

Vierfachkopf, der mit GWDS-Technologie nachgerüstet worden ist, was wiederum an dem weit aus der Düse herausgeführten Dorn, der einen dunklen Schatten im Inneren des Vorformlings erzeugt, zu erkennen ist

(Bilder: Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik)

Traditionen auf den Kopf gestellt

Blaskopftechnologien. Die besten technischen Weiterentwicklungen sind diejenigen, mit denen das Fertigungsverfahren vereinfacht wird, aber gleichzeitig neue vorteilhafte Produktionsmöglichkeiten entstehen. In ähnlicher Weise werden bei einem neuartigen Kopfdesign zahlreiche Bauteile überflüssig, die bisher für die Funktion eines Blaskopfes unverzichtbar waren. Daraus resultieren viele Vorteile.

HEINZ GROSS

Abgesehen von eher unbedeutenden Detailänderungen hat sich in den letzten 20 Jahren im Bereich der Gestaltung von Köpfen für das Extrusionsblasformen wenig geändert. Von Seiten der Verarbeiter wird zwar immer wieder der Wunsch nach Blasköpfen laut, die einfacher zu warten und zu reinigen sind, die sich schneller, präziser und reproduzierbar zentrieren lassen, deren Fließwiderstand geringer ist und bei denen die Verweilzeit der Schmelze kürzer und das Verweilzeitpektrum geringer ist und die damit einen schnelleren Material- oder Farbwechsel ermöglichen, oder die betriebspunktunabhängig arbeiten. Nur sehr selten hört man dagegen Wünsche

nach einer verbesserten technischen Lösung, um die Wanddickenverteilung von Blasformteilen weiter optimieren zu können. Doch auch bezüglich der Möglichkeit die Wanddickenprofilierung des Vorformlings noch besser den Erfordernissen des herzustellenden Formteils anpassen zu können, gibt es inzwischen neue Entwicklungen. Sie tragen insgesamt dazu bei, die Qualität von Blasformteilen weiter zu verbessern und dabei gleichzeitig auch noch die Kapazitäten der Maschinen zu steigern. Dass sich darüber hinaus auch noch Rohstoffeinsparungen in nicht unerheblichem Maß erzielen lassen, soll nachfolgend erläutert werden.

Wanddickenbeeinflussung des Vorformlings

Jahrelang waren sich die Fachleute einig, dass bezüglich der gezielten Beeinflus-

sung der Wanddicke des Vorformlings über seiner Länge und über seinem Umfang die technischen Möglichkeiten mit den vorhandenen Köpfen voll ausgeschöpft sind, bis vor gut einem Jahr mit der Entwicklung der GWDS-Technologie (Groß-Wanddickensteuerung) die Idee aufkam, Düsen mit einem am Ende zylindrischen Fließkanal zu verwenden [1]. In nunmehr über 60 Jahren Blasformgeschichte galt es als unumstößlich, dass die Wanddicke des Vorformlings in axialer Richtung idealerweise verändert wird, indem ein konischer Dorn innerhalb einer konischen Düse axial verschoben wird. Wie in [1] erläutert wird, ergeben sich zwangsläufig bei Verwendung einer konventionellen konischen Düse einige verfahrenstechnische Nachteile, die in der Vergangenheit als verfahrensspezifisch erklärt und die deshalb klaglos hingenommen wurden.

