werkzeugende an jeder Stelle der gewünschte Massestrom austritt, damit man eine gleichmäßige Foliendicke erhält. Um dies zu erreichen, wird die Fließkanalgeometrie heute in aller Regel mit entsprechenden Programmen berechnet. Oft setzt aber der Folienhersteller das Werkzeug zur Herstellung unterschiedlicher Folien ein, wobei nicht nur der Durchsatz sondern auch das zu verarbeitende Material gewechselt wird. Somit bleibt einem bei der Kanalauslegung nichts anderes übrig, als aus der gesamten Palette der zu verarbeitenden Materialien und der zu fahrenden Durchsätze jeweils einen mittleren Wert für die Auslegung zu benutzen. Speziell derartige Universalwerkzeuge benötigen somit zwangsläufig eine Korrekturmöglichkeit, um die Abweichungen des lokalen Schmelzestroms, die im realen Betrieb auftretenden, korrigieren zu können. Aber auch bei Werkzeugen, mit denen nur ein einziges Produkt hergestellt wird, kann es von Vorteil sein, wenn man die Möglichkeit hat, die Schmelzestromverteilung am Werkzeug feinfühlig zu beeinflussen. Aus diesem Grund setzt man beispielsweise zur Herstellung von Gießfolien Breitschlitzwerkzeuge mit flexiblen Lippen ein. Durch die lokale Verstellung der Flexlippe kann dann die Schmelzestromverteilung in bestimmten Grenzen dem jeweiligen Materialverhalten angepasst werden.

Aufgabenstellung für Flexlippen in Breitschlitzwerkzeugen

Die Flexlippe befindet sich am Ende des in das Folienwerkzeug eingearbeiteten Fließkanals, über den der Schmelzestrang von seiner zylindrischen Geometrie, die er am Ende des Extruders hat, gleichmäßig auf die Breite der Folie verteilt werden soll. Im Fall einer Chillrollfolienanlage muss mit dem Werkzeug erreicht werden, dass mit Ausnahme der beiden Randbereiche an jeder Stelle des Werkzeugs, exakt der gleiche lokale Schmelzestrom austritt. Nur dann hat die produzierte Folie auch die gewünschte gleiche Dicke über ihrer

gesamten Breite. Trotz aller Möglichkeiten der exakten Berechnung der Fließkanalgeometrie treten in der Praxis nun aber gewisse Abweichungen der lokalen Schmelzeströme über der Breite des Fließkanals auf. Ursachen für die Abweichungen können sein:

- Die Anlage wird nicht im Betriebspunkt betrieben, für den das Werkzeug berechnet wurde,
- die Viskositätskurve des verarbeiteten Polymers weicht geringfügig von der für die Berechnung benutzten ab,
- das Werkzeug hat keine absolut gleiche Temperatur im gesamten Fließkanalbereich,
- die Kanalgeometrie des Werkzeugs stimmt z. B. auf Grund von Fertigungstoleranzen nicht exakt mit der berechneten Geometrie überein,
- am Ende des Extruders, bzw. am Eintritt in das Werkzeug, liegt keine einheitliche Schmelzetemperatur vor.

Der Einfluss dieser beschriebenen Störfaktoren lässt sich in der Praxis nicht exakt vorhersagen, da sie sich in aller Regel überlagern. Bei allem Bemühen, diese Fehlerquellen zu reduzieren, kann doch davon ausgegangen werden, dass man noch lange ein Korrekturglied in Folienwerkzeugen benötigen wird.

