

Spielzeug fordert den Ingenieur

Durch gleichbleibende Wanddicken Qualität verbessert und Gewicht reduziert

Beim herkömmlichen Extrusionsblasformverfahren verursachen komplexe Geometrien größere Schwankungen in der Wanddickenverteilung. Durch Einsatz eines neuartigen Düsensystems lässt sich eine gleichbleibende Wanddicke beim BIG-Bobby-Car-Anhänger in engen Toleranzen realisieren.

Wie auch das Bobby-Car wird der Anhänger aus PE-HD im Extrusionsblasformverfahren hergestellt (**Titelbild**). Bekanntlich wird dabei ein Kunststoffschlauch (Vorformling) extrudiert und in einem Werkzeug mit Druckluft zum definierten Formteil aufgeblasen. Durch die im Formteil stark variierenden Verstreckgrade, die einerseits axial und zusätzlich über dem Umfang in extremer Weise voneinander abweichen, ergeben sich an einigen Stellen kleinere und an anderen größere Wanddicken. Eine ressourcenschonende Produktion bei gleichzeitig hohen Qualitätsanforderungen ist somit verfahrensbedingt erschwert.

Insbesondere im Bereich der Ladefläche des Anhängers ändern sich die Verstreckgrade in beiden Richtungen außerge-

reich der Ecken hineingedrückt werden. Hierdurch entstehen in den Ecken der Seitenwand die geringsten Wanddicken im Formteil (**Bild 1**). Um dennoch die erforderliche Steifheit in diesen Bereichen zu gewährleisten, musste der Vorformling in der Vergangenheit deutlich dicker als gewünscht aus der Düse ausgetragen werden.

Ähnlich kritisch ist die Gestaltung der Unterseite des Anhängers, da diese sich stark von der Geometrie der Oberseite unterscheidet. Im Bereich des Bodens wird für die Stellen, an denen die Achse durchgeführt wird, eine möglichst dicke Wand angestrebt. Aber gerade an diesen Stellen wird der Vorformling verfahrensbedingt besonders stark verstreckt, sodass sich zwangsläufig wieder eine geringe Wanddicke ergibt. Wanddickenunterschiede im Formteil, die durch sehr große in Umfangsrichtung befindliche Unterschiede im Verstreckgrad entstehen, lassen sich aus verschiedenen Gründen mit einer statischen Profilierung nur wenig beeinflussen. Weder mit einem dynamischen verformbaren Flexring- noch mit einem PWDS-System (Partielle WandDickenSteuerung) sind signifikante Verbesserungen erreichbar. Aus diesem Grund wurde der Anhänger in der Vergangenheit mit einer einfachen konventionellen konischen Düse hergestellt, deren Fließkanal nicht speziell profiliert war.



Korpus des BIG-Bobby-Car-Anhängers (Bild: Groß)

wöhnlich sprunghaft. Beim Schließen des Werkzeugs friert die Wand des Bodens der Ladefläche durch den Kontakt mit der kalten Werkzeugoberfläche ohne Verstreckung als erstes ein, wodurch die Wanddicke unverändert der des Vorformlings entspricht. Im Bereich der Seitenwände, die die Ladeflächen umgeben, wird der Vorformling beim Aufblasen hingegen stark verstreckt, damit die Randflächen des Formwerkzeugs erreicht werden. Zudem muss die bereits stark verstreckte Vorformlingswand noch am hinteren Ende des Randes in den Be-

Zylindrische Düse und scheibenförmig aufgebauter Dorn

Ein neuer Ansatz zur Optimierung einer materialsparenden Herstellung des BIG-Bobby-Car-Anhängers bei gleichzeitiger Verbesserung der Qualität lag in der Verwendung einer zylindrischen GWDS-Düse (Groß WandDickenSteuerung), die völlig neue verfahrenstechnische Möglichkeiten eröffnet [1–3]. Hiermit konnte eine entscheidende Verbesserung der Wanddickenverteilung erzielt werden. Dazu mussten lediglich die konische Düse und der Dorn des vorhandenen Blaskopfs einer Maschine, die ehemals von der Fischer – W. Müller Blasformtechnik GmbH, Troisdorf, geliefert wurde, durch eine neu ausgelegte zylindrische Düse und einen sowohl in Radial- als auch in Axialrichtung unterschiedlich profilierten Dorn ausgetauscht werden.