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU111493

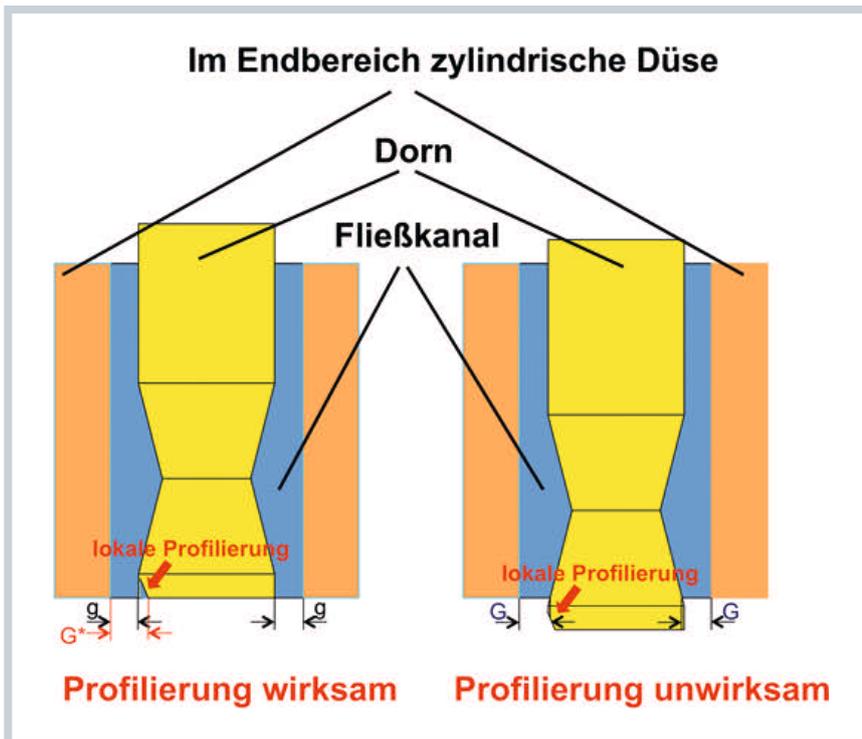


Bild 1. Schematische Darstellung des Grundprinzips der GWDS-Technologie, bei der die Düse zylindrisch ist und der Dornanfang und das Dornende idealerweise den gleichen Durchmesser aufweisen

Inzwischen gibt es jedoch keinen sachlich begründeten Zweifel mehr daran, dass mithilfe einer sehr einfachen zylindrischen GWDS-Düse nicht nur zahlreiche Probleme, die in der Vergangenheit akzeptiert werden mussten, ausgeräumt

werden konnten, sondern dass auch völlig neue, verbesserte verfahrenstechnische Möglichkeiten zur gezielten Profilierung der Wanddicke des Vorformlings geschaffen worden sind.

werden konnten, sondern dass auch völlig neue, verbesserte verfahrenstechnische Möglichkeiten zur gezielten Profilierung der Wanddicke des Vorformlings geschaffen worden sind.

Im Detail ergeben sich die nachfolgenden Vorteile bei zylindrischen GWDS-Düsen gegenüber konventionellen konischen Düsen:

- Der in erster Näherung zylindrische GWDS-Dorn muss nicht mehr gegen die vom Schmelzedruck resultierende Kraft verfahren werden, sodass geringere Kräfte benötigt und auch größere Dorngeschwindigkeiten realisierbar werden.
- Beim Verfahren des Dorns wird das Fließkanalvolumen in der Düse nicht mehr verändert, sodass auch beim Verschieben des Dorns die Austrittsgeschwindigkeit und der Massestrom des Vorformlings konstant bleiben.
- Der Hub des Dorns braucht nicht mehr begrenzt zu werden, um sicherzustellen, dass der Kopf nicht beschädigt werden kann.
- Statische Profilierungen des Dorns führen nicht mehr zu einer zu großen Wanddicke in Bereichen des Vorformlings, in denen sie nicht erforderlich bzw. gewünscht sind.



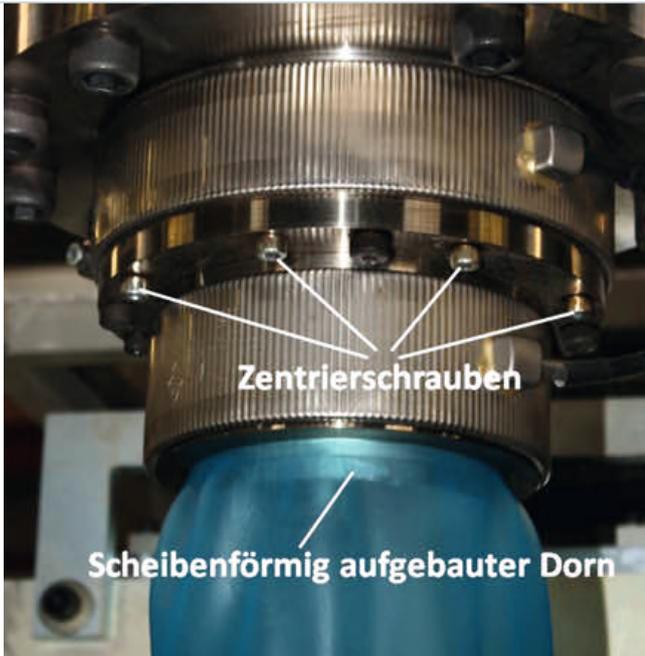


Bild 2. Mit der GWDS- und der Kipp-technologie nachgerüsteter Blaskopf, mit den für die Kipp-technologie üblichen axial angeordneten Zentrierschrauben, bei dem im Inneren des Vorformlings der aus der Düse herausgefahrene Dorn zu erkennen ist

