

Muss eine Blasformdüse im Austrittsbereich konisch sein?

Extrusionsblasformen. Vorgestellt wird ein neues Prinzip zur Gestaltung des Fließkanals. So bieten zylindrische Düsen ausnahmslos alle verfahrenstechnischen Möglichkeiten, die auch bei einer konischen Gestaltung des Austrittsbereichs vorhanden sind. Dabei überwindet die zylindrische Düse die Nachteile einer konischen Fließkanalgestaltung besonders hinsichtlich der Schlauchverformung infolge einer statischen Profilierung und der Änderung der Austrittsgeschwindigkeit des Vorformlings beim Verfahren des Dorns.

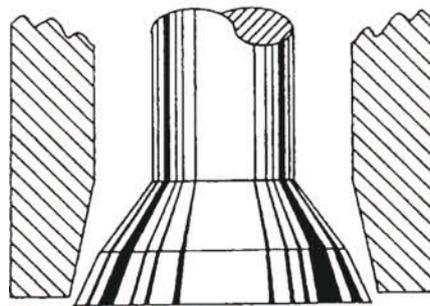
HEINZ GROSS

Informiert man sich in Fachbüchern [1, 2, 3] oder fragt Experten, wie der Fließkanal in einer Blasformdüse idealerweise zu gestalten ist, erfährt man unisono, dass es hierzu eine Grundregel gibt: „Eine Blasformdüse ist im Austrittsbereich konisch!“ Vermittelt wird ebenfalls, dass der Fließkanal divergent oder konvergent verlaufen sollte. Während bei Düsen, die einen kleinen Durchmesser besitzen, meist ein konvergenter Fließkanalverlauf bevorzugt wird, besitzen Düsen mit einem größeren Durchmesser im Austrittsbereich in aller Regel einen divergenten Fließkanalverlauf (**Bild 1**). Diese Grundregel ist bei allen Fachleuten, die sich mit dem Extrusionsblasformen beschäftigen, derart in Stein gemeißelt, dass sie offensichtlich nie in Frage gestellt worden ist [4]. Das soll nun hier nachgeholt werden.

Düse mit konischem Fließkanal

Wenn im Folgenden von einem konischen oder einem zylindrischen Fließkanalverlauf gesprochen wird, dann bezieht sich das immer nur auf den Austrittsbereich der Düse, also auf die Fließkanalgestaltung am Ende der Düse. Im ersten Moment erscheint es nicht unbedingt logisch, dass man den Fließkanal in diesem Bereich konisch gestaltet. Ist doch der Vorformling grob betrachtet nichts anderes als ein Schlauch- oder Rohrstück mit begrenzter Länge. Rohre oder Schläuche werden aber

in aller Regel mit Düsen extrudiert, die im Austrittsbereich zylindrisch sind. Bei diesem ersten groben Analogieschluss wurde natürlich außer Acht gelassen, dass es einen gravierenden Unterschied zwischen einem Rohrstück und einem Vorformling gibt. Bei einem Rohr strebt man grundsätzlich eine einheitliche Wanddicke an. Bei einem Vorformling hingegen ist es sehr vorteilhaft, wenn man in der Lage wä-



seinem gesamten Umfang. Der Konstrukteur braucht sich folglich bei der Auslegung der Düse keine Gedanken zu machen, welcher Düsenpalt nun erforderlich ist, um den jeweiligen Hohlkörper herzustellen. Er muss nur sicherstellen, dass der am Ende tatsächlich erforderliche Spalt auch durch eine Veränderung der relativen Position von Düse und Dorn erreichbar ist. Deshalb ist es inzwischen

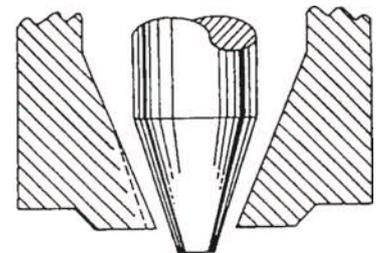


Bild 1. Düsenformen für das Blasformen (Bild: [1])

re, die Wanddicke über der Länge, d. h. in axialer Richtung und idealerweise auch über dem Umfang, also auch in radialer Richtung, zu verändern.

