

Die Qual der Wahl

Welche Fluidinjektionstechnik passt? Jedes Spritzgussteil mit hohlem Querschnitt, das sich nicht mit Kernen oder Schiebern entformen lässt, verlangt nach einem Fluidinjektionsverfahren. Die richtige Verfahrensauswahl hängt im Wesentlichen von der Bauteilgeometrie, unter Umständen auch von der Unternehmensstrategie ab. Die Jahresstückzahl hat entscheidenden Einfluss auf die Herstellkosten.

**MARCEL OP DE LAAK
VOLKER RUPPRECHT**

Alle FIT-Verfahren (FIT: Fluidinjektionstechnik) dienen dazu, Hohlkörper herzustellen. Das Fluid verdrängt die noch heiße Kunststoffschmelze im Inneren des massiven Kunststoffspritzlings und formt so den Hohlraum aus. Gleichzeitig kühlt das Fluid gemäß seiner eigenen Wärmekapazität und Leitfähigkeit das Bauteil von innen.

Von den verschiedenen Fluidinjektionstechniken, die bereits 1938 ihren Anfang nahmen [1], hat sich bislang nur die Gasinjektionstechnik (GIT) breiter im Markt durchgesetzt. Sie gilt seit den

1980er-Jahren als Stand der Technik. Beginnend mit ersten Versuchen am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Aachen wurde 1998 die Wasserinjektionstechnik (WIT) entwickelt, die inzwischen einige Serienanwendungen (z. B. Ölstabführungsrohre, Deichselköpfe, Dreiradgabel, Autodachleiste, Kühlwasserrohre) erschlossen hat [2, 3].

Trotz dieser erfolgreichen Anwendungen agieren Kunststoffverarbeiter beim Einsatz der WIT noch sehr zurückhaltend. Obwohl sie es – richtig eingesetzt – ermöglicht, die Zykluszeit um bis zu 50 % zu reduzieren, scheuen viele die schwierige Handhabung des Mediums Wasser. Zudem haben einige Anwender negative

Erfahrungen mit Bauteilen gesammelt, die in WIT gefertigt werden sollten, obwohl sie für dieses Verfahren nur bedingt geeignet waren und nicht den erhofften Kostenvorteil bringen konnten. Vor diesem Hintergrund sollte der Verarbeiter zunächst prüfen, ob das projektierte Bauteil nach kleineren konstruktiven Änderungen durch konventionelles Spritzgießen z. B. mit Schiebern, Kernen, verlorenen Kernen oder in Zweischalentechnik herstellbar ist. Tabelle 1 bewertet unterschiedliche Verfahren zur Herstellung von Hohlkörpern am Beispiel von Kühlwasserrohren. Ein Schlüssel zum Erfolg einer neuen Verfahrenstechnik ist auch, dass alle Beteiligten gründlich geschult werden. ▶



Verschiedene Formteile, hergestellt in Wasserinjektionstechnik (links) oder Gasinjektionstechnik (rechts)

(Bilder: TIK)

© KU103673

Für jede Anwendung das richtige Injektionsverfahren

Ist der Einsatz einer Fluidinjektionstechnik unvermeidlich oder sogar angeraten, so stehen verschiedene Varianten zur Auswahl:

- Gasinjektionstechnik (GIT),
- Gasinjektionstechnik mit gekühltem Gas (Cool Gas),
- Gasinjektionstechnik mit anschließendem Gasspülen (Gasspülen),
- Gasinjektionstechnik mit anschließendem Spülen mit gekühltem Gas (Cool Gasspülen),
- Wasserinjektionstechnik (Standard-WIT) und
- Gas-Wasserinjektion (TiK-WIT).

Bei der Auswahl des Injektionsverfahrens ist zunächst zu klären, ob und mit welchem Verfahren das jeweilige Bauteil technisch darstellbar und serientauglich herstellbar ist. Dabei schränken die Anforderungen an das Bauteil die Auswahl oft ein. So erfordern Spülverfahren zwei Injektoren, das Standardverfahren nur einen. Ebenso kann eine Materialvorgabe die Entscheidung gegen die Wasser- und für die Gasinjektionstechnik begründen, da nicht alle Materialien sich mit der WIT reproduzieren lassen [4, 5]. Die Geometrie des Bauteils schließlich spielt die entscheidende Rolle bei der technischen Darstellbarkeit eines FIT-Verfahrens. Hierbei empfiehlt es sich, Meinungen und Unterstützung von erfahrenen Dienstleistern einzuholen. In den Verfahrensvergleich sollten, insbesondere bei Kühlwasserrohren, Konzepte für die Nachbearbeitung der Formteile einbezogen werden, da sie die Zykluszeit bestimmen können. Wenn das der Fall ist, kann ein die Kühlzeit reduzierendes Verfahren die Herstell-

