„Ungenutzte“ Innovationen im Bereich von Schlauchköpfen für das Extrusionsblasformen (Teil 1)

Autor: Dr.-Ing. Heinz Groß

Innovatorisches Scheitern, nicht innovatorischer Erfolg, ist der Regelfall. Das ist das Ergebnis einer Untersuchung, die Prof. Dr. Reinhold Bauer, der am Historischen Institut der Universität Stuttgart die Abteilung Wirkungsgeschichte der Technik leitet, veröffentlicht hat. Nach Definition von Prof. Bauer ist eine Innovation dann erfolgreich, wenn es durch ihre wirtschaftliche Verwertung gelingt, mindestens die entstandenen Entwicklungs- und Innovationskosten wieder zu erwirtschaften. Bei einem gescheiterten Innovationsversuch misslingt hingegen die wirtschaftliche Verwertung in diesem Sinne. Gründe für das Scheitern können nach Prof. Bauer unter anderem eine spezifische Konkurrenzsituation, eine Fehleinschätzung durch die potenziellen Nutzer, aber auch ein zu hoher Neuheitsgrad sein.
Im Bereich des Baus von Extrusionsköpfen zur Herstellung von Hohlkörpern sind nun in den letzten 10 Jahren innovative Lösungen entwickelt worden, mit denen Probleme, die bei den zur Zeit auf dem Markt verwendeten etablierten Lösungen vorhanden sind, überwunden werden konnten. Dennoch ist es bisher nicht gelungen, die entstandenen Entwicklungs- und Innovationskosten wieder zu erwirtschaften. Nachfolgend werden diese entwickelten innovativen Kopflösungen im Detail beschrieben und die Vor- und Nachteile gegenüber den momentan eingesetzten Konstruktionen diskutiert.

Optimieren der Dickenverteilung über dem Umfang eines Schmelzeschlauchs

Zur Herstellung von Hohlkörpern im Blasformverfahren wird erst einmal ein Schmelzeschlauch erzeugt. Er wird zwischen zwei geöffneten Werkzeughälften aus einer Düse, die an das Ende eines Schlauchkopfs angeschraubt ist, ausgetragen. Wenn der Schmelzeschlauch die vorgegebene Länge erreicht hat, fahren die Werkzeughälften zu. Sie quetschen dabei das Schlauchende zusammen und verschweißen es, bevor dann der Schlauch mit Druckluft aufgeblasen und an die gekühlten Werkzeughälften angedrückt wird. Wenn der Hohlkörper abgekühlt ist, öffnen sich die Werkzeughälften wieder und das erstarrte Formteil wird mit Hilfe einer Greifvorrichtung aus dem Werkzeugbereich ausgetragen (Bild 1).

Unter dem QR Code ist ein kurzes Video zu sehen, das den Verfahrensablauf zeigt.

Justieren der Düse zur Optimierung der Wanddickenverteilung über dem Umfang des Vorformlings

Beim Anfahren der Anlage muss in aller Regel erst einmal eine in

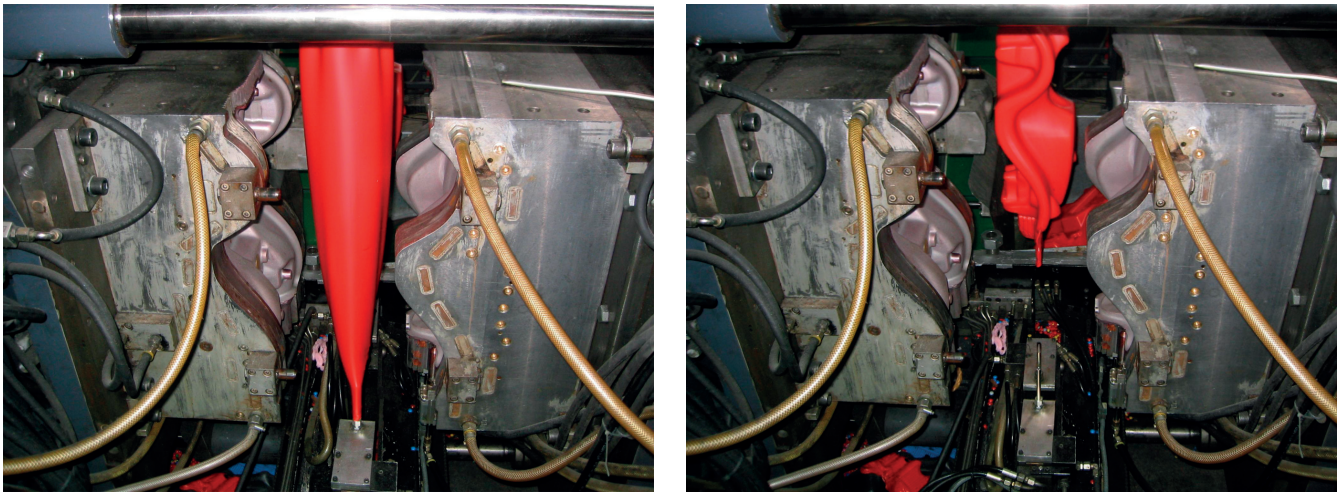

Bild 1a+b: (links) Erzeugung des Schmelzeschlauchs (Vorformlings) und (rechts) Austragen des aufgeblasenen Formteils beim Blasformen