Änderung der Wanddicke in axialer Richtung

Einer der Hauptgründe für den konischen Austrittsbereich einer Extrusionsblasformdüse ist wahrscheinlich die Tatsache, dass man zur Veränderung der Wanddicke des Vorformlings in axialer Richtung lediglich die relative Position zwischen der Düse und dem Dorn verändern muss. Wenn man dies tut, ändert sich die Wanddicke des Vorformlings einheitlich über

Stand der Technik, dass Blasformmaschinen in aller Regel eine Einrichtung besitzen, mit der man entweder den Dorn oder aber die Düse während des Austrags des Vorformlings in axialer Richtung verschieben kann. Dies wird auch genutzt, um bei Verwendung eines Speicherkopfes den Fließkanal schließen zu können, damit der Speicher im Kopf mit Schmelze gefüllt werden kann, ohne dass dabei bereits Schmelze aus der Düse austritt.

Änderung der Wanddicke in radialer Richtung

Zur Änderung der Wanddicke des Vorformlings in Umfangsrichtung bezie-

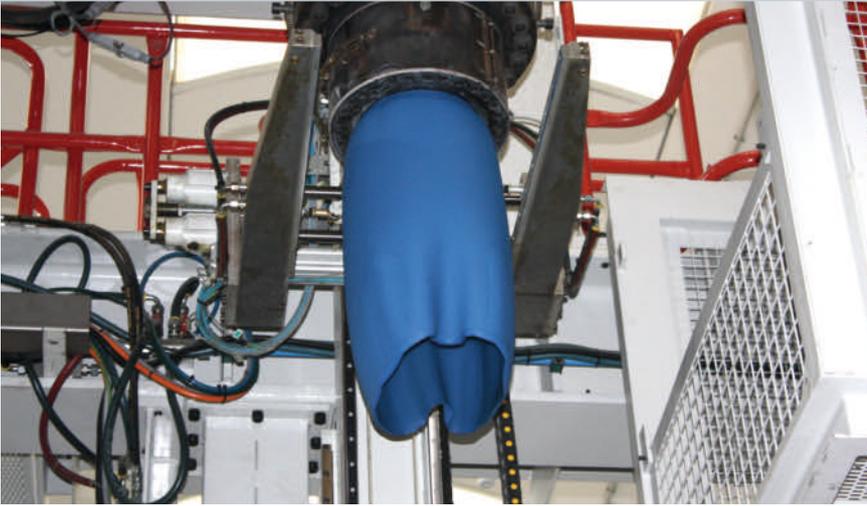


Bild 2. Deformation des Vorformlings infolge einer Profilierung des Fließkanals (Bilder außer Bild 1: H. Groß)

hungsweise in radialer Richtung muss man den Fließkanal der Düse profilieren. Eine Erweiterung oder Verjüngung des Fließkanalspalts an einer konkreten Stelle am Umfang des Fließkanals hat zur Folge, dass die Wanddicke des Vorformlings an dieser Stelle über der gesamten Länge größer oder kleiner wird, was in den meisten Fällen nicht der Geometrie des herzustellenden Hohlkörpers gerecht wird. Deswegen stellt die Profilierung häufig einen Kompromiss dar, der der Geometrie des Hohlkörpers in einem Bereich entgegenkommt, der aber die Dickenverteilung des hergestellten Artikels in einem anderen Bereich verschlechtert. Zusätzlich wird im profilierten Bereich die Austrittsgeschwindigkeit verändert, was dazu führt, dass sich der Vorformling beim Austritt aus der Düse in unerwünschter Weise deformiert (**Bild 2**). In der Praxis führt dies in der Regel dazu, dass man den Fließkanal deutlich geringer profiliert, als es eigentlich erforderlich wäre, da sonst das Schlauchaustrittsverhalten nicht mehr akzeptabel ist.