Verfahren / Eigenschaften	Kosten	Bau- raum	Funktions- integration	Prozess- fähigkeit	Nach- arbeit	QS-Auf- wand	Berst- druck
Spritzgießen	++	++	+	++	++	++	0
Spritzgießen mehrschalig	++	-	+	++	0	0	-
(Saug-) Blasformen	+	+	-	+	-	+	+
Schmelzkerntechnik	-	++	++	+	++	+	0
Gasinjektionstechnik (GIT)	-	++	++	0	-	0	++
Wasserinjektionstechnik (WIT)	+	++	++	0	-	0	++

++ sehr günstig + günstig 0 indifferent - weniger gut - schlecht

Tabelle 1. Vergleich der Verfahren zur Herstellung von Hohlkörpern am Beispiel von Kühlwasserrohren

Notwendige Randbedingungen	GIT	Gasspülen	WIT/TiK-WIT
Material allgemein	nahezu alle möglich	nahezu alle möglich	GF-Gehalt von max. 25 %, mit TiK-WIT > 30 % möglich
Kühlwasserrohr-Material (PA66-GF30)	Spezialmaterial nötig	Spezialmaterial nötig	nur mit TiK-WIT möglich, Spezialmaterial nötig
Erwarteter Hohlraumquerschnitt des Bauteils	bis Ø 10 mm günstig	bis Ø 10 mm günstig	ab Ø 10 mm günstig
Anzahl möglicher Injektionspositionen am Bauteil	1 oder mehr	mind. 2	1 oder mehr
Injektion direkt in das Bauteil (Sichtteil)	möglich	möglich	nicht empfehlenswert
Möglicher Querschnitt der Injektionsposition	Ø > 2 mm	Ø > 2 mm	Ø > 6 mm
Hochglanzbauteile mit Injektionskanal / direkte Injektion	möglich	möglich	möglich / begrenzt möglich
Lage des Injektors	nicht entscheidend	an den Kanalenden	unterhalb des Bauteils
Mindestkühlzeit, prozessbedingt	> 15 s	> 20 s	> 25 s
Gasversorgung	Flasche, Bündel, Tank	Tank	-

Bei der Entscheidung für ein Verfahren sollten alle Merkmale innerhalb einer Spalte liegen

Tabelle 2. Eine FIT-Checkliste unterstützt den Anwender bei der Auswahl des geeigneten FIT-Verfahrens durch Berücksichtigung der Bauteilgeometrie und -anforderungen

kosten nicht mehr positiv beeinflussen, wenn nicht zugleich die Nachbearbeitung optimiert wird.

Ob ein Bauteil sich mit einem der FIT-Verfahren unter Produktionsbedingungen reproduzieren lässt, entscheidet sich daran, ob und an welcher

Stelle an Formteil und Werkzeug Platz ist, um das Fluid zu injizieren, und vor allem, ob der Injektor direkt in das Bauteil injizieren muss oder über einen Hilfskanal angebunden werden darf. Hilfskanäle sind gerade für die Wasserinjektion von Vorteil, da sie die optimale Gestaltung der

