

Werkzeugtechnik für das Gashinterdruck-Verfahren

Herstellung besonders verrippter Spritzgußteile ohne Einfallstellen

Christoph Jaroschek,
Mathias Hunold und
Christof Blömeke, Bielefeld

Bei besonders verrippten Spritzgußteilen besteht oft das Problem, daß auf der Sichtseite Einfallstellen auftreten. Durch eine spezielle Werkzeugtechnik bei dem Gashinterdruck-Verfahren (GHD) kann diese Gefahr verringert werden.

Bauteile für den Sichtbereich mit Verrippungen sind grundsätzlich problematisch. Einerseits darf der Konstrukteur die Rippen nicht einfach nach technischen Erfordernissen auslegen,

die Einfallstellen nicht behoben aber dafür gezielt auf die nicht sichtbare Seite des Produkts gelegt werden können. Die Untersuchungen wurden mit dem Gasaußendruckverfahren (Airmould Contour, Battenfeld, Meinerzhagen) ausgeführt.

wünschte Richtung kontrolliert wird. Beim GIT-Verfahren wird ein Gaskanal gebildet, der sich in der Kühlphase auf Grund der Schwindung aufweitet. Dadurch entsteht quasi im Formteilinnere ein Lunker, während die Oberflächen nahe dem Gaskanal frei von Einfallstellen bleiben.

Beim GHD-Verfahren nutzt man ein Gaspolster, das auf die Formteiloberfläche der nicht sichtbaren Seite wirkt (Bild 2). Der Gasaußendruck schiebt Schmelze in die Bereiche nach, in denen der Kunststoff auf der Sichtseite zum Einfall neigt, das sind besonders Stellen mit Masseanhäufungen. Auf der Vorderseite des Formteils soll so eine hohe Oberflächenqualität erzielt werden, zwangsläufig entsteht auf der Gasdruck beladenen Formteiloberfläche eine Einfallstelle.

Das Gas strömt am Ende des Einspritzvorgangs durch einen Injektor oder durch einen Spalt in die Kavität. Hier wirkt der Gasdruck mit bis zu 300 bar durch die erstarrte Randschicht



Bild 1. Einfallstellen (links) lassen sich mit der Gashinterdrucktechnik (rechts) vermeiden (Foto: Battenfeld, Meinerzhagen)

sonst wird sich das Rippenbild ggf. auf der Oberfläche als Einfallstellenmuster abzeichnen (Bild 1). Andererseits hat der Verarbeiter Mühe, die Einfallstellen mit geeigneter Prozeßtechnik zu verhindern, dabei wird er im allgemeinen einen höheren Nachdruck aufbringen mit der Folge zusätzlicher Eigenspannungen.

Die Konstruktion von Verrippungen richtet sich daher nicht unbedingt nach dem technisch Notwendigen, sondern nach dem in der Praxis Üblichen. Der Konstrukteur wählt die Dicke der Rippen nach standardisierten Empfehlungen. Trotzdem kennt jeder Spritzgießer die Einfallstellen an verrippten Bauteilen. Eine Lösung ist vielleicht das Gashinterdruck-Verfahren (GHD), mit dem

Gaspolster wirkt auf die Bauteiloberfläche

Das Verfahren nutzt einen Gasdruck, der auf die Oberfläche des Produkts aufgebracht wird. Damit kann die noch plastische Schmelze großflächig mit Druck beaufschlagt werden. Wählt man als Oberfläche die verrippte Formteiltrückseite, kann man hier eine gezielte Einfallstelle erzeugen.