Der konische Fließkanalverlauf führt aber zwangsläufig auch dazu, dass sich bei einer statischen Profilierung des Dorns oder der Düse auch die Wirksamkeit der Profilierung mit der Änderung der Fließkanalspalthöhe ändert. Dies ist immer dann von Vorteil und wird in der Praxis auch gezielt eingesetzt, wenn die Änderung in die für das Formteil richtige Richtung erfolgt. Wenn man also mit einer Vergrößerung der Fließkanalspalthöhe auch eine Abnahme des Einflusses der Profilierung benötigt, hat man Glück. Wenn die Geometrie des Hohlkörpers allerdings genau das Gegenteil erfordert, entsteht das Problem, einen konischen Fließkanal zu profilieren.

Da normalerweise bei einer konischen Düse auch ein konischer Dorn Verwendung findet, folgt ein weiteres Problem:

Wird der Dorn oder die Düse zur Veränderung der Wanddicke des Vorformlings in axialer Richtung verschoben, ändert sich in der Zeit, in der der Dorn oder die Düse verfahren werden, zwangsläufig auch die Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze. Idealerweise sollte aber der Vorformling mit konstanter Geschwindigkeit ausgestoßen werden. Je größer nun die Verfahrensgeschwindigkeit des Dorns oder der Düse ist, desto störender wirkt auch die Änderung der Austrittsgeschwindigkeit des Vorformlings und damit vergrößert sich der negative Effekt auf die Dickenverteilung des Hohlkörpers. →

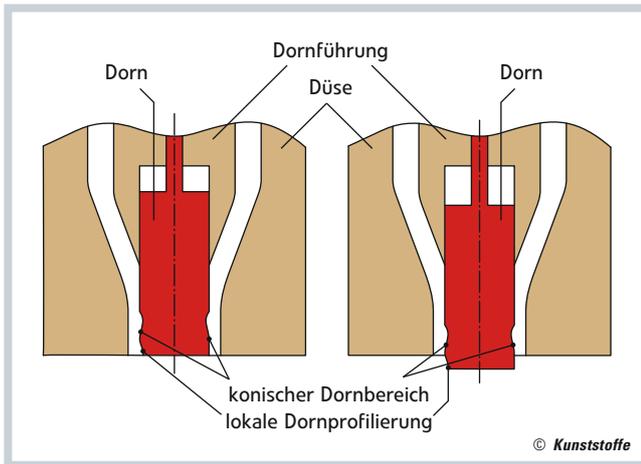


Bild 3. Querschnittszeichnung einer Düse mit zylindrischem Austrittsbereich, bei der je nach der vorhandenen Dornposition die Dornprofilierung Bestandteil des Fließkanals und damit aktiv ist (linke Darstellung) oder sich außerhalb der Düse befindet und damit inaktiv ist.

Dynamische radiale Wanddickensteuerung mit einer konischen Düse

Will man die beschriebenen negativen Auswirkungen einer statischen Profilierung vermeiden, müssen aufwendige und sehr teure dynamische Systeme eingesetzt werden, mit denen sich die Fließkanalgeometrie während des Austrags des Vorformlings verändern lässt. Dabei wird die Geometrie der metallischen Düse während des Austrags des Vorformlings verändert. Lange Zeit gab es dafür nur eine einzige technische Lösung, die partielle Wanddickensteuerung (PWDS) [5]. Unter Fachleuten ist die Abkürzung

PWDS inzwischen quasi zum Synonym für eine dynamische radiale Wanddickensteuerung geworden. Beim PWDS-System wird ein relativ steifer Düsenring mithilfe von zwei oder auch vier Hydraulikzylindern während des Austrags des Vorformlings dynamisch deformiert, um den Fließkanalspalt über dem Umfang der Düse lokal zu verändern.