erster Näherung konstante Wanddicke des Schmelzeschlauchs über dem Umfang realisiert werden. Um das zu erreichen, ist es erforderlich, die relative Position zwischen der Düse und dem Dorn, der fest mit dem Schlauchkopf verbunden ist, genau zu justieren. Die technische Lösung dafür sollte idealerweise vorrangig ein sehr feinfühliges und auch reproduzierbares Justieren der Düse ermöglichen. Beide zentralen Forderungen werden mit der aktuell beim Blasformen verwendeten Lösung nur unbefriedigend erfüllt. Stand der Technik ist es, die Düse senkrecht zur Mittelachse des Kopfs und parallel zur Dichtfläche zwischen der Düse und dem Kopf zu verschieben. Dazu besitzt der Kopf Justierschrauben, die radial über dem Umfang des Kopfs angeordnet sind. Bild 2 zeigt ein Foto eines konventionellen Schlauchkopfs mit den radial über dem Umfang des Kopfs angeordneten Justierschrauben, mit deren Hilfe die Düse beim Optimieren der Wanddickenverteilung des Vorformlings über dem Umfang senkrecht zur Mittelachse des Kopfs bzw. des

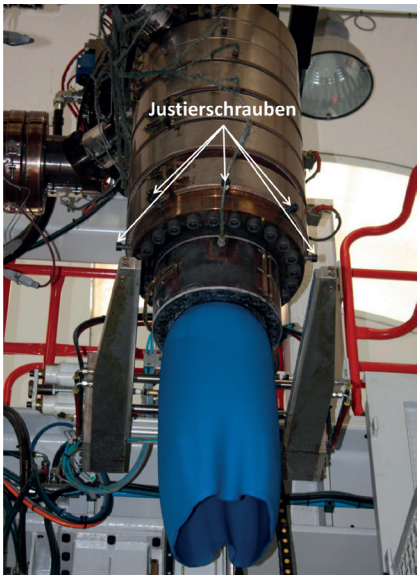

Bild 2: Schlauchkopf mit konventioneller Justiervorrichtung für die Düse

Dorns verschoben wird. Das Video, das mit dem QR Code verlinkt ist, zeigt am Beispiel eines Schlauchkopfs für die Rohrextrusion, wie ein Kopf mit einer konventionellen Zentrierung zentriert wird. Nachteilig bei dieser weltweit verwendeten Lösung ist, dass:

1. die Düse von den Stellschrauben eingespannt ist.
   - → Soll die Düse verschoben werden, muss folglich erst einmal die Schraube, die der zu verstellenden Schraube gegenüberliegt, gelöst werden, damit sich die Düse überhaupt verschieben lässt.
   - → Der Anlagenbediener merkt dabei nicht, ob sich nicht schon dadurch bereits die relative Position zwischen der Düse und dem Dorn, der fest mit dem Kopf verbunden ist, geringfügig verändert.
2. große Kräfte benötigt werden, um beim Verschieben der Düse die Reibungskräfte in der Dichtfläche zwischen dem Kopf und der Düse zu überwinden.
   - → Das erfordert zum Verstellen Schrauben mit einem großen Durchmesser und einer entsprechend großen Gewindesteigung.
   - → Das wiederum verhindert eine feinfühlige Verstelllung.
   - → Das führt weiterhin dazu, dass die Düse sich beim Verstellen erst dann bewegt, wenn die mit der Stellschraube aufgebrachte Kraft die mit Hilfe der Aufspannschrauben erzeugte Reibungskraft in der Dicht-

ebene zwischen dem Kopf und der Düse überwunden hat.

→ Dann springt die Düse ruckartig aus ihrer alten in eine neue Position, ohne dass der Maschinenbediener genau weiß, um welches Maß sich die Düse in die gewünschte Richtung bewegt hat.

3. die letztendlich erreichte Düsenposition sich nur mit großem Aufwand messtechnisch ermitteln lässt, weshalb das auch nur in extremen Ausnahmefällen gemacht wird.

→ Das führt dazu, dass nach jedem Reinigen des Kopfs die Anlage wieder aufwendig neu angefahren werden muss und die exakte Düsenposition des letzten Produktionslaufs nie wieder genau erreicht werden kann.

→ Das erfordert Personal, kostet Zeit, Material und Energie und erzeugt zudem auch noch unnötigen Abfall, der in besonders ungünstigen Fällen als Sondermüll entsorgt werden muss.

Bereits 2013 wurde ein Patent (DE 10 2012 022 409) auf einen Schlauchkopf mit einem trifunktionellen Bauteil erteilt. Die wichtigste Funktion dieses Bauteils besteht darin, den Fließkanal zwischen der Düse und dem Kopf erst einmal sicher abzudichten. Es ermöglicht aber zusätzlich, dass die Düse in einem begrenzten Winkel zur Mittelachse des Kopfs gekippt und auch noch parallel zur Kopfachse verschoben werden kann.