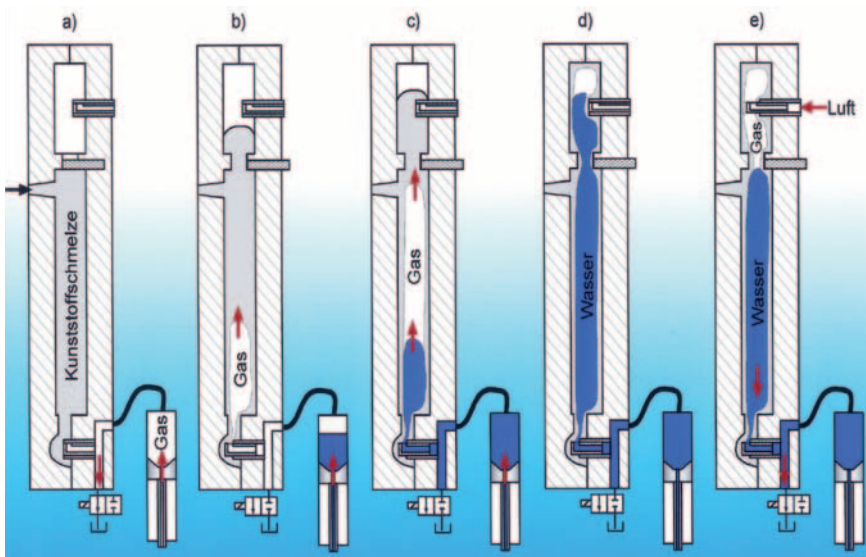


Bild 1. Verfahrensprinzip der TiK-Variante der Wasserinjektionstechnik

- a) Schmelzeinjektion zur Füllung des Werkzeugs, anschließend kurze Nachdruckphase; das TiK-WIT-Volumen wird gespült und mit Luft/Gas gefüllt
- b) Die Nebenkavität wird geöffnet, ebenso der Injektor, und das Luft/Gas-Polster mit Hilfe des Wassers in die Schmelze gedrückt
- c) Das Luft/Gas-Polster formt den Hohlraum, während das Wasser es durch die Schmelze schiebt und dabei unter Druck hält
- d) Ende der Wasserinjektionsphase; Wasser nachdrückt; Kompression des Luft/Gas-Polsters auf das Endvolumen, was bei der Entleerung des Wassers hilft
- e) Phase der Wasserentleerung, die mit einem Spülinjektor (durch Luftausblasen) unterstützt wird

Injektorumgebung ermöglichen. Die Injektorgeometrie bestimmt auch den Platzbedarf im Werkzeug. Für die Wasserinjektion werden lichte Durchmesser im Injektor von bis zu 20 mm eingesetzt, um beim Eintritt in das Bauteil eine möglichst laminare Strömung zu erzeugen [6].

Strömungstechnisches Denken erforderlich

Die Lage des Bauteils im Werkzeug ist insofern ein wichtiger Parameter, als die Kavität möglichst entgegen der Schwerkraft gefüllt werden sollte, um eine gute Außenoberfläche zu erzielen. Bei der WIT sollte das Wasser immer von unten nach oben strömen, denn dies erleichtert die Entleerung des geschaffenen Hohlraums. Hier hilft das TiK-WIT-Verfahren (Bild 1), mit dem das Bauteil durch eine komprimierte Luftblase vollständig entleert wird [7, 8].

Die Bauteilgeometrie sollte möglichst strömungsgünstig gestaltet sein, da Fluide immer nur jene Schmelze verdrängen, die ihnen direkt „im Weg“ steht. Querschnittsprünge verursachen Wirbel in der Schmelze und somit Masseanhäufungen [9], die in der Regel die Zykluszeit bestimmen. Der Konstrukteur sollte daher auf die Bauteilgestaltung Einfluss nehmen, und sei es nur, um die Radien zu vergrößern. Die FIT erfordert grundsätzlich ein strömungstechnisches Denken. Neben den bisher genannten Gestaltungsgrundsätzen führen einige weitere zur richtigen Verfahrensauswahl (Tabelle 2).

Bei der Analyse der Kosten unterscheiden sich die FIT-Verfahren im Wesentlichen in der

- erreichbaren Zykluszeit und
- Höhe der Investition für FIT-Anlage und Spritzgießwerkzeug.

Erstere wird ausschließlich über die Kühl-

zeit beeinflusst (Bild 2). Für das Injizieren des Mediums und das Entleeren des Bauteils ist in der Regel (vor allem bei der WIT) eine minimale Kühlzeit von 20 bis 25 s anzusetzen.

Die einzelnen FIT-Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen im Medium selbst und in Zahl, Art und Lage der Injektoren, da diese Einfluss auf die Strömungs- und Wärmeverhältnisse haben. Das Medium bestimmt die Effektivität der Kühlung im Inneren des Bauteils. Somit stellen die erreichbare Kühlzeit und damit die mögliche Kostenersparnis die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren dar.