Inzwischen ist mit der Flexringtechnologie [6] eine Alternative auf dem Markt, bei der eine erheblich flexiblere, partiell mehrwandige Düse eingesetzt wird [7], die idealerweise mit kostengünstigen Schrittmotoren verstellt wird. Einer der Vorteile der Flexringtechnologie besteht darin, dass sie aufgrund der erheblich flexibleren Düse auch bei sehr kleinen Durchmessern eingesetzt werden kann. Während der Einsatzbereich des PWDS-Systems nach unten bei einem Durchmesser von 80 mm endet, wurde inzwischen bereits eine dynamische radiale Wanddickensteuerung mit einer Flexringdüse realisiert, die einen Durchmesser von 8 mm aufweist. Beide heute zum Stand der Technik gehörenden Systeme erfordern aber einen großen technischen Aufwand, und demzufolge fallen auch laufend Wartungsarbeiten und Betriebskosten an. Will man mit diesen Systemen eine radiale Wanddickensteuerung realisieren, so ist je nach Größe der Düse mit einer Investitionssumme von 50 000 bis über 100 000 EUR zu kalkulieren. Soweit eine kurze Übersicht zur aktuellen Situation beim Extrusionsblasformen unter Verwendung von konischen Düsen.



Bild 4. Düse mit zylindrischem Austrittsbereich und zugehörigem profilierten Dorn, der mit Ausnahme des kurzen konischen Endbereichs vorrangig zylindrisch ist und der um 180° gedreht zu seiner normalen Einbauposition auf der Düse abgelegt ist

Blasformdüse mit einem zylindrischen Austrittsbereich

Was hätte es für Konsequenzen, sich über das bisher festgeschriebene Fachwissen hinwegzusetzen und eine Düse für das Extrusionsblasformen im Austrittsbe-

reich zylindrisch zu gestalten? Bei Verwendung eines rein zylindrischen Dorns (Bild 3), erscheint diese Lösung erst einmal wenig sinnvoll, da in diesem Fall der Dorn angehoben bzw. absenkt werden kann, ohne dass sich dadurch an der Dicke des Vorformlings etwas ändert. So unsinnig das im ersten Moment erscheint, so beruht gerade darauf einer der wesentlichen Vorteile der zylindrischen Ausführung. Bild 4 zeigt eine Blasformdüse mit einem zylindrischen Fließkanal im Austrittsbereich, mit zugehörigem Dorn, der auf der Stirnseite abgelegt ist. Der Dorn besitzt an seinem Ende einen kurzen konischen Bereich zum Schließen des Fließkanals während des Füllens des Speicherkopfes mit dem die Düse betrieben wird.



Bild 5. Aus einzelnen unterschiedlich profilierten Dornscheiben aufgebaute zylindrischer Dorn, der an beiden Enden den gleichen Durchmesser besitzt

Axiale Wanddickensteuerung

Bei leicht konischer Gestaltung eines kurzen Längenbereichs des sonst zylindrischen Dorns (Bild 3), lässt sich wie bei der konischen Düse die axiale Wanddicke des Vorformlings verändern, indem einfach der Dorn relativ zur Düse verschoben wird. Folglich eignen sich auch zylindrische Düsen, um gleiche Hohlkörper mit unterschiedlichen Gewichten herzustellen, ohne dass dafür an der Düse oder am Dorn etwas geändert werden muss. Wird ein Speicherkopf verwendet, ist natürlich der unterste Bereich des Dorns konisch zu gestalten, sodass der Enddurchmesser des Dorns minimal größer ist als der Dü-

sendurchmesser (siehe Bild 4). Dann kann auch der Fließkanal einer zylindrischen Düse zum Füllen des Speicherkopfes komplett geschlossen werden. Somit ergeben sich hinsichtlich der Möglichkeit, die Wanddicke des Vorformlings in axialer Richtung zu verändern, keine nen-

vor und hinter der Profilierung dafür sorgen, dass die Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze trotz der Profilierung exakt der des restlichen Vorformlings entspricht. Dies lässt sich bei einem konischen Fließkanal nur schwer realisieren, weil der Fließkanalspalt vom Düsenaus-

Es ist dann auch unerheblich, ob der Dorn sehr schnell bewegt wird oder nicht, es ergibt sich dadurch keine unerwünschte Änderung der Austrittsgeschwindigkeit des Vorformlings.