Ein solches optimales Korrekturglied sollte in der Lage sein, die auf Grund der geschilderten Unzulänglichkeiten auftretenden lokalen Schmelzestromunterschiede über der Breite des Werkzeugs möglichst vollständig zu eliminieren. Die Tatsache, dass man z. B. Kolbenringe in Folienwickeln, die in der Regel nur eine Breite von wenigen Millimetern besitzen, bis heute nicht an ihrem Entstehungsort im Bereich des Werkzeugs eliminiert, verdeutlicht, dass dieses Ziel noch nicht erreicht ist. Dickenunterschiede, die durch eine Verstellung des Werkzeuglippenbereichs nicht verhindert werden können, führen nämlich in Produktionsanlagen dazu, dass man am Ende der Anlage eine Folienverlegeeinrichtung integrieren muss, um Kolbenringe zu vermeiden. Die Folienverlegung verschlechtert aber die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsprozesses,

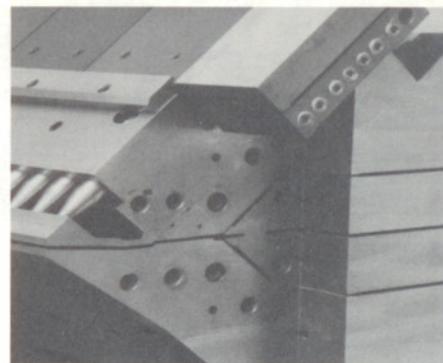


Abbildung 1: Flexlippe eines 3-Kanalfolienwerkzeugs mit abgenommenen Seitenplatten.

Foto: Verbruggen

da sie einen unnötig breiten Randbereich erforderlich macht. Will man Dickstellen durch Reduzierung der Fließkanalhöhe und damit durch Erhöhung des lokalen Fließwiderstands im Werkzeug vermeiden, so muss man zwangsläufig die Fließkanalhöhe im Werkzeug nur über die Breite reduzieren, die die konkrete Dickstelle tatsächlich in der Folie auch besitzt. Dies geht jedoch mit konventionellen Flexlippen häufig nicht, da sie dazu viel zu steif sind, wodurch sich sehr breite Biegelinien bei der Verstellung ergeben. Wünschenswert wäre jedoch eine Flexlippenkonstruktion, die es ermöglicht, die Fließkanalhöhe in einem über der Breite eng begrenzten Bereich von wenigen Millimetern zu verringern, ohne dass sich dabei die Lippenposition in weiter benachbarten Bereichen auch ändert.

Konstruktive Gestaltung heutiger Flexlippen

Die Gestaltung von Flexlippen unterscheidet sich bei den verschiedenen auf dem Markt etablierten Werkzeugherstellern nur geringfügig. Beispielhaft sei in *Abbildung 1* eine Seitenansicht eines Werkzeugs mit einer über Wärmedehnbolzen verstellba-

* Dr.-Ing. Heinz Groß, Kunststoff-Verfahrenstechnik, Ringstraße 127, D-64380 Rossdorf, Tel.: 0049 6154 6952-40, Fax: -41
heinz-gross@t-online.de
home.t-online.de/home/heinz-gross

ren Flexlippe gezeigt, wobei die Wärmedehnbolzen nicht formschlüssig an die Flexlippe angebunden sind, sondern ausschließlich auf Druck arbeiten.

Die Lippe weist in Strömungsrichtung betrachtet starke Dickenunterschiede auf. Sie ist im Einspannbereich, dort wo sie in den Werkzeugkörper mündet, relativ dünn. An ihren freien Enden, an der Stelle also, an der die Wärmedehnbolzen angreifen und die Schmelze das Werkzeug verlässt, ist sie hingegen sehr dick. Die Angriffspunkte der Stellelemente, die zur Einstellung der Fließkanalhöhe im Austrittsbereich des Werkzeugs eingesetzt werden, haben in Breitenrichtung gesehen in aller Regel einen Abstand im Bereich von 20 bis 30 mm.