Bild 1. Gewicht und Waddickenverteilung (Dickenwerte in mm) der Oberseite des mit einer konventionellen konischen Düse gefertigten Anhängers (Bild: Groß)

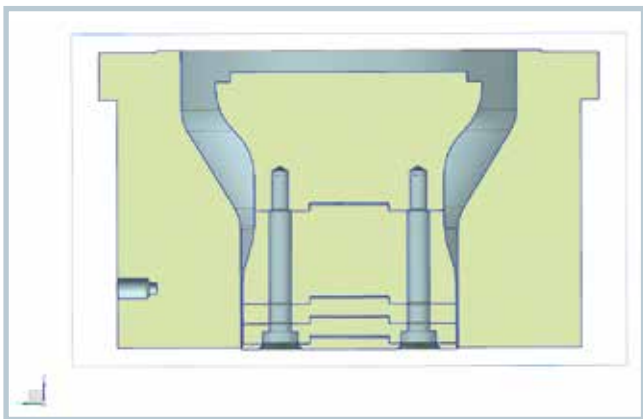


Bild 2. Schnittdarstellung der Umbaueinheit für den existierenden Blaskopf, bestehend aus der GWDS-Düse und dem GWDS-Dorn, der am Ende aus einzelnen Scheiben aufgebaut ist (Bild: Groß)

Beim Einsatz der GWDS-Düse wird durch Veränderung der Dornposition relativ zur Düse nicht, wie herkömmlich der Düsenspalt verändert, sondern der bereichsweise unterschiedlich profilierte Dorn in die jeweilige Einsatzposition befördert. **Bild 2** zeigt in der Querschnittsansicht die punktsymmetrische Ausgangsgeometrie des Dorns vor der Profilierung. Um die verschiedenen bearbeiteten Bereiche des Dorns leichter darstellen zu können und eine schnelle Anpassung sowie einen schnellen Austausch zu ermöglichen wurde dieser aus mehreren unterschiedlichen Scheiben aufgebaut.

Manuelle Profilierung des Fließkanals

Die unterste Dornscheibe war speziell vorgesehen, um den Fließkanal für das Füllen des Massespeichers verschließen zu können. Es stellte sich aber bei Vorversuchen heraus, dass es nicht notwendig war, den Spalt zu verschließen. Deshalb wurde die konische Abschlussscheibe des Dorns entfernt. Damit ließ sich Dornlänge gewinnen, die nun zusätzlich für den Hub des Dorns genutzt werden konnte, sodass eine noch größere Dornlänge für die variierende Profilierung des Dorns zur Verfügung stand. Die unterschiedlichen Dornbereiche wurden nun manuell profiliert, um darüber den jeweils in den verschiedenen Bereichen des Anhängers auftretenden unterschiedli- »



Bild 3. GWDS-Dorn, der im Endbereich in extremer Weise von Hand profiliert worden ist, um die Wanddickenverteilung im Bereich der Ladefläche des Anhängers zu verbessern (Bild: BIG)



Bild 4. Dornsituation, bei der die Schmelzestromverteilung des Vorformlings nicht durch die extreme Profilierung am Dornende beeinflusst wird, da sich die Profilierung außerhalb des Fließkanals befindet (Bild: BIG)

chen Verstreckgraden Rechnung tragen zu können. **Bild 3** zeigt die Dorngeometrie, die für die optimierte Fertigung des Anhängers manuell erzeugt wurde. In **Bild 4** ist der nachgerüstete Blaskopf mit dem weit aus der Düse herausgefahrenen profilierten Dorn zu sehen.

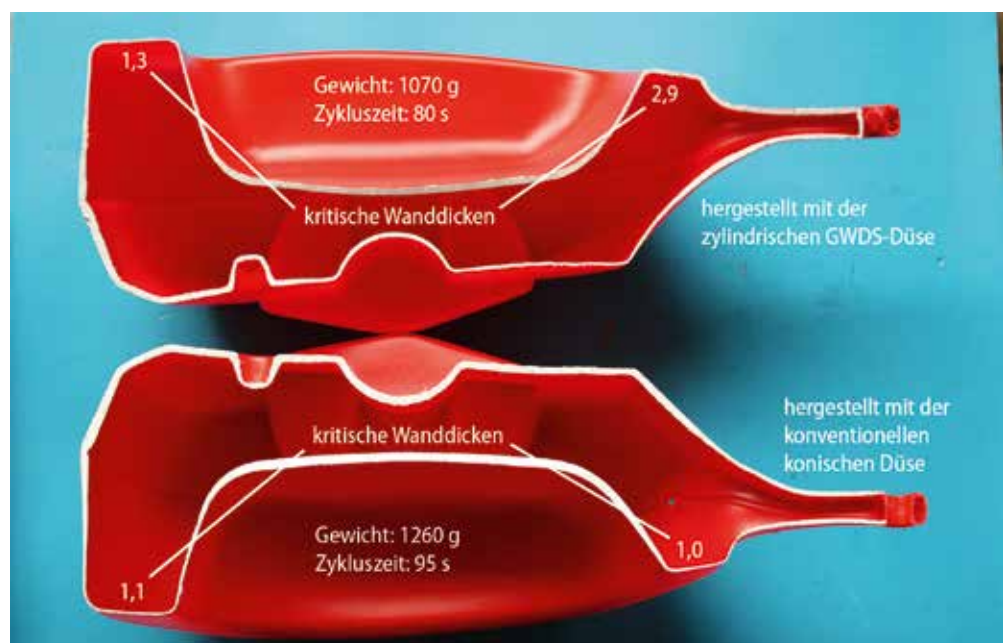
Die Wanddicke in der Mitte der Unterseite des Anhängers war über die gesamte Länge dicker als erforderlich. Daher wurden in diesem Bereich der Fließkanalspalt in der Düse insgesamt verkleinert und der Fließwiderstand in der Düse in Austrittsrichtung so angepasst, dass trotz des verringerten Spalts am Düsenende die Austrittsgeschwindigkeit über dem gesamten Umfang annähernd gleich war. Dagegen gestaltete sich die Dickenprofilierung des Vorformlings für die Oberseite ungleich schwieriger, da hier in Austrittsrichtung der Schmelze erhebliche Unterschiede im Verstreckgrad vorliegen. Für den hinteren Ladeflächenrand musste die Wanddicke deutlich angehoben und kurz danach wieder abgesenkt werden, um die Wanddicke im Boden der Ladefläche entscheidend zu verrin-