Dynamische radiale Wanddickensteuerung mit einer zylindrischen Düse

Der größte Vorteil der zylindrischen Lösung besteht darin, dass es sehr einfach möglich wird, eine dynamische radiale Wanddickensteuerung zu realisieren. Dafür ist dann keine aufwendige Sonderkonstruktion mit einem deformierbaren Düsenteil erforderlich. Da nichts deformiert werden muss, werden auch keine Aktuatoren und keine besonderen Steuerungen mit speziell zugeschnittener Software benötigt. Die existierenden Sonder-systeme, die bisher bei konischen Düsen als unabdingbar notwendig erachtet wurden, um überhaupt eine dynamische radiale Wanddickensteuerung zur realisie-



Bild 6. Wanddickenverteilung eines aufgeschnittenen Kraftstoffbehälters, der mit einer konischen (unten) und einer zylindrischen (oben) Düse hergestellt worden ist [G = Gewicht; t_b = Blas- bzw. Kühlzeit]

nenswerten Nachteile gegenüber einer konventionellen zylindrischen Düse.

Veränderung der Wanddicke des Vorformlings in radialer Richtung

Deutliche Unterschiede ergeben sich aber, wenn die Wanddicke des Vorformlings in radialer Richtung verändert werden soll. Natürlich kann man auch bei einer zylindrischen Düse den Fließkanal an einer bestimmten Position über dem Umfang profilieren. Das hat erst einmal die gleichen Auswirkungen, wie sie für die konische Düse beschrieben worden sind. Bei der zylindrischen Düse lässt sich aber zudem durch eine geschickte Gestaltung der Fließkanalspaltweiten

Bild 7. Bisher nicht vermeidbare Wanddickenunterschiede eines blasgeformten Lüftungsschlauchs, die sich aufgrund der Änderung der Querschnittsgeometrie ergeben



tritt in Richtung der Schmelzeinspeisung immer größer wird und sich somit lokale Änderungen der Fließkanalspaltweiten immer weniger bemerkbar machen.

Vorteilhaft an der zylindrischen Lösung ist auch, dass man die Düse in einfacher Weise so auslegen kann, dass das Verfahren des Dorns keine Veränderung der Austrittsgeschwindigkeit und damit des Vorformlings zur Folge hat. Wenn der Durchmesser des Dorns, wie in Bild 5 gezeigt, abgesehen von den lokalen Profilierungen in erster Näherung komplett zylindrisch und damit am Dornende und im Bereich der Dornführung gleich ist, dann bleibt das Fließkanalvolumen in der Düse (weißer Bereich in Bild 3) und damit auch die Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze beim Verfahren des Dorns konstant.

ren, werden bei der zylindrischen Lösung nicht mehr gebraucht.

Wie eine bestimmte Länge des vorrangig zylindrischen Dorns konisch gestaltet werden kann, um eine axiale Wanddickensteuerung zu ermöglichen, so kann man den Dorn an seinem Ende natürlich auch in einem bestimmten Umfangsbereich und über eine bestimmte Länge mehr oder weniger stark profilieren. Fährt man dann diesen untersten Bereich des Dorns so weit aus der Düse heraus, dass er sich komplett unterhalb des Düsenendes befindet, so übt diese Profilierung keinen Einfluss auf die Schmelzeverteilung innerhalb der Düse aus (rechte Darstellung Bild 3). Wird der Dorn allerdings während des Austrags des Vorformlings hochgezogen, gelangt die lokale Profilierung in den Fließkanal. Je nach Art der Profilierung wird die Dicke des Vorformlings ausschließlich im Bereich, in

Kunststoffe Newsletter

Wir haben unseren Service ausgebaut: In einem wöchentlichen Newsletter informiert die Redaktion über wichtige Neuigkeiten aus der Branche. Im Fokus stehen Unternehmens- und Wirtschaftsmeldungen, neue Produkte, Technik-Trends, Patente sowie aktuelle Publikationen und Veranstaltungen aus dem Carl Hanser Verlag

→ www.kunststoffe.de/newsletter

Registrieren Sie sich kostenfrei!

dem sich die Profilierung befindet, zu- oder abnehmen. Es lässt sich auch ein kurzer Abschnitt des Dorns exzentrisch gestalten, um die Dickenverteilung des Vorformlings für ein Formteil zu optimieren, das in einem gegenüberliegenden Bereich einen großen Unterschied im Verstreckgrad aufweist.