Das GHD-Verfahren ähnelt dem GIT-Prozeß, bei dem ebenfalls das auftretende Schwindungsvolumen während der Abkühlung durch ein unter Druck stehendes Gasvolumen in eine ge-

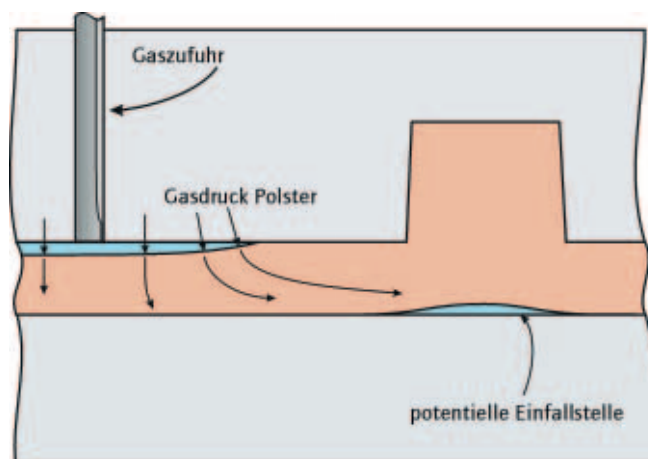


Bild 2. Beim GHD-Verfahren nutzt man ein Gaspolster, das auf die Formteiloberfläche der nicht sichtbaren Seite wirkt

auf den noch warmen, zähen Kern. Dadurch wird die Außenhaut des Formteils eingebault und es entsteht ein Gashohlraum zwischen Formteil- und Kavitätswand. Die noch plastische Schmelze wird komprimiert und in Richtung auftretenden Schwindungsvolumens verschoben.

Der Prozeß ähnelt dem Prinzip einer Zahnpastatube. Drückt man hinten auf die Tube, kommt vorne die Zahnpasta heraus. Die Wirkdauer dieses Verdrängungsvorgangs wird durch zwei Faktoren begrenzt:

- ▶ die Randschicht ist soweit erstarrt, daß der Gasdruck nicht mehr auf den Kern wirken kann.

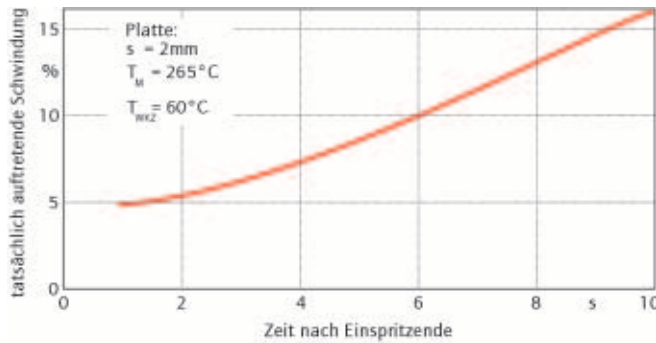


Bild 3. Zeitlicher Verlauf der tatsächlich auftretenden Schwindung

- ▶ Der Druckbedarf für eine weitere Verschiebung von Schmelze aus dem Gaspolsterbereich in Richtung entstehender Einfallstelle ist höher als der Gasdruck.

Wichtig für die Prozeßführung ist der Zeitpunkt der Begasung. Wann muß das Gas wirken, um der Volumenkontraktion entgegenzuwirken? Bild 3 stellt die zeitliche Entstehung der Schwindung dar, d.h. wenn die Schmelze nicht unter der Wirkung eines Schmelzenachdrucks steht und auskühlt.

In der Regel startet die Zufuhr des Gasdrucks simultan mit dem Start der Nachdruckphase. Der Gasdruck kann prozeßbedingt aber erst wirken, wenn nach der volumetrischen Füllung Material geschwunden ist und sich ein Gaspolster gebildet hat. Rein rechnerisch ergibt sich bei einer Platte von 2 mm Dicke ein Schwindungsvolumen von 16%. Wegen der langsamen Abkühlung von außen nach innen ist erst nach ca. 6s das Schwindungsvolumen groß genug für die oben beschriebene Wirkung.