Kühlzeiten lassen sich vorausberechnen

Die zu erwartenden Kühlzeiten der einzelnen Verfahren lassen sich mit analytischen Methoden auf Basis von Thermodynamik und Wärmeübertragung berechnen. Hierzu werden Vereinfachungen getroffen wie die Annahme, dass alle Prozesse unter konstantem Druck von 200 bar ablaufen und dass sich der Wärmestrom durch die Bauteilwand während des Abkühlprozesses linear verhält und als konstanter Mittelwert für jedes Verfahren unverändert bleibt. Für einen rechnerischen Vergleich der Verfahren sind diese Annahmen zulässig, da der Fehler für alle Verfahren gleich groß ist. Die Berechnungen werden mit der in Bild 3 dargestellten Geometrie, einem kleinen Rohr aus PA66-GF30, durchgeführt. Ausgangspunkt der Berechnung ist eine Schmelzetemperatur von 280 °C und eine konstante Werkzeugtemperatur von 80 °C.

Mit den Stoffwerten für Stickstoff (N₂) und Wasser ergeben sich aus den beiden Formeln (1) und (2) die in Tabelle 3 angegebenen Werte.

Wärmeaufnahme eines Mediums:

$$Q_{12} = H_2 - H_1 = m (h_2 - h_1) = m c_{p,fluid} (T_2 - T_1) \tag{1}$$

Ausgleichstemperatur von zwei Medien:

$$T_m = (m_1 c_{p1} T_1 + m_2 c_{p2} T_2) / (m_1 c_{p1} + m_2 c_{p2}) \tag{2}$$

mit

p = Absolutdruck = 200 bar,

m = Masse,

T = Absoluttemperatur,

Q = ausgetauschte Wärme,

H = Enthalpie des Fluids,

c_p = spez. Wärmekapazität bei konst. Druck. ▶

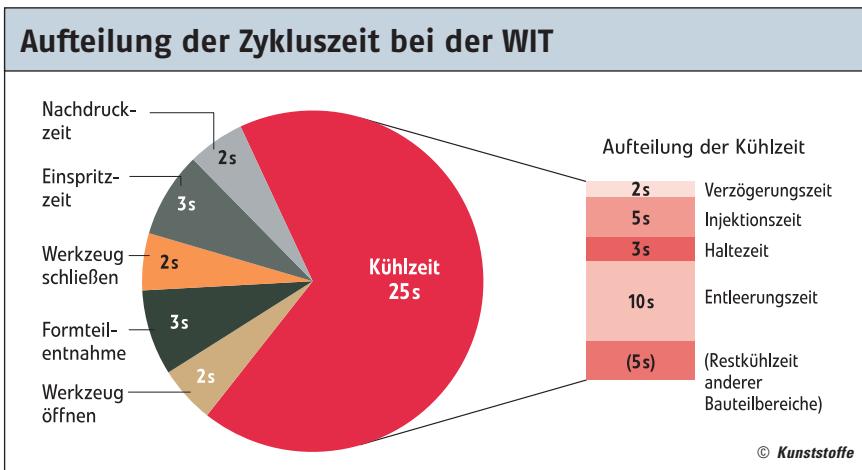


Bild 2. Die Grafik zeigt, welche Anteile einzelne Verfahrensschritte am Gesamtzyklus einnehmen. In diesem Beispiel eines WIT-Bauteils liegt die Gesamtzykluszeit bei 37 s

Kühlmedium/ Kunststoff	T ₁ [K]	T ₂ [K]	c _p gemittelt [J/gK] von T ₁ bis T ₂	m (T ₁) [g]	Wärmeaufnahme Q ₁₂ [J]	Q ₁₂ Medium / Q ₁₂ Kunststoff [%]	Ausgleichs- temperatur T _m [K]
Kunststoff (280°C)	553,15	393,15	2,188	18,5	6599	100,0	—
N ₂ (-20°C)	253,15	393,15	≈1,290	4,5	750	11,4	518,7
N ₂ (0°C)	273,15	393,15	≈1,290	3,8	601	9,1	522,8
N ₂ (+20°C)	293,15	393,15	≈1,290	3,3	455	6,9	527,3
Wasser (15°C)	288,15	353,15	≈4,183	15,1	4059	61,5	390,3

Tabelle 3. Aus den Gleichungen (1) und (2) errechnet sich die maximale Wärmeaufnahme des Fluids bei Abkühlung eines Bauteils aus PA66-GF30 von 280 auf 120°C Entformungstemperatur an der Innenseite der Bauteilwand (273,15 K ≙ 0°C)