Die Ausdehnung der Wanddickenveränderung in Umfangsrichtung des Vorformlings kann somit über die Breite der Profilierung auf dem Dorn festgelegt werden. Die Länge der Dickenänderung in axialer Richtung des Vorformlings lässt sich über die Zeit, die der Dorn in der speziellen Stellung verbleibt, sehr einfach verändern. Auf diese Weise kann ein viel größerer Unterschied in der Wanddicke des Vorformlings erreicht werden, als dies beispielsweise mit einem PWDS-System oder einem Flexringsystem möglich ist. Die Dickenänderung kann auch über eine viel kleinere Fläche erfolgen als dies mit einem konischen Werkzeug und den aufwendigen Spezialkonstruktionen erreichbar ist. Ist die Profilierung in ihrer Geometrie, d.h. in ihrer Tiefe und ihrer Länge richtig ausgeführt, kommt es auch zu keiner Änderung der Schmelzeaustrittsgeschwindigkeit gegenüber beispielsweise einem benachbarten nicht profilierten Fließkanalbereich. Das heißt, auch das Austrittsverhalten des Vorformlings wird im Gegensatz zur konischen Düse durch die Profilierung nicht negativ beeinflusst.

Bild 6 zeigt den Vergleich der Dickenverteilung eines Kraftstoffbehälters, der konventionell mit einem konischen Werkzeug hergestellt wurde, mit der eines Behälters, bei dem eine zylindrische Düse zum Einsatz kam. Versuche beim konischen Werkzeug, die Dickenverteilung des Behälters mithilfe eines PWDS-Systems oder eines Flexring-systems zu verbessern, wurden erst gar nicht unternommen, da die Kosten zu hoch waren und die zu erwartende Verbesserung der Wanddickenverteilung demgegenüber zu gering war. Der Vorformling muss nämlich im Bereich der Einfüllöffnung die Wanddicke erreichen, die der untere Behälter unterhalb des Griffbügels besitzt, um die geforderte minimale Wanddicke am Gewindeende zu realisieren. Eine so gravierende Änderung des Fließkanalspalts ist selbst mit einer Flexringhülse nicht zu erreichen.

Die mit der zylindrischen Düse realisierte Wanddickenverteilung zeigt dagegen, dass es tatsächlich möglich ist auf einer sehr kleinen, eng begrenzten Fläche des Vorformlings die Wanddicke des Vorformlings extrem zu verändern. Da beide Behälter eine vergleichbare Wanddicke am Ende des Gewindes des Einfüllstutzens besitzen, muss vor dem Aufblasen und damit vor der Verstreckung die Wanddicke des Vorformlings in diesem Bereich gleich gewesen sein. Allerdings ist es nicht einfach, die für einen vorgegebenen Hohlkörper optimale Dorngeometrie zu erreichen. Insbesondere wenn kein Simulationsprogramm zur Ermittlung der komplexen dreidimensionalen Strömungsverhältnisse im Fließkanal zur

Verfügung steht, ist man darauf angewiesen, die komplexe dreidimensionale Schmelzeverteilung in der Düse rein empirisch zu optimieren.

Ähnlich wie es vielfach bei der Auslegung von Profilwerkzeugen noch praktiziert wird, muss die Dorngeometrie in mehreren Einfahrversuchen optimiert werden. Wie ein Profilwerkzeug meist aus mehreren einzelnen Platten besteht, so hat es sich beim Einsatz einer zylindrischen Düse als vorteilhaft erwiesen, wenn der Dorn aus einzelnen Scheiben aufgebaut ist, deren Geometrie dann beim Einfahren der Düse einzeln und unabhängig voneinander verändert bzw. optimiert werden kann, um bei einheitlicher Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze aus →

der Düse die an jeder Stelle im Vorformling gewünschte Dicke erreichen zu können. Die bei dem in **Bild 6** gezeigten Kraftstoffbehälter mit der zylindrischen Düse erreichte Gewichtseinsparung und die Reduktion der Blaszeit beziehungsweise der Kühlzeit sprechen für sich.

