

Technologie der Wanddickensteuerung beim Extrusionsblasformen

Dr.-Ing. Heinz Groß

Heutige Blasformmaschinen besitzen eine Vorrichtung, mit der die relative Position zwischen der Düse und dem Kern verändert werden kann. Dies wird genutzt, um während des Ausstoßens der Schmelze die Wanddicke des Vorformlings in Umfangsrichtung zu verändern. Es ist seit Jahrzehnten Stand der Technik, dass dazu sowohl die Düse als auch der Dorn am Ende konisch ausgeführt sind. Wird die relative Position zwischen der Düse und dem Dorn verschoben, dann ändert sich damit der Spalt, aus dem die Schmelze ausgetragen wird. Folglich verändert sich die Wanddicke des Vorformlings insgesamt gleichmäßig über dem Umfang.

Bessere Wanddickenverteilungen im herzustellenden Formteil lassen sich aber realisieren, wenn zusätzlich auch die Wanddicke über dem Umfang verändert wird. Um dies zu erreichen, ist es momentan Stand der Technik eine sehr aufwendige und damit auch teure technische Lösung zur partiellen Wanddickensteuerung (PWDS-System) des Vorformlings einzusetzen. Damit der Fließkanalspalt am Ende der Düse über seinem Umfang verändert werden kann, muss die Düse nämlich erst einmal konstruktiv so gestaltet sein, dass sie sich deformieren lässt. Dann sind zusätzlich starke Aktuatoren notwendig, mit denen die Düse über dem Umfang deformiert wird. Da Metalle sich nur in einem eingeschränkten Bereich linear elastisch deformieren lassen, können mit dieser Lösung natürlich nur be-



Bild 2: Um die geforderte Wanddicke von 1 mm am Beginn des Einfüllgewindes des Kanisters zu erreichen, muss man mit einem konisch gestalteten Fließkanal die Wanddicke über den gesamte Umfang und über die Länge des Einfüllstutzens extrem vergrößern

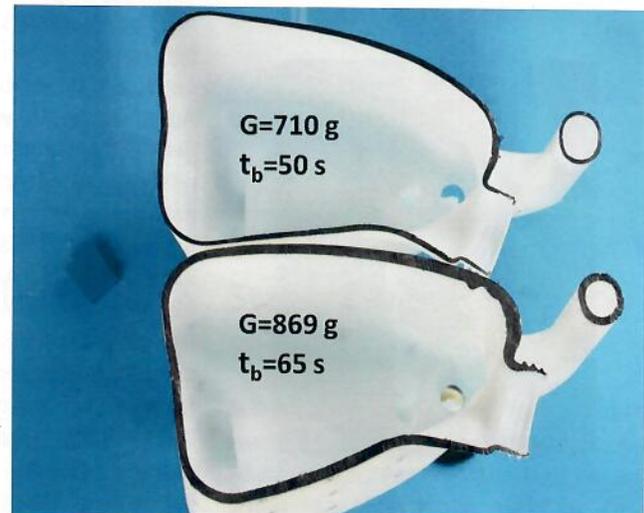


Bild 1: Resultierende Wanddickenverteilung, das Gewicht und die Zykluszeit die mit einer GWDS-Düse erreicht worden ist

grenzte Veränderungen der Spaltweiten realisiert werden. Nachteilig ist auch, dass diese Wanddickensteuerung bei kleinen Düsen nicht eingesetzt werden kann.

Deutlich erweiterte und verbesserte Möglichkeiten zur Profilierung der Wanddicke des Vorformlings über dem Umfang ergeben sich aber mit der patentierten Groß Wanddickensteuerung (GWDS-System). Dazu muss der Fließkanal am Ende der Düse nicht konisch, sondern vorrangig zylindrisch gestaltet werden, und entweder nur der Dorn oder auch der Dorn und die Düse profiliert werden. Mit GWDS-Düsen lassen sich durch eine Veränderung der relativen Position zwischen der Düse und dem Dorn unterschiedliche Spaltgeometrien realisieren, die genau auf die Form des herzustellenden Hohlkörpers zugeschnitten werden können. Dies lässt sich dann auch bei allen Düsen, unabhängig vom jeweils verwendeten Düsendurchmesser, einsetzen. Dafür werden weder deformierbare Düsen noch kostspielige Aktuatoren benötigt.

Technische Fakten zur dynamischen radialen Wanddickensteuerung mit Hilfe einer massiven, vornehmlich zylindrischen GWDS-Düse-Dorn Gestaltung

- Ein Dorn, der im Durchmesser nirgendwo größer ist als der Düsendurchmesser, kann problemlos aus der Düse herausgeführt werden.