Verfahren (Fluidtemperatur)	Kühlzeit [s]	Zykluszeit [s]	Kühlzeitersparnis [%]	Zykluszeitersparnis [%]
GIT (20°C)	40	52	0,0	0
Cool Gas (0°C)	39	51	2,6	1,9
Cool Gas (-20°C)	38	50	5,0	3,8
Wasser (15°C)	17	29	57,5	44,2

Tabelle 4. Die WIT senkt die Kühlzeit und Zykluszeit erheblich stärker als das Standard-GIT-Verfahren – auch wenn das Gas gekühlt wird

Tabelle 3 macht deutlich, dass Stickstoff unabhängig von der Temperatur nur zu 7 bis 12 % an der Abkühlung der Kunststoffschmelze mitwirkt. Demnach muss die Werkzeugtemperierung, nachdem sich das Gas aufgeheizt hat, nicht nur den Kunststoff, sondern – außer bei Wasser – auch das Medium auf 120 °C abkühlen. Bei Wasser ist die Wärmefähigkeit derart groß, dass es sich nicht bis 120 °C aufheizt, dementsprechend wurde die Temperatur des Wassers $T_2 = 80\text{ °C}$ bestimmt, was einem in der Praxis gemessenen Wert entspricht. Die mittlere Temperatur des Kunststoffs beträgt nach wie vor 120 °C. An der Berechnung für Wasser fällt der mit 61 % deutlich höhere Kühlanteil gegenüber Gas auf, der zum einen durch die größere Masse und zum anderen durch die höhere Wärmekapazität begründet ist.

Am Beispiel des Rohres können die unterschiedlichen Kühlzeiten berechnet werden, indem vorab der durchschnittliche Wärmestrom durch das Spritzgießwerkzeug ermittelt wird: $\dot{Q}_{Wkz} = 154\text{ J/s}$. Die Kühlzeit $t_{kühl}$ für das jeweilige Fluid errechnet sich aus Gleichung 3 (siehe Kasten).

Wasser bietet das größere Kühlpotenzial

Damit lassen sich theoretische Kühlzeiten für die verschiedenen Verfahren und unter Berücksichtigung der Nebenzeiten (z. B. aus Bild 2) auch die Zykluszeiten (Tabelle 4) ableiten. Es fällt auf, dass gekühltes Gas die Zykluszeit nur um 3,8 % verkürzt (gegenüber 1,9 % bei nicht gekühltem Gas), während die Wasserinjektionstechnik sie um 44,2 % reduziert.

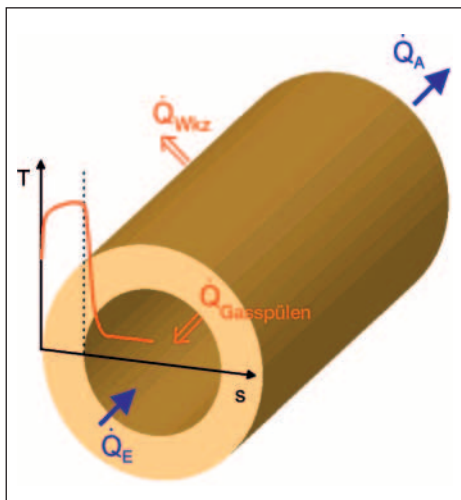


Bild 3. Dieses Kunststoffrohr wurde als Berechnungsgrundlage für die Bewertung der Kühlzeit der verschiedenen FIT-Verfahren herangezogen: $L = 200\text{ mm}$, $D_{\text{Hohlraum}} = 10\text{ mm}$, Restwanddicke $s = 2\text{ mm}$, Hohlraumvolumen $V = 15,7\text{ cm}^3$