Völlig neue verfahrenstechnische Möglichkeiten eröffnet die Dr. Groß-Wanddickensteuerung (GWDS) in Kombination mit der Kipptechnologie [8] im Bereich der Herstellung von Schläuchen, die eine Krümmung aufweisen und bei denen sich auch noch die Querschnittsfläche ändert (**Bild 7**). Damit können weiterhin beim Blasformen derartiger Rohre die Wanddicken in Rohrbereichen, die Krümmungen aufweisen, in einfacher

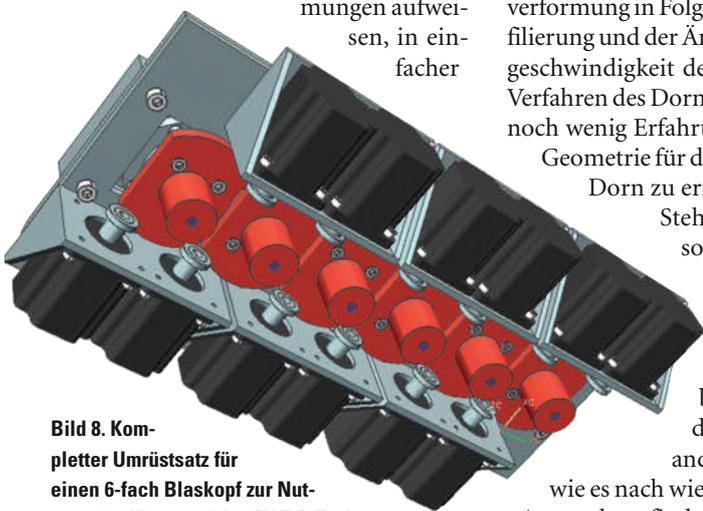


Bild 8. Kompletter Umrüstsatz für einen 6-fach Blaskopf zur Nutzung der Kipp- und der GWDS-Technologie zur Verbesserung der Wanddickenverteilung von gekrümmten Rohren mit Querschnittsänderungen

Weise optimiert werden. Erstmals lassen sich aber auch Dickenunterschiede, die sich aufgrund der Änderung der Querschnittsgeometrie des Rohres zwangsläufig ergeben, minimieren, wofür bisher keine technische Lösung existierte. Beide Technologien können in einfacher Weise in bestehende Blasköpfe nachgerüstet werden. **Bild 8** zeigt am Beispiel eines Umrüstsatzes für einen 6-fach Kopf, dass dies auch bei Mehrfachdüsen, die ein kleines Stichmaß besitzen, möglich ist.

Fazit

Probleme, wie die negative Beeinflussung der Austrittsgeschwindigkeit des Vorformlings durch eine statische Profilierung des Fließkanals sowie die dadurch bedingte Deformation des Vorformlings oder die unerwünschte Änderung der Austrittsgeschwindigkeit des Vorformlings beim Verfahren des Dorns, sind di-

rekte Folgen der konischen Fließkanalgestaltung. Eine kurzzeitige Änderung der Vorformlingswanddicke an einer speziellen lokal begrenzten Stelle ohne gleichzeitige Änderung der restlichen Wanddicke über dem Umfang ist bei konischen Düsen nur unter Verwendung der extrem teuren und aufwendigen PWDS- oder Flexringsysteme möglich.

Bei Verwendung einer zylindrischen Düse, sind ausnahmslos alle verfahrenstechnischen Möglichkeiten verfügbar, die auch bei einer konischen Gestaltung des Austrittsbereichs der Düse möglich sind. Eine zylindrische Düse überwindet aber die bei einer konischen Düse vorhandenen Probleme der negativen Beeinflussung des Schlauchlaufs und der Schlauchverformung in Folge einer statischen Profilierung und der Änderung der Austrittsgeschwindigkeit des Vorformlings beim Verfahren des Dorns. Bisher existiert aber noch wenig Erfahrung, wie die optimale Geometrie für den dreidimensionalen Dorn zu ermitteln ist.