Eine verzögerte Gaseinleitung kann sinnvoll sein, weil sich mit zunehmender Kühlzeit eine immer stabilere er-

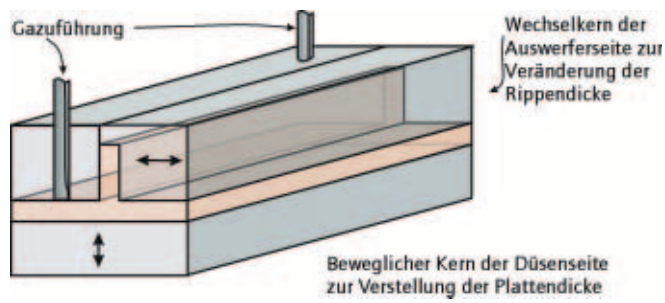


Bild 4. In einer Projektarbeit wurde ein Konzept für ein Versuchswerkzeug mit variabler Wand- und Plattendicke erarbeitet

starre Randschicht bildet. Eine zähe, stabile Randschicht führt bei einem großen Schwindungspotential zu einem großflächigen Einbeulen der Formteiloberfläche, das Gas kann jetzt auch über eine größere Distanz wirken.

ze positioniert werden, damit erwartete Problemzonen entschärft werden?

- ▶ Welches Verhältnis Rippen/Wanddicke ist für das Verfahren geeignet?
- ▶ Muß das Werkzeug eine spezielle Abdichtung erhalten, damit der Gasdruck während der gesamten Schwindungsphase wirken kann?

Im Rahmen einer Projektarbeit wurde ein Werkzeug (Bild 4) konzipiert, bei dem die Rippendicke und die Grundplattendicke variierbar sind. Das Formteil ist eine 25 cm lange verrippte Platte, die stirnseitig angespritzt wird. Zur Messung der tatsächlich auftretenden Schmelze- und Gasdrücke sind im Bereich der Gaszuführung Forminnendruckensoren vorgesehen.

Das besondere Know-how der Gashinterdrucktechnik liegt in der Abdichtung des Werkzeugs. Das Gas soll möglichst lange in der Form gehalten werden, damit der Gasdruck wirken kann. Das Gas entweicht durch die Trennebene, durch Auswerferbohrungen oder durch die Werkzeugeinsätze. Besonders bei höheren Drücken sollten die Oberflächen der beiden Formplatten deshalb sehr glatt sein.

Abdichtung des Werkzeugs ist wichtig

Für die Werkzeugauslegung ergeben sich aus der Modellvorstellung des Prozesses die folgenden Fragen:

- ▶ Wie weit kann der Gasdruck wirken, bzw. wo müssen die Gaszufuhrschlit-

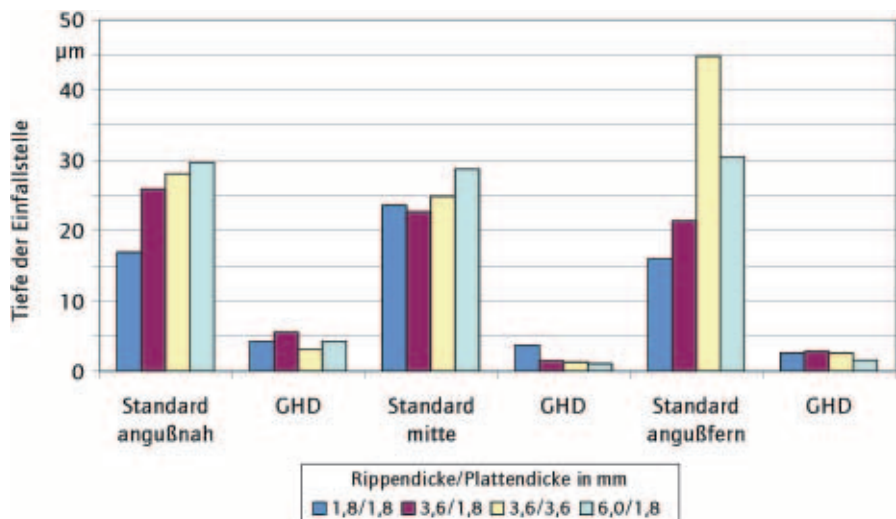
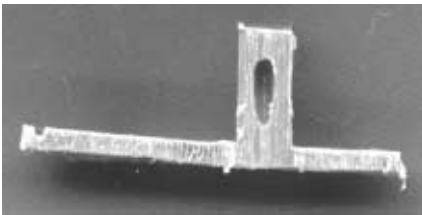


Bild 5. Die Größe der Einfallstellen ist abhängig von der Entfernung der Gaszuleitung