Analyse des Deformationsverhaltens konventioneller Flexlippen

Betrachtet man den in *Abbildung 1* dargestellten Querschnitt einer konventionellen Flexlippe, so handelt es sich rein mechanisch gesehen um eine einseitig fest eingespannte Biegeplatte mit variierender Dicke. In *Abbildung 2* ist eine übliche Geometrie einer Flexlippe im Schnitt dargestellt. Die Dicke im Bereich des Angriffspunkts der Stellbolzen liegt dabei meist im Bereich um 20 mm. Dies ist besonders kritisch, da, wie eingangs beschrieben, senkrecht zu dem in *Abbildung 2* dargestellten Schnitt eine möglichst große Flexibilität der Lippe benötigt wird. Um die Auswirkungen der Dicke der Lippe auf ihr Deformationsverhalten abschätzen zu können, muss man berücksichtigen, dass das Flächenträgheitsmoment als Maß für die Biegesteifigkeit eines Balkens mit der dritten Potenz seiner Dicke zunimmt.

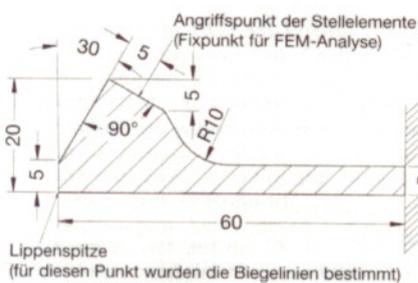


Abbildung 2: Geometrie einer konventionellen Flexlippe, deren Deformation mit FEM untersucht wurde.

Nun handelt es sich aber bei der durch die Stellelemente in die Lippe eingebrachten Auslenkung nicht mehr um einen analytisch einfach zu behandelnden eindimensionalen Deformationsvorgang an einer symmetrischen Geometrie, sondern vielmehr um eine mehrachsige Deformation einer komplexen Geometrie, die rein analytisch nicht mehr beschreibbar ist. Aus diesem Grund wurde das Deformationsverhalten der in *Abbildung 2* dargestellten Flexlippe am IKV mittels der FEM

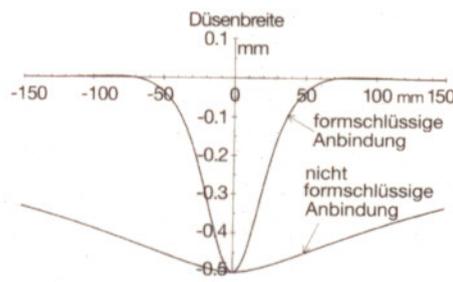


Abbildung 3: Biegelinie der Flexlippe bei formschlüssiger bzw. nicht formschlüssiger Anbindung der Stellelemente.

analysiert. Dabei wurden folgende Annahmen gemacht:

1. Es wurden je eine konventionelle Lippe mit formschlüssiger Anbindung der Stellelemente und eine solche Lippe, die über reine Druckschrauben ausgeleitet wurde, analysiert.
2. Zur Ermittlung der Biegelinie der Lippe wurde jeweils nur eine Stellschraube in der Mitte zugestellt, so dass sich an der Lippenspitze die angegebene Verschiebung ergab. Alle anderen Stellschrauben verblieben entweder in ihrer Neutralstellung oder auf einem einheitlichen vorgespannten Maß.
3. Die Verschiebung wurde an dem in *Abbildung 2* gekennzeichneten Kraftangriffspunkt der Stellelemente angenommen. Bei der formschlüssigen Anbindung der Stellschrauben bildeten diese Punkte Fixpunkte im FEM-Netz.
4. Die dargestellten Kurven geben jeweils die Lage der Lippenspitze am Ende des Fließkanals wieder.