- Eine massive Düse und ein massiver Dorn erfordern auch keine Wartung, und da sie sich nicht berühren können, kann auch kein Schaden und keine Maschinenstörung erzeugt werden.
- Wenn der Dorn aus der Düse herausgefahren wird, dann beeinflusst der Bereich, der aus der Düse heraussteht, die Massestromverteilung der Schmelze in der Düse nicht.
- Der herausstehende Bereich des Dorns kann folglich gezielt so profiliert werden, wie es eine kritische Stelle des herzustellenden Formteils erfordert.
- Wenn diese Profilierung benötigt wird, dann wird der Dorn hochgezogen und die Profilierung wird wirksam. Wenn der Bereich vorbei ist, wird die Profilierung wieder herausgefahren.
- Der Dorn kann so profiliert werden, dass beim Verschieben in einem bestimmten Bereich über dem Umfang die Wanddicke verändert wird, in den übrigen Bereichen aber unverändert bleibt.
- Bei einem vorzugsweise parallelen Fließkanalspalt lässt sich der Massestrom in bestimmten Bereichen so balancieren, dass trotz unterschiedlicher Düsenspalte am Ende der Düse die Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze gleich bleibt. Das ist seit Jahrzehnten Stand der Technik im Profilwerkzeugbau. Somit kann erreicht werden, dass der Vorformling trotz variierender Wanddicke gerade und frei von Wellen austritt. Das ist bei einem konventionell konisch gestalteten Fließkanal nicht möglich, insbesondere dann nicht, wenn große Wanddickenunterschiede erreicht werden müssen.
- Auch mit einem vorrangig zylindrischen Fließkanal kann die Wanddicke des Vorformlings insgesamt verändert werden, wenn nur der Dorn oder nur die Düse im Endbereich konisch gestaltet wird.
- Die Technologie kann auf jeder Blasformanlage ohne jede Um- oder Nachrüstung der Anlage installiert werden, da in jeder Anlage der Dorn auf und ab bewegt werden kann.
- Jeder existierende Kopf kann in einfacher Weise relativ kostengünstig umgerüstet werden.

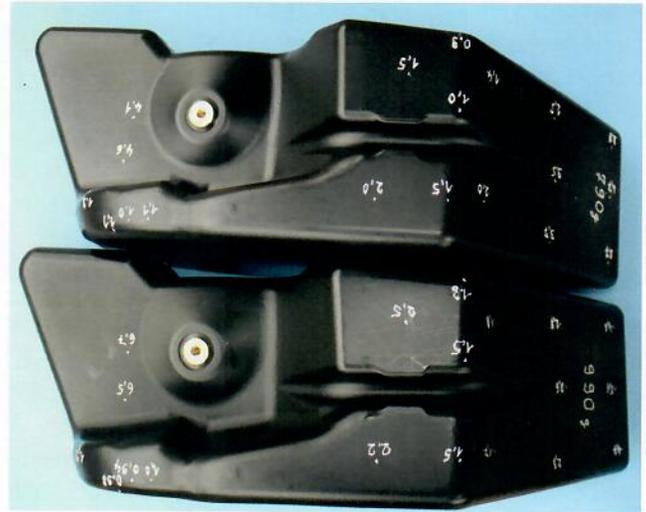


Bild 3: Scheibenwaschwasserbehälter für einen Geländewagen

- Eine massive vornehmlich zylindrische Düse und ein massiver vornehmlich zylindrischer Dorn kosten in der Herstellung nicht mehr als eine konventionelle konische Ausführung.
- Entweder die Düse oder der Dorn, oder auch beide müssen zusätzlich profiliert werden. Dies sollte idealerweise mit Unterstützung von Simulationssoftware erfolgen.
- Im Vergleich zu einem PWDS-System sind die Kosten verschwindend gering, dies obwohl wahrscheinlich für fast alle existierenden Formteile eine bessere Wanddickenverteilung erreichbar ist.