Im Gegensatz zur konventionellen Schiebelösung sind nun die Schrauben zum Justieren der Düse nicht radial sondern axial angeordnet. Diese verfahrenstechnisch nützliche Kipp- und Schiebefunktion wird mit einer einfachen metallischen Dichtlippe erreicht (Bild 3), die integraler Bestandteil der Düse ist. Sie ist am Ende spitz ausgeführt und liegt im zentrischen Fall kreisförmig an der Innenoberfläche des Fließkanals des Kopfs an und dichtet so ab.

Wird die Düse durch Drehen einer Schraube leicht gekippt, deformiert sich die Dichtlippe minimal und aus der kreisförmigen Berührungslinie zwischen der Düse und der Fließkanaloberfläche im Kopf wird streng genommen eine ovale Linie. Solange der Kippwinkel nicht zu groß wird, deformiert sich die Dichtlippe dabei rein linear elastisch und die Dichtfunktion bleibt erhalten.

Im Gegensatz zur konventionellen Schiebelösung werden die beiden formulierten zentralen Anforderungen, die an eine Justierlösung gestellt werden, von der Kippdüse erfüllt. Eine Kippdüse lässt sich erst einmal sehr feinfühlig und zielgerichtet einstellen.

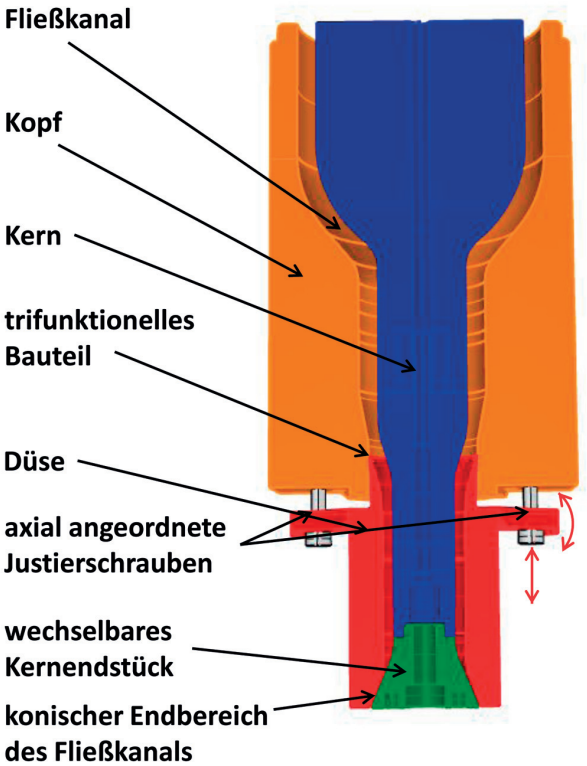

Bild 3:
Schnitt durch einen Schlauchkopf mit einer Kippdüse und einem noch konventionell gestalteten Fließkanalverlauf im Düsenendbereich
(Werkbilder: Dr.-Ing. Heinz Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik, Roßdorf)

Wenn geringe Dickentoleranzen erreicht werden müssen, werden spezielle Feinstgewindeschrauben mit einer Gewindesteigung von nur 0,2 mm als Stellschrauben verwendet, um eine präzise Justierung zu ermöglichen. Über den Drehwinkel der Schraube und über die Gewindesteigung weiß der Maschinenbediener immer exakt, um wie viel er die Düse gekippt hat. Er kann dann auch die Änderung der Wanddickenverteilung im Schlauch oder im Rohr der jeweiligen vorgenommenen Änderung des Kippwinkels genau zuordnen.

Der QR Code ist mit einem kurzen Video verbunden, bei dem am Ende eine Kippdüse mit Feinstgewindeschrauben zentriert wird.

Verschlechtert sich die Wanddickenverteilung, kann der Maschinenbediener exakt zu der besseren vorherigen Position zurückkehren, indem er die Stellschraube wieder in die vorherige Position bringt.

Ein reproduzierbares Erreichen einer vorherigen Position ist bei der Schiebelösung nicht möglich, da nicht erkannt werden kann, um wie viel die Düse sich tatsächlich bei einer konkreten Justierung verschoben hat. Selbst wenn das bekannt wäre, könnte der Maschinenbediener die Düse nicht um das vorgegebene Maß zurückstellen, da es die Düse mit der Schiebelösung nicht ermöglicht, sie um ein genau vorgegebenes Maß zu verstellen. Ist mit einer Kippdichtung erst einmal eine optimale relative Position zwischen der Düse und dem Dorn gefunden, kann die Stellung jeder einzelnen Stellschraube protokolliert werden. Auf diese Weise lässt sich dann beim nächsten Anfahren der Anlage die Position der Düse wieder exakt reproduzieren.

Die Fortsetzung des Beitrages folgt in der nächsten Ausgabe 4/2020