Abbildung 3 zeigt den Vergleich der formschlüssig angebundenen Lippe mit der über Druckschrauben verstellten Lippe. Erwartungsgemäß kann die über Druckschrauben verstellte Lippe die Forderung nach einer lokal begrenzten Verstellung in keiner Weise erfüllen. Selbst in einem Abstand von 150 mm vom Ort der Verstellung ist die Lippe noch um über 0,3 mm aus ihrer Neutrallage ausgelenkt. Aber auch die über formschlüssig angebundene Stellelemente verstellte Lippe schneidet nicht viel besser ab. Betrachtet man nämlich die in *Abbildung 4* durch eine Verfeinerung der Maßeinteilung auf der Ordinate stark vergrößerte Deformationskurve der Lippe, so stellt man fest, dass in diesem Fall die Neutrallage erst nach ca. 150 mm wieder erreicht wird. Die formschlüssige Anbindung führt dazu,

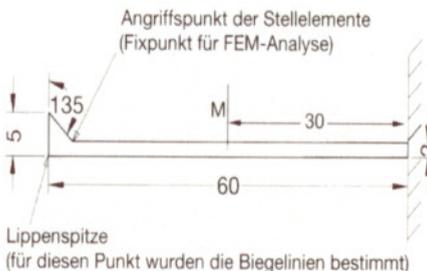


Abbildung 5: Vereinfachte Ersatzgeometrie für eine Blattfederlippe.

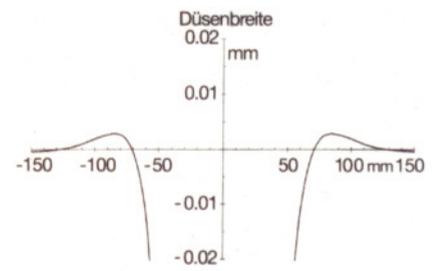


Abbildung 4: Vergrößerter Ausschnitt der Biegelinie bei formschlüssiger angebundener Flexlippe.

dass im Bereich zwischen 70 und 130 mm vom Stellort entfernt sich der Lippenspalt sogar noch vergrößert. Diese Kurven erklären, warum es mit konventionellen Flexlippenwerkzeugen nicht möglich ist, Dickstellen, die eine Breitenausdehnung von unter 100 mm besitzen, durch Veränderung der Lippeneinstellung zu eliminieren.

Blattfederlippen erhöhen die Flexibilität

Man erhält eine viel flexiblere Lippe, wenn man sie in ihrer Höhe reduziert und sie zusätzlich aus mehreren Lagen ähnlich wie eine Blattfeder aufbaut. Dabei wird für die Herstellung der Lippe ein besonders elastisches Federstahlblech mit einer Dicke von nur 1,5 mm an den Werkzeugkörper angeschweißt [1]. Dieses Blech wird zusätzlich, wie in *Abbildung 5* gezeigt, von hinten durch zwei weitere Federstahlbleche gegenüber dem Innendruck abgestützt. Da es sehr schwierig ist, die Reibungsverhältnisse zwischen den Oberflächen der beteiligten Einzelbleche vorherzubestimmen, wurde vereinfachend zur Ermittlung des Deformationsverhaltens dieser Lippe die in *Abbildung 5* gezeigte Geometrie ohne Stützbleche untersucht. Um dabei aber die versteifende Wirkung der Stützbleche nicht ganz zu vernachlässigen, wurde statt eines 1,5 mm dicken Blechs ein 2 mm Lippenblech analysiert. Wie *Abbildung 6* zeigt, wirkt sich die Verstellung auch bei dieser Lösung noch bis auf eine Entfernung von über 150 mm vom Stellort aus. Die Auslenkung ist allerdings dort bereits auf weniger als 0,05 mm zurückgegangen. Eine Reduzierung dieser Breite durch eine formschlüssige Anbindung der Stellschrauben ist bei der Konstruktion nicht möglich, da sie zwangsläufig zu nicht vertretbaren Steifigkeitssprüngen in der Lippe führen würde.

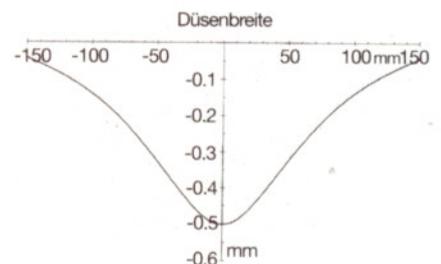


Abbildung 6: Biegelinie der Blattfederlippe bei mittlerer Auslenkung um 0,5 mm.