in der Maschine erfolgen, sodass die Düse nicht demontiert werden muss, da der Dorn weit aus der Düse herausgefahren werden kann. **Bild 2** zeigt einen Blaskopf, der mit einer GWDS-Düse nachgerüstet worden ist, die zusätzlich zum einfacheren und präziseren Zentrieren noch ein manuell verstellendes elastisches Kippgelenk [2] besitzt. Deutlich erkennbar ist der für die GWDS-Technologie charakteristische, weit aus der Düse herausgefahrene, scheibenförmig aufgebaute Dorn im Inneren des Vorformlings.

Von Vorteil ist auch, dass die GWDS-Technologie weder Einschränkungen bezüglich der Größe der Düse noch bezüglich der Bauart des Kopfes besitzt. Düsen mit einem Durchmesser im Bereich von 2 bis über 1000 mm können problemlos in GWDS-Technik gebaut werden. Das **Titelbild** zeigt, dass sie auch einfach in bestehende Mehrfachköpfe nachgerüstet werden können.

- Statische Profilierungen innerhalb des Fließkanals einer GWDS-Düse bedingen nicht mehr automatisch unterschiedliche Austrittsgeschwindigkeiten der Schmelze über dem Umfang der Düse.
- Es können Wanddickenunterschiede über dem Umfang erzeugt werden, ohne dass sich der Schlauchlauf verschlechtert.
- Wenn die Wirksamkeit einer Profilierung verändert werden soll, muss nicht gleichzeitig der Austrittsspalt an der Düse verändert werden.

Diese Vorteile werden dadurch erreicht, dass unter Beibehaltung einer einfachen starren Düse und eines ebenfalls starren Dorns lediglich die Düse im Austrittsbereich zylindrisch und der Durchmesser des Dorns an seinen beiden Enden idealerweise gleich ist (**Bild 1**). Der wohl interessanteste Vorteil, den die GWDS-Technologie besitzt, besteht allerdings darin, dass mit einer einfachen massiven Düse

und einem ebenso einfachen massiven Dorn erheblich größere Wanddickengradienten über dem Umfang des Vorformlings erzeugt werden können, als dies mit einem etablierten, teuren, komplexen und wartungsintensiven PWDS-System oder mit einer nicht minder komplexen aber noch flexibleren Flexringdüse realisierbar ist. Im Gegensatz zu diesen etablierten dynamischen Systemen müssen bei der GWDS-Technologie keine Düsenteile zyklisch deformiert werden. Von Nachteil gegenüber diesen dynamischen Systemen ist allerdings, dass der Fließkanal in der Düse nicht von Vorformling zu Vorformling durch sukzessives Verändern der Deformationskurve am Bedienpult optimiert werden kann.

Bei der GWDS-Technologie muss, ähnlich wie das auch bei Profilverkzeugen üblich ist, die Fließkanalgeometrie meistens in mehreren Optimierungsschritten spanabhebend optimiert werden. Dies kann allerdings in vielen Fällen

Kipptechnologie zum einfachen, präzisen und reproduzierbaren Zentrieren

Auch über die Kipptechnologie, die bisher vorrangig im Bereich der Schlauch- und Rohrextrusion erprobt worden ist [2], kann die Qualität eines Blasformprodukts verbessert werden und darüber hinaus auch noch Material eingespart und die Kapazitäten der vorhandenen Anlagen vergrößert werden. Eine Kippdüse kann ganz konventionell über Stell-schrauben manuell eingestellt werden (**Bild 1**). Wenn allerdings eine Position jederzeit exakt reproduziert werden soll, dann muss die Düse relativ zum Dorn motorisch gekippt werden, was sehr einfach über Schrittmotoren zu realisieren ist. Damit kann dann beim Extrusionsblasformen die relative Position zwischen