Praktische Beispiele zur Verbesserung der Wanddickenverteilung von Formteilen mit Hilfe der GWDS-Technologie

Formteile, die ohne PWDS hergestellt werden (wegen eines für ein PWDS-System zu geringen Düsendurchmessers)

Die Wanddicken nahezu jedes aktuell existierenden kleinen Formteils könnten durch eine dynamische radiale Wanddickensteuerung weiter verbessert werden. Selbst eine einfache runde Flasche besitzt aktuell mehr oder weniger starke Wanddickenunterschiede zwischen den Enden der Quetschnaht und den Bereichen senkrecht zur Quetschnaht. Diese Wanddickendifferenzen lassen sich bei

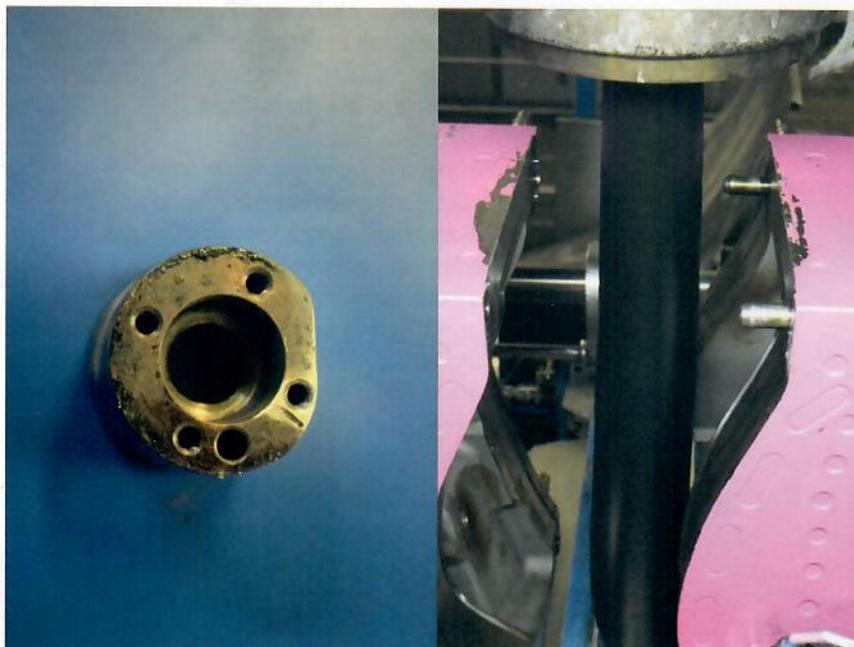


Bild 4: Links, Dornprofilierung für den Scheibenwaschwasserbehälter; rechts, gerader, wellenfreier Vorformling zur Herstellung des Behälters

jeder Flasche mit Hilfe eines oval gestalteten Dornendes in einfacher Weise signifikant verringern. Je mehr die Formteilgeometrie von der einfachen runden Geometrie abweicht, je interessanter wird die Möglichkeit den Unterschieden in den lokalen Verstreckgraden durch eine gezielte Änderung der Wanddicke des Vorformlings gerecht zu werden. Das funktioniert auch bei kleinen Düsendurchmessern, bei denen kein PWDS-System eingesetzt werden kann.

Formteile, die mit Düsendurchmessern gefertigt werden, für die ein PWDS-System verfügbar ist

Bei allen Formteilen, bei denen sich der Verstreckgrad in einem sehr begrenzten lokalen Bereich ändert, ist ein PWDS-System ungeeignet, um die Wanddickenverteilung zu verbessern! Beispiel: Kraftstoffkanister für Kettensäge. Um die geforderte Wanddicke von 1 mm am Beginn des Einfüllgewindes des Kanisters zu erreichen, muss man mit einem konisch gestalteten Fließkanal die Wanddicke über dem gesamten Umfang und über die Länge des Einfüllstutzens extrem vergrößern (Bild 1 unten).

Mit der GWDS-Technik wird der Dorn nur in dem relevanten Bereich sehr lokal begrenzt profiliert, während der Fließkanalspalt über dem restlichen Umfang gleich bleibt. Das Bild 1 oben zeigt die resultierende Wanddickenverteilung, das Gewicht und die Zykluszeit die mit einer GWDS-Düse erreicht worden ist.

Bild 2 zeigt die lokal begrenzte Dornprofilierung, die in den vornehmlich zylindrischen Dorn eingebracht wurde, um die Wanddicke des Vorformlings für den Bereich des Einfüllstutzens des Kanisters gezielt zu vergrößern. Darüber wurde die geforderte Wanddicke am Beginn des Gewindes des Einfüllstutzens erreicht, ohne dass die Wanddicke des übrigen Umfangs des Kanisters ebenfalls vergrößert werden musste.