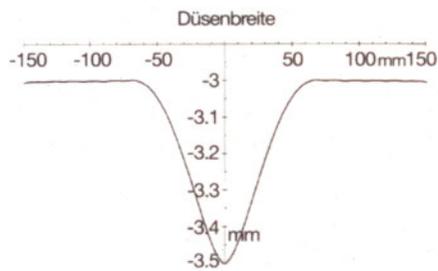


Abbildung 7: Biegelinie der um 3 mm vorgespannten Blattfederlippe bei zusätzlicher mittlerer Auslenkung von 0,5 mm.

Wenn man nun allerdings diese flexible Lippe vorspannt, indem man sie z. B. insgesamt um 3 mm aus ihrer Neutrallage auslenkt und in ihrer Mitte dann nochmals zusätzlich um 0,5 mm verstellt, dann erreicht die Lippe ihre Neutralposition bereits 60 mm neben dem Verstellort (Abbildung 7). Da sich Dickenunterschiede, die z. B. zu Kolbenringen führen aber nicht im Dickenbereich von 0,5 mm, sondern eher im Bereich von 0,01 mm bewegen, wurde die um 3 mm vorgespannte Lippe in einer weiteren Analyse in der Mitte nur noch um zusätzlich 0,01 mm ausgelenkt. *Abbildung 8* veranschaulicht, daß die Auswirkungen dieser Verstellung bereits nach 30 mm abgeklungen sind.

Will man allerdings die Lippe in dieser Weise lokal begrenzt verstellen, so muss zwangsläufig auch der seitliche Abstand der einzelnen Stellelemente voneinander verringert werden. Dies ist auch schon deswegen erforderlich, weil sich eine derart flexible Lippe sonst schon allein auf Grund des Innendrucks der Schmelze zwischen den einzelnen Stellschrauben zu stark durchbiegen würde. Speziell bei dünnen Folien, die durch einen Walzenspalt gefahren werden, ist es aber in der Extrusionsanlage in der Regel sehr schwierig, feinste Unterschiede in den lokalen Schmelzeströmen zu erkennen. Die Integration eines Wulstmesssystems in das Glättwerk kann diesen Mangel beseitigen, da sich die ermittelte Wulstgröße direkt proportional zum lokalen Schmelzestrom, der an dem jeweiligen Ort aus der Düse austritt, verhält [2, 3, 4]. Die in *Abbildung 9* gezeigte Wulstverteilung, die bei der Produktion einer 0,8 mm PP-Folie aufgenommen worden ist, verdeutlicht dies. Bei Stellschraubenabständen im Bereich der Superflexlippe von nur noch 6 mm, wie sie beispielsweise an zwei nach Kanada gelieferten Spezialfolienwerkzeugen

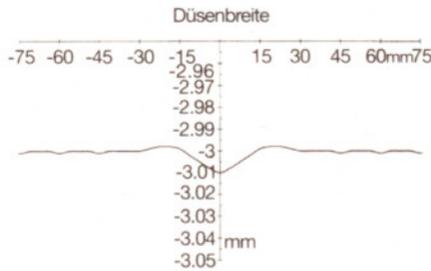
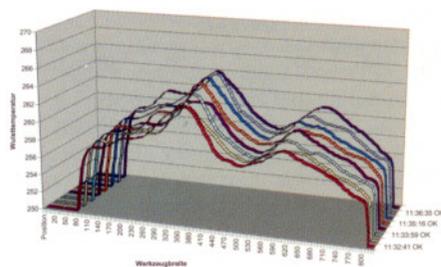


Abbildung 8: Biegelinie der vorgespannten Blattfederlippe bei mittlerer Auslenkung um 0,01 mm.

zur Produktion von Folien mit einer extrem engen Dickentoleranz vorhanden sind, ist eine messtechnische Erfassung unabdingbar.