Rauhtiefe als Qualitätsmerkmal

Untersuchungen haben gezeigt, daß das Verfahren ein gutes Werkzeug für die beschriebenen Problemfälle darstellt. Das Verfahren eignet sich sowohl für amorphe als auch für teilkristalline Werkstoffe. Eine Einschränkung bei den teilkristallinen Werkstoffen geht dahin, daß das Schwindungspotential bei der Abkühlung von der Kristallisationstemperatur bis auf Raumtemperatur sehr groß ist und wegen der Kristallisation eine weitere Schmelzeverschiebung



zeßeinstellungen und Wanddicken-Verhältnisse ist in Bild 5 gezeigt. Es wird deutlich, daß die Einfallstellen im Rippenbereich beim Einsatz von ABS fast immer behoben werden können. Auch über eine Länge von 25 cm kann der Gasdruck wirksam sein. Es zeigt sich außerdem, daß dicke Rippen eher vorteilhaft sind.

Grundsätzlich entstehen bei angußfernen Masseanhäufungen beim Standard-Spritzgießverfahren Lunker im Formteilinneren. Bild 6 zeigt den Querschnitt eines kompakt spritzgegossenen Versuchsteils. Verwendet wurde hier eine

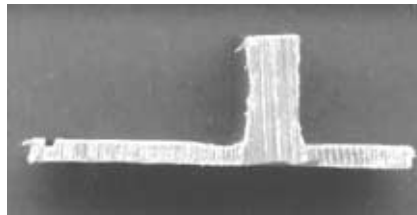


Bild 6. Innenlunker im Spritzgußteil (links) können durch die Verwendung des GHD-Verfahrens (rechts) vermieden werden.

nicht mehr möglich ist. Dadurch wird das GHD-Prozeßfenster für diese Werkstoffe kleiner als für die amorphen Werkstoffe.

Eine Bewertung der Einfallstellen ist objektiv mit einem Rauhtiefen-Meßgerät möglich. Die subjektive Bewertung mit Noten von 1 (keine Einfallstelle) bis 6 (sehr große Einfallstelle) entspricht der Rauhtiefenskala von 5 bis 45 µm. Die Auswertung der unterschiedlichen Pro-

1,8 mm dicke Platte und eine Rippe mit 6 mm Dicke. Als Material wurde Polyamid (PA) eingesetzt. Im Gegensatz dazu verschwinden diese Schwachstellen durch den Einsatz des Gashinterdruck-Verfahrens. Weiterhin ist hier die Aushöhlung der Rippe auf der linken Seite (Gasseite) erkennbar. Die Festigkeitseinbuße durch Lunker wird somit ausgeschaltet.

Fazit

Das GHD-Verfahren ist ein gutes Hilfsmittel für Problemfälle, bei denen in wenigen Bereichen Einfallstellen auftreten. Die Untersuchung zeigt aber, daß das Verfahren auch bestens geeignet ist, Formteile mit hoher Stabilität durch Verrippungen herzustellen. Der Konstrukteur kann nun von den alten Erfahrungswerten abrücken und die aus Festigkeitsgründen notwendigen Rippendicken anbringen, ohne daß vermehrt Einfallstellen zu befürchten sind.

Es bleibt noch zu untersuchen, ob die Gestaltung der Rippengeometrie dahingehend verbessert werden kann, daß das Prozeßfenster für die teilkristallinen Bereiche vergrößert wird.

Dank

Die Arbeiten wurden finanziert durch die Firmen Formenbau Lehmann, Bad Salzuflen; Battenfeld, Meinerzhagen und Hunold und Knoop, Geseke.

Die Autoren dieses Beitrags

Prof. Dr.-Ing. Christoph Jaroscheck, geb. 1959, ist Professor an der FH Bielefeld.

Mathias Hunold, geb. 1972, ist Student an der FH Bielefeld und hat das GHD-Verfahren im Rahmen einer Projektarbeit untersucht.

Christof Blömeke, geb. 1971, ist Student an der FH Bielefeld und hat die Werkzeugtechnik für das GHD-Verfahren erarbeitet.