Vergleich der Kühlzeiten

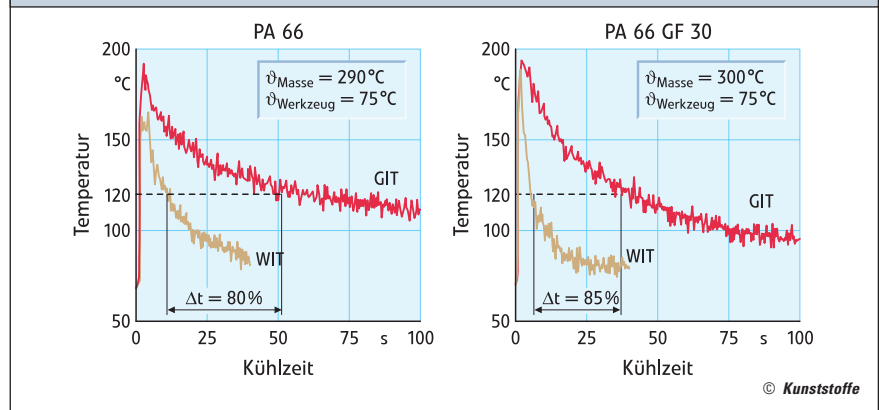


Bild 4. Der Unterschied zwischen WIT und GIT zeigt sich an einem Kunststoffrohr aus PA66-GF30 mit Außendurchmesser 30 mm [8] durch den schnelleren Temperaturabfall in der Bauteilwand

(Quelle: IKV, April 2000)

Verfahren (Fluidtemperatur)	T_{Ausgang} [°C]	$\dot{Q}_{\text{Gasspülen}}$ [J/s]	Kühlzeit [s]	Zykluszeit [s]	Kühlzeiterparnis [%]	Zykluszeiterparnis [%]
Cool Gasspülen (-20°C)	119,20	70,03	29,5	41,5	26,3	20,2
Gasspülen (+20°C)	142,36	61,56	30,6	42,5	23,5	18,1

Tabelle 5. Beim Gasspülen reduziert die Kühlung des Spülgases die Kühlzeit und die Zykluszeit nur unwesentlich

Dieses Ergebnis liegt sehr nah an Erfahrungen der Praxis, wenn man als Vergleich die Messungen [10] an einem etwas größeren Rohr mit einem Außendurchmesser von 30 mm und einer Wanddicke von etwa 3 mm (Bild 4) heranzieht. Betrachtet man die Verhältnisse zwischen Hohlraumvolumen und Kunststoffvolumen für unterschiedliche Rohrdurchmesser und Wanddicken, so fällt die Verkürzung der Kühlzeiten entsprechend unterschiedlich aus. Werden in diesem Beispiel die 85 % aus der Praxis auf das berechnete Bauteil übertragen, so ergibt sich eine Einsparung von 52 %, was den berechneten Wert von 44,2 % sogar etwas übertrifft.

Bei der Bewertung des Gasspülverfahrens ist zu berücksichtigen, dass im Inneren des Rohres durch die Strömung des Fluids ein konvektiver Wärmeübergang stattfindet, der vom Wärmeübergangskoeffizienten α und der „mittleren logarithmischen Temperaturdifferenz“ abhängt (Gleichung 4). Betrachtet man noch die Wärmebilanz um das Fluid (Gleichungen 5 und 6), so erhält man die Differenz zwischen den Temperaturen des Gasaustritts und Gaseintritts (Gleichung 7).

Für die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz gilt Gleichung 8.

Unter der realistischen Annahme, dass die Strömung ausgebildet und turbulent ist, errechnen sich die in Tabelle 5 aufgelisteten Kühlzeiten durch Gleichung 9.

Gleichungen

$$t_{kühl} = (Q_{12 \text{ Kunststoff}} - Q_{12 \text{ Fluid}}) / \dot{Q}_{Wkz} \quad (3)$$

$$\dot{Q}_{\text{Gasspülen}} = \alpha A \Delta\vartheta \quad (4)$$

$$\dot{Q}_{\text{Gasspülen}} = \dot{Q}_A - \dot{Q}_E \quad (5)$$

$$\Leftrightarrow \dot{Q}_{\text{Gasspülen}} = \dot{m}_{\text{Stickstoff}} c_p (T_A - T_E) \quad (6)$$

$$T_A - T_E = \alpha A / \dot{m}_{\text{Stickstoff}} c_p \quad (7)$$

$$\Delta\vartheta = \frac{(T_w - T_E) - (T_w - T_A)}{\ln\left(\frac{T_w - T_E}{T_w - T_A}\right)} \quad (8)$$

$$t_{kühl} = Q_{12 \text{ Kunststoff}} / (\dot{Q}_{Wkz} + \dot{Q}_{\text{Gasspülen}}) \quad (9)$$

Auch hier stimmen die Rechenergebnisse gut mit Praxiserfahrungen überein, wo ähnliche Resultate mehrfach an Türaußengriffen erreicht wurden [11]. Aus diesen Berechnungen lässt sich zusammenfassend schließen, dass das Gasspülen bei diesem Beispielbauteil die Kühlzeit im Vergleich zum Standard-GIT-Prozess um mehr als 25 % verkürzt. Die Temperatur des Gases spielt hierbei – ähnlich wie beim Standard-GIT-Prozess – nur eine untergeordnete Rolle.