Grundkonzept von Werkzeugen mit flexibel verstellbaren Fließkanalwänden

Im Bereich der Blasfolienherstellung ist es im Gegensatz zu den Gießfolien Stand der Technik, mit einer festen Fließkanalgeometrie im Werkzeug zu arbeiten und Korrekturen in der Dickenverteilung der Folie über die Variation der lokalen Kühlung der Folienblase vorzunehmen. Bei der Coextrusion wird ebenfalls eine nicht veränderbare Kanalgeometrie verwendet, wobei im Vorfeld beim Einfahren der Anlage die Fließkanalgestaltung dem Fließverhalten des jeweils zu verarbeitenden Materials und dem während dieser Optimierung verwendeten Massestrom angepasst wird. Gerade im Bereich der Coextrusion, in dem sehr oft teure Materialien verarbeitet werden, besitzt somit der Folienhersteller an der Anlage keine Möglichkeit, um auftretende Dickentoleranzen bei laufender Anlage bekämpfen bzw. verringern zu können. Neueste Entwicklungen gehen nun dahin, flexibel verstellbare Fließkanalwände einzusetzen [5, 6]. Auf diese Weise kann der Fließwiderstand im Werkzeug bei laufender Anlage feinfühlig lokal variiert werden, um eine ideale lokale Schmelzestromverteilung am Werkzeugaustritt und damit im Produkt zu erreichen.

Flexringtechnologie bei Blasfolienwerkzeugen

Zur erfolgreichen Übertragung der eingangs erwähnten Flexlippentechnologie auf Blasfolienwerkzeuge muss man ei-

gentlich nur noch die Flexlippe des Folienwerkzeugs zum Kreis biegen und in das Werkzeug integrieren [7]. Damit entsteht allerdings sofort das Problem, dass die kreisförmige Form den ohnehin schon steifen Werkzeugstahl geometrisch noch weiter versteift, und dass es damit noch schwieriger wird, die erforderliche Flexibilität zu erreichen. Nur die Verwendung extrem dünner Einzelwände erlaubt es, trotzdem noch die runde Geometrie am Werkzeugaustritt lokal begrenzt linear elastisch zu verformen. *Abbildung 10* zeigt in einer vereinfachten Schnittdarstellung den Endbereich eines Blasfolienwerkzeugs, in das eine Flexringhülse integriert ist. Am Werkzeugmund ist das Ende der Flexringhülse, das die äußere Fließkanalwand bildet, blattfederartig mehrwandig aufgebaut und dadurch sehr flexibel.

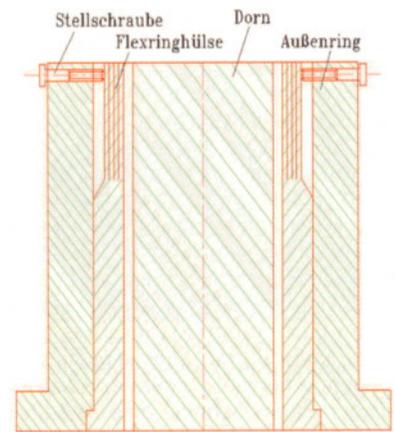


Abbildung 10: Skizze der parallelen Austragszone eines Werkzeugs mit integrierter Flexringhülse.