Steht keine Simulationssoftware zur Verfügung, um das komplexe dreidimensionale Strömungsfeld innerhalb der Düse zu berechnen, bleibt nur das empirische "try and error"-Verfahren. So wie es nach wie vor beim Blasformen Anwendung findet, wenn der Fließkanal von konischen Düsen statisch profiliert wird. Das Profilieren einer zylindrischen Düse lässt sich aber besser mit der Optimierung von komplizierten Profildüsen während der Einfahrphase vergleichen. In beiden Fällen muss man unabhängig von unterschiedlichen Fließkanalspaltweiten am Düsenmund und damit unterschiedlichen Wanddicken im Profil bzw. im Vorformling an allen Stellen des Profils oder des Vorformlings die gleiche Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze realisieren. Diesbezüglich muss sich sowohl der Düsenkonstrukteur als auch der Einfahrpezialist zwangsläufig neue Kenntnisse aneignen, will er die Vorteile einer zylindrischen Düsengestaltung nutzen.

Der bedeutendste Vorteil einer zylindrischen Düsengestaltung besteht darin, dass mit einer massiven zylindrischen Düse und einem ebenfalls massiven Dorn auf verblüffend einfache Weise eine dynamische radiale Wanddickensteuerung zu realisieren ist. Über die größeren Wanddickengradienten im Vorformling lassen sich speziell bei Hohlkörpern mit starken lokalen Änderungen der Quer-

schnittsgeometrie bessere Wanddickenverteilungen erreichen. Letztendlich ermöglicht es eine zylindrische Düse, die Qualität der produzierten Hohlkörper weiter zu verbessern, den Materialverbrauch zu verringern und die Zykluszeit zu verkürzen. Der Einsatz eines teuren PWDS- oder Flexringsystems mit entsprechenden Betriebskosten ist nicht mehr erforderlich. Hieraus resultiert bei Neubeschaffung einer Düse nicht nur eine Kostenersparnis von mindestens 50000 EUR, zudem verringert sich der Wartungsaufwand und die Störunganfälligkeit der Produktion.

Die Antwort auf die Frage in der Überschrift lautet somit ganz eindeutig: „Nein, der Fließkanal der Düse im Austrittsbereich darf nicht konisch sein!“ Diese klare Aussage wird zurzeit noch von vielen Experten trotz der aufgeführten Argumente als unsinnig abklassifiziert. Das liegt wohl vorrangig daran, dass seit den Anfängen des Extrusionsblasformens von Maschinen- und Düsenherstellern immer nur konische Düsen verwendet wurden und bisher keiner gewagt hat, dieses Dogma zu hinterfragen. ■

LITERATUR

- 1 Thielen, M. Hartwig, K. Gust, P.: Blasformen von Kunststoff-Hohlkörpern, Carl Hanser Verlag, München Wien 2006
- 2 Hensen, F. Knappe, W. Potente, H.: Handbuch der Kunststofftechnik II Extrusionsanlagen, Carl Hanser Verlag, München Wien 1986
- 3 Grünewald, J.: Entwicklung und Erprobung neuer Werkzeugkonzepte zur radialen Wanddickenbeeinflussung beim Extrusionsblasformen, Dissertation RWTH Aachen 2004
- 4 Holzmann, R.: Die Entwicklung der Blasformtechnik von ihren Anfängen bis heute. Kunststoffe 69 (1979) 10, S. 704-711
- 5 Feuerherm, H.: Vorrichtung zum Herstellen von aus thermoplastischem Kunststoff bestehenden Hohlkörpern, Deutsches Patent Nr. 26 54 001 C1, angemeldet am 27.11.1976
- 6 Groß, H.: Schlauch-, Rohr-, Profil-Extrusion und Blasformen: Neue Technologie zur Reduzierung der Kosten. Zeitschrift Plastics Spezial, VM Verlag Köln, Ausgabe 10/1999, S. 16-20
- 7 Groß, H.: Partielle Veränderung des Fließkanalquerschnitts eines geschlossenen Strömungskanalquerschnitts, Deutsche Patentschrift Nr. 198 31 540 C2, angemeldet am 14.07.1998
- 8 Groß, H.: Kipptechnologie verbessert nicht nur das Zentrieren. Kunststoffe 102 (2012) 3, S. 42-44

DER AUTOR

DR.-ING. HEINZ GROSS, geb. 1950, ist Geschäftsführer der Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik, Roßdorf.