Aufwand für Nacharbeit beachten

Außer durch die Kühlzeit wird die Wirtschaftlichkeit maßgeblich von der Höhe der Investition und der Nacharbeit am Bauteil bestimmt. Die Investition umfasst im Wesentlichen die notwendige Anlagentechnik und die Randbedingungen der Produktion. Beispielsweise können Nachbearbeitungsstationen für Kühlwasserrohre zwischen 30 und 50 % der gesamten Anlageninvestition ausmachen. Zur Betrachtung der Produktionstechnik zählt der Befund, ob ein Stickstofftank bereits vorhanden ist oder kurzfristig angeschafft werden muss. Die Kosten für den Stickstoff sind bei einer Tankversorgung vernachlässigbar, während sie bei großvolumigen Bauteilen und Flaschen- bzw. Bündelversorgung etwa 0,05 bis 0,10 EUR/Stück ausmachen können. Für eine sichere Produktion ist darauf zu achten, dass hochreiner Stickstoff verwendet und die Kunststoffschmelze schonend verarbeitet wird. Dies reduziert die Reinigungsintervalle der Injektoren.

Wird die Zykluszeit – wie bereits angesprochen – durch die Nacharbeit bestimmt, bringt es wenig, die Prozess-

! Kontakt
<p>TiK-Technologie in Kunststoff GmbH Siemensstr. 21 D-79331 Teningen Tel. +49 (0) 76 63/91 45 65 Fax +49 (0) 76 63/91 45 67 www.tik-center.com</p>
<p>Maximator GmbH Technisches Büro Süd Postfach 1765 D-74877 Sinsheim Tel. +49 (0) 72 61/94 54-12 www.maximator.de</p>

schleifen zu verkürzen. Ein angemessenes und vor allem flexibles Nacharbeitskonzept kann besonders bei Kühlwasserrohren die Bearbeitungskosten auf niedrigem Niveau halten, vor allem, wenn die Aussicht auf Nachfolgeprojekte besteht. Nachbearbeitungsstationen schöpfen dann das Kühlzeitpotenzial gerade des WIT-Verfahrens voll aus. Die Stundenstückzahlen können so gegenüber der GIT verdoppelt werden, ohne die Kavitätanzahl zu erhöhen.

Fazit

Betrachtet man die Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Bauteile, die mit einem FIT-Verfahren hergestellt werden, so findet jedes der erläuterten Verfahren seinen Anwendungsbereich. Wichtig für den späteren Erfolg ist, dass die Produktionsplaner bereits in der Phase der Werkzeugkonzeption möglichst viele Informationen mit einbeziehen. Je ausgefeilter das Werkzeugkonzept, desto unproblematischer die spätere Produktion. ■

LITERATUR

- 1 Hobson: PS-US 2331688, 1939
- 2 WIT mit Gasvorlage. Kunststoffberater (2005) 6, S. 5–6
- 3 a) Auf drei Rädern sicher unterwegs. Kunststoffe 95 (2005) 3, S. 41–42; b) Ausgezeichnetes Serienbauteil. Kunststoffe 96 (2006) 4, S. 94–95
- 4 Michaeli, W.; Lettowsky, C.; Grönlund, O.; Wehr, H.: Herstellung medienführender Leitungen. Kunststoffe 94 (2004) 3, S. 80–82
- 5 Michaeli, W.; Lettowsky, C.; Neuß, A.; Grönlund, O.: Wasserinjektionstechnik: etablieren – applizieren – profitieren! Umdruck, 23. IKV-Kolloquium, Aachen 2006
- 6 Michaeli, W.; Brunswick, A.; Pfannschmidt, O.: Gewusst wie! Fragen und Antworten zur Wasser- ▶