Dank eines völlig neuen Fertigungsverfahrens ist es dabei gelungen, die Flexringhülse im unteren Flanschbereich massiv und dickwandig zu gestalten, um die erforderliche Dichtung gegenüber dem vorgelagerten Werkzeugbereich sicherstellen zu können. Es handelt sich also um ein zylindrisches Teil, das partiell einwandig und partiell mehrwandig ist. Der einwandige Flanschbereich ist sehr dick und damit auch sehr steif. Die Einzelwände des mehrwandigen Mundbereichs hingegen besitzen eine extrem geringe Einzelwanddicke. Somit ist dieser Bereich sehr flexibel. Er lässt sich mit Hilfe der am Düsenmund befindlichen Stellschrauben sehr feinfühlig lokal begrenzt deformieren. *Abbildung 11* zeigt beispielhaft ein Blasfolienwerkzeug. Charakteristisch sind die vielen Stellschrauben, die über dem

Umfang des Werkzeugs angeordnet sind, mit denen der Fließkanalspalt zwischen dem Dorn und der Flexringhülse an Stellen, an denen es die Dickenverteilung des austretenden Folienblase erfordert, verändert werden kann. Dabei ergibt sich in der Flexringhülse eine totstellenfreie kontinuierliche Veränderung der Fließkanalkontur. Es lassen sich folglich auch thermisch sehr empfindliche Materialien problemlos mit Flexringwerkzeugen verarbeiten.

Abbildung 9: Wulstverteilung in einer Produktionsanlage vor (links) und nach (rechts) der Optimierung des Lippenspalts mit Hilfe der Wulstmessung.

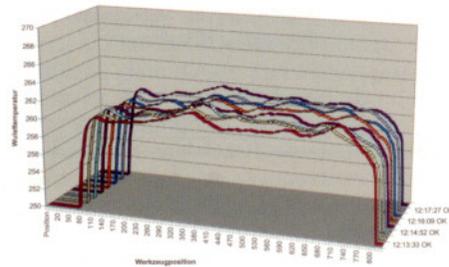




Abbildung 11: Blasfolienwerkzeug mit integrierter Flexringhülse.

Derartige Flexringhülsen können mit höchster Präzision in allen in der Blasfolienextrusion üblichen Geometrien und Oberflächenqualitäten hergestellt werden. Sie bestehen aus einer neuartigen, korrosionsfesten Speziallegierung. Damit ist es auch möglich, Werkzeuge ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Herstellung von Folien aus Fluorpolymeren zu verwenden. Die Flexibilität im Mundbereich der Flexringhülse kann entsprechend den jeweiligen Anforderungen produktspezifisch ausgelegt werden. Der Konstrukteur besitzt dabei die Freiheit, nicht nur die Anzahl der Einzelwände sondern auch deren Dicke frei zu wählen.

Fazit

Die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen sind augenblicklich sicherlich nicht ideal. Umso mehr sollte es momentan angezeigt sein, alle sich bietenden technischen Möglichkeiten zu nutzen, um durch eine verbesserte Verfahrenstechnologie die internen Kosten weiter zu reduzieren. Damit kann man auch in Zeiten einer zurückgehenden Marktnachfrage noch eine akzeptable Rendite erzielen. Es gibt keine Zweifel daran, dass sich Unternehmen immer dann in eine Abwärtsbewegung begeben, wenn sie beginnen, sich auf dem Erreichten auszuruhen. Die vorrangige Bewertung der Kosten, die mit der Einführung einer neuen Technologie zwangsläufig verbunden ist, verdrängt die genauso notwendige Analyse der Chancen, die sich mit ihrer Umsetzung ergibt. Nur wer bereit ist, sein Handeln in regelmäßigen Abständen daraufhin zu überprüfen, ob es tatsächlich noch dem letzten Stand der Entwicklung entspricht, und der im Einzelfall dann auch konsequent in wirtschaftlichere Verfahren investiert, wird langfristig auch erfolgreich bleiben. Die Flexringtechnologie ist eine Entwicklung, die zweifelsfrei dazu beitragen kann, interne Produktionskosten zu sen-

ken. Eine gewisse Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Technologien ist jedoch Voraussetzung dafür, dass man das Einsparpotential, das in ihr steckt, auch tatsächlich für sich nutzen kann.