gern. Für den sich direkt daran wieder anschließenden Ladeflächenrand im vorderen Bereich des Anhängers musste die Wanddicke dann wiederum angehoben werden, um sie danach erneut für den von sich aus schon versteiften Bereich der Anhängerdeichsel wieder zu verkleinern. Weder die aufwendige dynamische Flexring- noch die PWDS-Technologie sind in der Lage, diese komplexe Aufgabenstellung zufriedenstellend zu lösen. Dies kommt insbesondere daher, weil die Ladefläche auf beiden Seiten von der Anhängerwand begrenzt wird, für die konsequenterweise jeweils eine große Vorformlingswanddicke notwendig ist.

Der in **Bild 5** gezeigte Vergleich der Wanddickenverteilungen zwischen der zylindrischen GWDS-Düse und der konventionellen konischen Düse belegt, dass mithilfe der GWDS-Düse eine erhebliche Verbesserung der Wanddickenverteilung im BIG-Bobby-Car-Anhänger erreicht wurde. Obwohl sogar die Dicke im Bereich der bisher vorhandenen kritischen Dünnstellen noch angehoben werden konnte, wurden das Gewicht und auch die Zyk-

Bild 5. Der Vergleich zweier in Extrusionsrichtung aufgeschnittener Anhängerhälften zeigt eindrucksvoll, in welchem Maß die Wanddickendifferenzen mit der GWDS-Technik reduziert worden sind und welche beachtliche Gewichtseinsparung dadurch erreicht werden konnte

(Bild: Groß)



luszeit in beachtlichem Maß verringert. Da für die Gewichtsreduktion des Anhängers speziell die Bereiche in der Dicke reduziert wurden, in denen unnötig große Wanddicken vorhanden waren, ließ sich zusätzlich auch die Kühlzeit und damit die Zykluszeit deutlich reduzieren.

Fazit

Das Anwendungsbeispiel zeigt, dass durch die GWDS-Technik mit einer zylindrischen statt konischen Düse bei der Optimierung des BIG-Bobby-Car-Anhängers neue verfahrenstechnische Möglichkeiten für das Extrusionsblasformen geschaffen wurden. So konnten sehr viel größere Dickengradienten im Vorformling realisiert werden, als es bisher möglich war. Dennoch kann durch einfache Anpassungen mittels lokaler Fließkanalprofilierung die Austrittsgeschwindigkeit über dem Umfang der Düse in erster Näherung gleich gehalten werden, sodass auch die Probleme mit der negativen Beeinflussung des Schlauchlaufs der Vergangenheit angehören.

Generell kann jeder Blaskopf durch das einfache Prinzip der GWDS-Technik für dieses neuartige Verfahren ohne Probleme umgerüstet werden. Es gibt keine Begrenzung für den Düsendurchmesser, weder nach unten noch nach oben. Auch ist allgemein jede Bauart des Kopfes für den Einsatz dieser Düse geeignet. Nachrüsten lassen sich sowohl kontinuierlich wie auch diskontinuierlich betriebene Coextrusionsblasköpfe als auch Mehrfachköpfe. Dabei ist es unerheblich, wie viele Vorformlinge gleichzeitig ausgetragen werden und wie klein das Stichmaß zwischen den einzelnen Düsen ist. Folglich kann die Wanddickenverteilung jedes Blasteils, das zurzeit im Blasformverfahren hergestellt wird, mithilfe der GWDS-Technik weiter verbessert werden. Insbesondere bei technischen Blasformteilen, die ähnlich wie der BIG-Bobby-Car-Anhänger oftmals extreme Verstreckgradienten aufweisen, können nicht nur beachtliche Qualitätsverbesserungen, sondern gleichzeitig auch noch erhebliche Gewichtseinsparungen bei reduzierten Zykluszeiten erreicht werden. ■

Die Autoren

Dipl.-Ing. Sebastian Depmeier ist Assistant to Head of Production bei der BIG Spielwarenfabrik GmbH & Co. KG, Fürth; s.depmeier@big.de

Dr.-Ing. Heinz Groß ist Geschäftsführer der Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik, Roßdorf; heinz-gross@t-online.de

Service

Literatur & Digitalversion

- » Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/889470

English Version

- » Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com