- injektionstechnik. Kunststoffe 92 (2002) 9, S. 94–98
- 7 Neue WIT-Variante kombiniert Gas und Wasser. Kunststoffberater (2003) 11, S. 28–31
- 8 Op de Laak, Marcel: DE 103 39 859 B3
- 9 Eyerer, P.; Elsner, P.; Knoblauch-Xander, M.; von Riewl, A.: Gasinjektionstechnik. Carl Hanser Verlag, München 2003
- 10 Michaeli, W.; Brunswick, A.; Kujat, C.: Kühlzeit reduzieren mit der Wasser-Injektionstechnik – Vorteile gegenüber der Gasinjektion. Kunststoffe 90 (2000) 8, S. 67–72
- 11 Bothur, C.: Gas kontra Wasser. Plastverarbeiter 55 (2004) 11, S. 24–27

DIE AUTOREN

DIPL.-ING. MARCEL OP DE LAAK, geb. 1970, ist Geschäftsführer des Ingenieurbüros TIK-Technologie in Kunststoff GmbH, Teningen, und berät bei Bauteil-auslegung, Prüftechnik und Verfahrenstechnik; marcel.opdelaak@tik-center.de

VOLKER RUPPRECHT, geb. 1965, betreut im Technischen Büro Sinsheim der Maximator GmbH Kunststoffverarbeiter mit Ausrüstung für die Gas- und Wasserinjektionstechnik und das physikalische Schäumen; vrupprecht@maximator.de

SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

The Quandary of Making a Selection

WHICH FLUID INJECTION TECHNIQUE IS APPROPRIATE? Every injection moulded part with a hollow cross-section that cannot be formed by a core or slide requires utilisation of a fluid injection technique. Selection of the most appropriate technique depends primarily on the part geometry and, sometimes, on the strategy of the company. The annual production quantity has a major influence on the manufacturing costs.

NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103673** on our website at www.kunststoffe-international.com

Ideale Einspritztemperatur

Gummispritzgießen. Ein System für die Selbstoptimierung des Gummispritzgießprozesses ist das Ergebnis einer Entwicklungspartnerschaft zwischen der österreichischen Maplan Maschinen und technische Anlagen Planungs- und Fertigungs-Gesellschaft mbH, Ternitz, und der CAS Computerunterstützte Automatisierungssysteme GmbH & Co. KG, Reinbek. Das neue System trägt den Namen cure² und ist weltweit das erste seiner Art. Es besteht im Wesentlichen aus einer Gummispritzgießmaschine der Baureihe ergo von Maplan, dem Prozessoptimierungssystem Jidoka RS² von CAS und dem Kaltkanalsystem Vario mit Nadelverschluss-technik der WEA, Werkzeugbau für elastomertechnische Anwendungen GmbH & Co. KG, Lübeck. Durch das abgestimmte Zusammenspiel aller Komponenten soll die kürzestmögliche Zykluszeit unter Beibehaltung der definierten Produktqualität erreicht werden.

Um das Compound auf ein ideales Temperaturniveau zu bringen, kommt eine Gummispritzeinheit des Typs Fifo zum Einsatz – zusammen mit Temperierkanälen der neuesten Generation. Die Kaltkanäle erlauben es, die Mischungstemperatur näher an die Starttemperatur heranzuführen, die am Ende des Einspritzprozesses erreicht werden soll. Der letzte und finale Temperaturanstieg erfolgt gezielt kavitätsnah mit Hilfe ver-

stellbarer Nadelverschlussdüsen. Die Friktionswärme kavitätsnah einzubringen, ist Voraussetzung für einen stabilen Prozess bei optimaler Heizzeit. Hier kommt nun das Prozessoptimierungssystem Jidoka RS² zur Geltung, das auf der Basis von Optimierungsalgorithmen und -strategien über die Maplan-Maschinensteuerung PC5000 den Einspritzdruck re-



Die Gummispritzgießmaschine Maplan 630 ergo – Basis des Selbstoptimierungssystems cure² (Foto: Maplan)

gelt und optimiert. Schwankungen in den Eigenschaften der Mischungen, die Leistungsfähigkeit der Produktionsmitarbeiter sowie die verfügbaren technischen Einrichtungen werden in die Berechnungen einbezogen. Das Gummispritzgießsystem cure² stellt damit eine Produktionseinheit dar, die die Heizzeit reduziert und die Stückkosten ohne Qualitätsverlust senkt.

► www.maplan.at