Technische Formteile mit einer nicht symmetrischen Geometrie

Beispiel: Scheibenwaschwasserbehälter für einen Geländewagen (Bild 3+4). Mit Hilfe des Austauschs der konventionellen konischen Düse und des konischen Dorns durch eine zylindrische Düse und einen profilierten zylindrischen Dorn konnte die

Bild 6: Erforderliche Wanddickenverteilung, um das Teil auch im Blasformverfahren aufblasen zu können

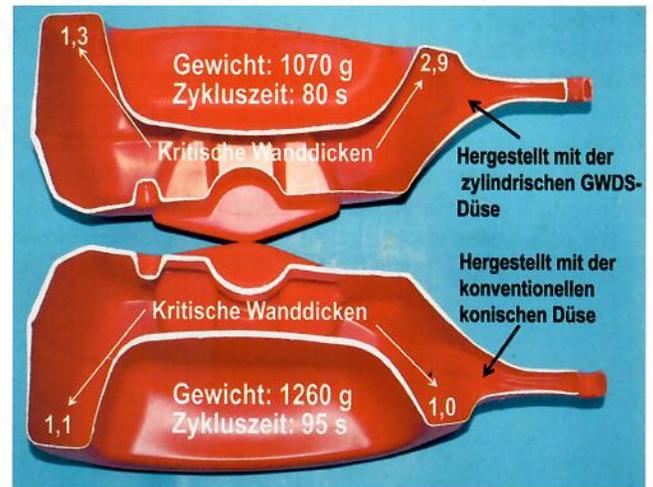
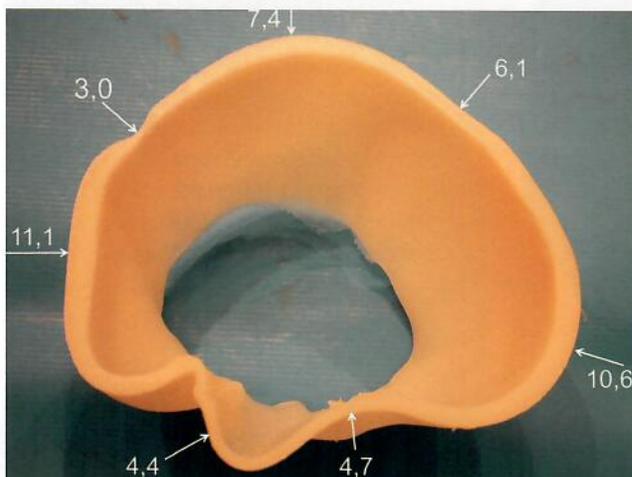


Bild 5: Optimierung der Düse für den Bobby Car Anhänger

Wanddickenverteilung des Behälters gravierend verbessert werden. Es wurde eine Gewichtsreduktion von über 20 % und eine Verringerung der Zykluszeit um über 10 % erreicht (Gewicht mit konischer Düsengeometrie 990 g (Bild 3 unten) Gewicht mit einer vorrangig zylindrischen Düsengeometrie 790 g (Bild 3 oben)).

Bild 4 links zeigt die Dornprofilierung für den Behälter. Trotz der über dem Umfang sehr begrenzten, gravierenden Vergrößerung des Fließkanalspalts durch die lokale Profilierung des Dorns konnte ein gerader, wellenfreier Vorformling zur Herstellung des Behälters ausgetragen werden (Bild 4, rechte Bildhälfte). Dies war nur möglich, weil mit Hilfe einer nur mit einem zylindrischen Fließkanal möglichen Schmelzestrombalancierung die Austrittsgeschwindigkeit des Vorformlings über dem Umfang konstant gehalten wurde.

Beispiel: Anhänger des Bobby Cars (Bild 5). Optimierung der Düse für den Bobby Car Anhänger. Mit Hilfe des Austauschs einer konventionellen konischen Düse durch eine in erster Näherung zylindrische Düse konnte die Wanddickenverteilung erheblich verbessert werden. Als Resultat wurde sowohl das Gewicht als auch die Zykluszeit um 15 % verringert.

Technische Teile mit einer extrem komplexen nicht symmetrischen Geometrie

Beispiel: Vorformling für ein ursprünglich rotationsgeformtes Teil mit einer für das Blasformen eigentlich völlig ungeeigneten Geometrie. Bild 6 zeigt die Wanddickenverteilung des Vorformlings, die erforderlich war, um das Teil auch im Blasformverfahren aufblasen zu können. Trotz der extremen Wanddickenunterschiede (Faktor >3) verließ der Vorformling die Düse ausreichend gerade, um immer sicher den Blasdorn zu treffen. Die Wellung über dem Umfang entstand beim Abkühlen des Vorformlings. Es ist absolut unmöglich eine derartige Wanddickenverteilung in einem Vorformling mit einer konventionellen konischen Düse-Dorn Anordnung zu erreichen.