Literatur

- [1] Groß, H., Sind heutige Flexlippen flexibel genug? *Kunststoffe*, Jahrgang 87, Heft 03/1997, Seite 342–345.
- [2] Groß, H., Wulstmessung in der Folien und Plattenextrusion. *Kunststoffe*, Jahrgang 88, Heft 8/98, Seite 1229–1231.
- [3] Langkamp, U., Flachfolienextrusion mit Wulstregelung. Vortrag auf dem 19. IKV-Kolloquium, Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen, 11.–13. März 1998.
- [4] Hauck, J., Langkamp, U., Phillips, J., Prozeßanalyse und Qualitätssicherung in der Folien- und Profilextrusion, Handbuch des 19. IKV-Kolloquiums, Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen, 11.–13. März 1998.
- [5] Groß, H., Markteinführung der Flexringtechnologie. *International Magazine Extrusion* Volume 9, Mai 2003, Seite 20–24.
- [6] Groß, H., Flexible Werkzeugwände. *Kunststoffe*, 93. Jahrg. Heft 8/2003, Seite 28–33.
- [7] Groß, H., Flexibel deformierbare Fließwände in Extrusionswerkzeugen. *Österr. Kunststoff-Zeitschrift* 35. Jhg. Heft 3/4-2004, Seite 52–55.

Getriebe nach Wunsch

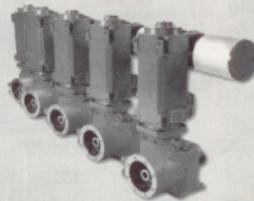
Die RS Antriebstechnik GmbH ist ein Betrieb mit Zeitgeist, handwerklichen Wurzeln und gewachsenen Strukturen, der sich im Laufe der Jahre zu einem mittelständischen Unternehmen entwickelt hat. Pragmatische Lösungen, einwandfreie Produkte, erstklassiger Service und ein Höchstmaß an Flexibilität sind Voraussetzungen, sich in einem immer schwieriger werdenden Markt behaupten zu können. Wir von RS wissen das und handeln danach, zum Vorteil unserer Kunden. Dort wo der Standard aufhört, fangen die Aufgaben der RS Antriebstechnik erst an. Sonderlösungen der Antriebstechnik oder bei Antriebselementen für unterschiedliche Anwendungsbereiche sind unsere Spezialität.

RS Flachextrudergetriebe sind 2- oder 3-stufige Getriebe mit hohem Antriebsmoment von 420 - 55000 Nm. Der Achsabstand zwischen der An- und Abtriebswelle ist bezeichnend für die einzelnen Baugrößen. Aus unserem Standard - FEX/FEL - Getriebe - Programm fertigen wir Z- und U-Bauformen, die in jeder Lage eingebaut werden können. Übersetzung und Anschlussmaße werden nach Kundenvorgaben gefertigt.

Ansprechpartner für interessierte Unternehmen ist Prokurist und Vertriebsleiter Dipl.-Ing Robert Bock.

RS Antriebstechnik GmbH Immeweg 3-5 87509 Immenstadt Tel. 08323 / 8007 - 99 www.rs-antriebstechnik.de info@rs-antriebstechnik.de

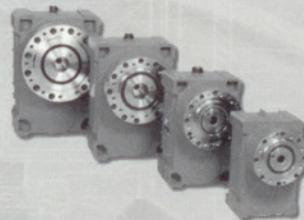
RS Antriebstechnik



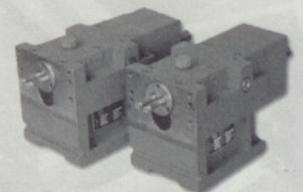
Kegel-Stirnrad-Getriebe
Straight bevel gear



FEL-Getriebe U-Bauform
FEL-gear U-construction



Auszug FEX-Baureihe
Extract FEX-Series



Getriebe für Doppelwellenextruder
Gear for twin-shaft extruders