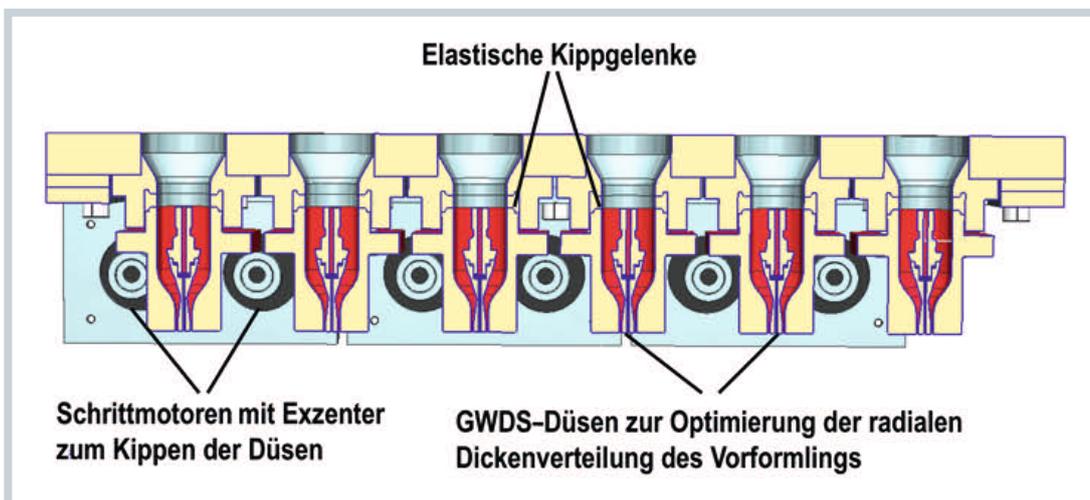


Bild 3. Umrüstsatz für einen 6-fach Kopf, um die Vorteile der GWDS- und der Kipp-technologie zu nutzen



Bild 4. GWDS-Düse mit metallischem Kippgelenk und zwei Schrittmotoren, die mittels spezieller Isolierplatten von der Wärme des Kopfes abgeschirmt sind

der Düse und dem Dorn und damit natürlich auch der Schlauchlauf des Vorformlings präzise und reproduzierbar vom Steuerpult der Maschine aus eingestellt werden. Die Kipptechnologie er-

möglicht gleichzeitig, die Düse während des Austrags des Vorformlings dynamisch zu kippen. Sie kann damit die teuren und wartungsintensiven Schiebedüsen, die bisher standardmäßig zur Herstellung

von gekrümmten Schläuchen eingesetzt werden, ablösen.

Auch beim Einsatz der Kipptechnologie gibt es quasi keine Einschränkung bezüglich der Größe und der Bauform des Blaskopfes. **Bild 3** zeigt exemplarisch eine Schnittdarstellung eines Umrüstsatzes für die Kipp- und die GWDS-Technologie, der für einen existierenden Blaskopf mit sechs Düsen gebaut wurde. Die einzelnen Düsen haben jeweils nur einen Durchmesser von 10 mm und damit besitzt der Kopf natürlich auch nur ein geringes Stichmaß von 70 mm zwischen den einzelnen Düsen. Dennoch kann mithilfe von jeweils zwei wartungsfreien und präzisen Schrittmotoren jede Düse individuell während des Ausstoßens des Vorformlings dynamisch gekippt werden. Die elastischen Kippgelenke der ersten Stunde lassen sich allerdings nur bis maximal 300°C Verarbeitungstemperatur und auch nur für nicht abrasive Schmelzen einsetzen.

Metallische Kippgelenke für uneingeschränkten Einsatz

Die Kipptechnologie ist speziell für das Saugblasverfahren, mit dem meist ge- →

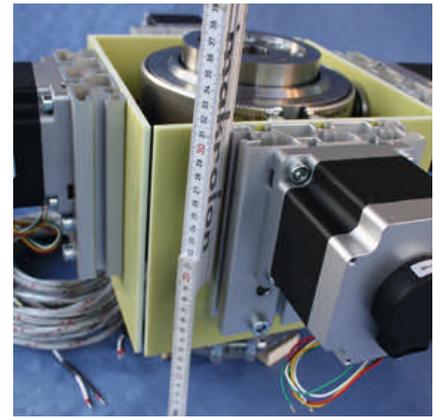
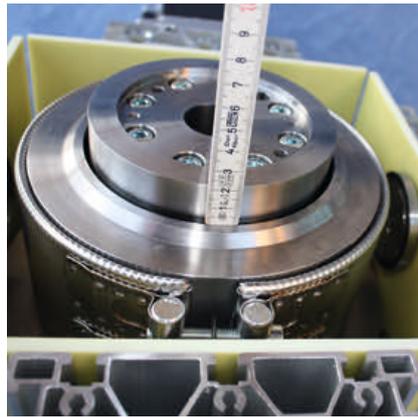
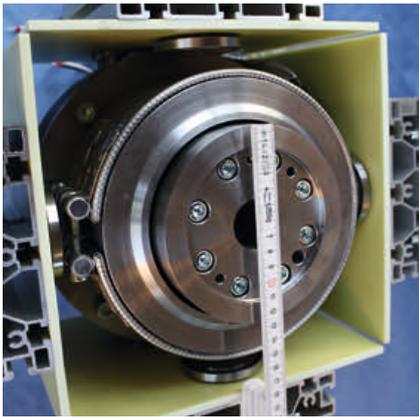


Bild 5. Unterschiedliche Ansichten des neuartigen Blaskopfes mit einem Düsendurchmesser von 135 mm (links), einem Dornhub von 20 mm (Mitte) und einer Gesamtlänge der Schmelzeinspeisung von 320 mm (rechts)

krümmte Schläuche hergestellt werden, geeignet. Dabei werden jedoch häufig glasfasergefüllte Materialien eingesetzt, die oft auch noch bei Temperaturen oberhalb von 300 °C verarbeitet werden müssen. Deshalb befinden sich momentan metallische Kippgelenke in der Erprobung, die weder im Hinblick auf die Verarbeitungstemperatur noch auf den Verschleiß Einschränkungen unterliegen. **Bild 4** zeigt einen Nachrüstsatz in GWDS-Technologie, in dem ein neuartiges metallisches Kippgelenk integriert ist.

Kopfkonzept zur Reduzierung der Spülzeiten und des Wartungsaufwands

Die Düse wird über zwei in einem Winkel von 90° angeordnete, kostengünstige und präzise Schrittmotoren dynamisch gekippt. Inzwischen befinden sich mehrere Blasköpfe, die mit einem entsprechenden Nachrüstsatz umgerüstet worden sind, in der Erprobung. Dabei werden die metallischen Kippgelenke u. a. auch daraufhin getestet, ob sie tatsächlich geeignet sind, eine einmal für ein Formteil optimierte Düsenposition beim neuerlichen Anfahren auf Antrieb exakt zu reproduzieren, sodass das bisher notwendige jeweils neuerliche Optimieren der Düsenposition bei einem Neustart nach einer Umrüstung überflüssig wird. Die neuen metallischen Kippgelenke werden aber auch dynamisch in Saugblasanwendungen getestet, um bei gekrümmten Schläuchen eine gute Wanddickenverteilung im Bereich der Krümmungen zu realisieren.

Nachdem beim Umrüsten von existierenden konventionellen Köpfen immer wieder Kompromisse gemacht werden mussten, wurde ein neuartiges Kopfkonzept entwickelt, bei dessen Konstrukti-

on von Anfang an die neuen technischen Anforderungen, die durch die Kipp- und die GWDS-Technologie entstanden sind, konsequent berücksichtigt wurden. Entstanden ist ein Blaskopf, der erst einmal dadurch, dass er nur noch aus sechs kompakten Teilen besteht, viel kostengünstiger herzustellen ist. Aufgrund der deutlich reduzierten Anzahl von Einzelbauteilen, die in dem Kopf verbaut sind, steht zu erwarten, dass er im Betrieb auch weniger störanfällig und wartungsärmer sein sollte. Der einfache Aufbau des Kopfes wird vorrangig dadurch ermöglicht, dass in den Kopf, bei dem die Schmelze axial von oben eingespeist wird, ein patentiertes trifunktionelles Bauteil integriert ist, das erstens die Düse gegenüber dem Kopf abdichtet, zweitens eine Verschiebung zwischen der Düse und dem Dorn zulässt und drittens auch noch ein Kippen der Düse relativ zum Kopf beziehungsweise zum Dorn ermöglicht.

Die genannten Relativbewegungen werden über vier Schrittmotoren, die jeweils im Winkel von 90° um den Kopf herum angeordnet sind, erzeugt. Aufgrund der extrem geringen Baulänge des Kopfes von nur 320 mm und der sehr kurzen Fließkanallänge ergeben sich kurze Spülzeiten, die bei Farb- oder Materialwechsel von enormem Vorteil sind. Ein weiterer angestrebter Vorteil des neuen Kopfkonzepts besteht darin, dass der Fließkanal betriebspunktunabhängig ausgelegt ist, sodass rein theoretisch unterschiedliche Viskositäten und unterschiedliche Masseströme extrudiert werden können, ohne dass sich dadurch die Dickenverteilung über dem Umfang des Vorformlings ändern dürfte. **Bild 5** zeigt den neuartigen voll elektrisch angetriebenen Kopf, der aufgrund des trifunktionellen Bauteils und der vier Schrittmotoren in sich autark und ohne

weitere Zusatzaggregate funktionsfähig ist.

Bei ersten Durchsatzttests bestätigte sich, dass die Schmelzeverteilung im Kopf unabhängig von der Drehzahl des Extruders bzw. vom Massedurchsatz ist. Bei diesen mit einem PE-HD (Marlex HXM 50100) durchgeführten Versuchen wurde der Durchsatz von 100 bis zu 600 kg/h gesteigert, wobei der Druckabfall im Kopf von 10 N/mm² bis auf 20 N/mm² (200 bar) anstieg. Die über eine sehr kurze Fließkanallänge im Kopf angestrebte kurze Verweilzeit bestätigte sich ebenfalls bei Farbwechselversuchen. Darüber hinaus wurden bei der Auslegung des Fließkanals konsequent unnötige Umlenkungen bzw. Krümmungen im Fließkanalverlauf vermieden. Dies trägt entscheidend dazu bei, dass sich ein sehr enges Verweilzeitspektrum ergibt, was aus dem über dem Umfang des Vorformlings sehr gleichmäßigen Farbwechsel geschlossen werden kann. Weitere geplante Tests mit dem Kopf, in denen gezielt Formteile geblasen werden sollen, standen zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Artikels noch aus.

Vereinfachte Technik – verbesserte Verfahrensmöglichkeiten

Die besten fertigungstechnischen Weiterentwicklungen sind diejenigen, mit denen das Fertigungsverfahren vereinfacht wird, die aber dennoch neue vorteilhafte Produktionsmöglichkeiten schaffen. Es wird allerdings immer seltener, dass für ein Kunststoffverarbeitungsverfahren entscheidende verfahrenstechnische Fortschritte erzielt werden können, ohne der Anlage neue komplexe Anlagenkomponenten hinzuzufügen. Mit der GWDS-Technologie können teure positionsgere-

gelte Hydraulikkolben oder Servomotoren sowie Aktuatoren und die zum Ansteuern erforderliche spezielle Software als auch aufwendige mechanische KopfkompONENTEN eingespart werden. Mit einer einfachen Modifikation der Fließkanalgestaltung des Blaskopfes lassen sich unter Verwendung einer ganz normalen starren Düse und einem starren Dorn größere Wanddickengradienten über dem Umfang des Vorformlings erzeugen, als mit den z. Z. verwendeten teuren und wartungsintensiven dynamischen Wanddickensteuerungssystemen. Produkte wie Stapelkanister oder L-Ringfässer, für die bisher unabdingbar ein teures PWDS- oder Flexring-System erforderlich war, können nun mit dem GWDS-System mit einer weiter verbesserten Wanddickenverteilung hergestellt werden. Zusätzlich werden durch die Änderung der Fließkanalgestaltung auch noch zahlreiche Probleme, die bei der Verwendung konventioneller konischer Düsen existierten, überwunden.

In ähnlicher Weise werden bei dem neuartigen Kopfdesign zahlreiche Bauteile überflüssig, die bisher für die Funktion eines Blaskopfes unverzichtbar waren. Dies gelingt durch die Integration eines einzigen kleinen unscheinbaren metallischen Teils, nämlich des patentierten trifunktionellen Bauteils, das ein Abdichten, ein Verschieben und ein Kippen ermöglicht. Unter anderem konnten dadurch die zum Bau des Kopfes erforderlichen Einzelteile auf nur sechs reduziert werden. Durch den Wegfall vieler Einzelteile eines konventionellen Blaskopfes werden erst einmal die Herstellkosten eines Kopfes signifikant reduziert. Verfahrenstechnisch ergibt sich, neben der neuen Möglichkeit die Düse während des Austrags des Vorformlings dynamisch kippen zu können, insbesondere eine drastische Verkürzung der Verweilzeit der Schmelze im Kopf und damit natürlich auch viel kürzere Spülzeiten bei einem Material- oder Farbwechsel. ■

LITERATUR

- 1 Groß, H.: Muss eine Blasformdüse im Austrittsbereich konisch sein? Zeitschrift Kunststoffe, Carl Hanser Verlag München Wien, Ausgabe 9/2012, S. 58–64
- 2 Groß, H.: Rohr und Schlauchwerkzeuge: Flexible Köpfe. Zeitschrift Kunststoffe, Carl Hanser Verlag München Wien, Ausgabe 4/2013, S. 75–77

DER AUTOR

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