

Bindenaht mit Lufteinschluss am Fließwegende (Bilder: KB Hein)

**Normalien.** Werkzeugentlüftung, Angussgestaltung und Temperierung zu überdenken, ermöglicht einen Fertigungsprozess ohne unnötige Unterbrechungen durch Wartung und Reinigung, der nachhaltig Produktionszeit und Energie einspart.

## Wohin mit der Luft?

**RUDOLF HEIN  
VOLKER NONNENMANN**

Si e ist unsichtbar und behindert dennoch oft die prozesssichere Fertigung: Luft. Oberste Maßgabe für Spritzgießer ist es folglich, die Luft mindestens so schnell aus der Kavität zu entlasten, wie die heiße Kunststoffschmelze eingespritzt wird. Andernfalls drohen Lufteinschlüsse, Brenner und Ablagerungen, die sich häufig im Bereich von dünneren Rippen sammeln. Das liegt daran, dass die Abschnitte mit großen Wanddicken zuerst füllen und bei den dünnen Verbindungsrippen die Luft einschließen (Bild 1).

Ergänzend zum energiesparenden Werkzeugkonzept IsoForm [1] hat die Konstruktionsbüro Hein GmbH, Neustadt a. Rbge., einen Satz Normalien entwickelt – in dem Markennamen „HeiNo“ steckt auch das Kürzel für den Vertriebspartner, die Nonnenmann GmbH –, der, abgestimmt auf die zu verarbeitenden Werkstoffe und die gewünschte Temperierung, ein energieeffizientes und prozesssicheres Arbeiten ermöglicht. Die dabei erreichbare Produktqualität ist bezeichnend für die Vorgehensweise mit

vorherigen Spritzgießsimulationen, die anhand eines frühen Werkzeugkonzeptes die spätere Werkzeugtemperierung bereits berücksichtigen und deshalb das Simulationsergebnis genauer abbilden können.

### Ohne qualifizierte Entlüftung keine Prozesssicherheit

Beim Füllen der Kavität muss die Kunststoffschmelze die darin befindliche Luft verdrängen. Kann die Luft nicht schnell genug entweichen, verbinden sich die Spaltprodukte des Kunststoffes an der Fließfront der Formmasse mit der Luft und werden durch den Fülldruck so verdichtet, dass eine Selbstzündung (Diesel-Effekt) erfolgen kann. Das führt dann zu Fehlstellen und/oder Verbrennungen am Formteil. Häufig bildet sich ein Belag im Werkzeug, der ebenfalls keine prozesssichere Fertigung ohne zusätzliche Reinigungszyklen zulässt; im Extremfall wird es dauerhaft beschädigt, wie etwa bei der Verarbeitung von Hochtemperaturwerkstoffen wie PPA und PPS.

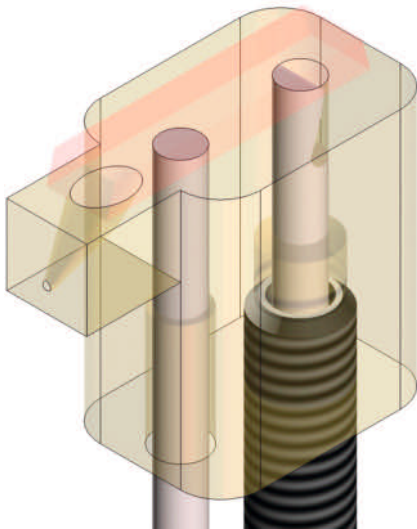
Seit einigen Jahren erfordern bestimmte Zusätze in Kunststoffen, z. B. Flamm- schutzmittel, eine situationsgerechte Entlüftung in Spritzgießwerkzeugen. Die bisherige Entlüftung beschränkte sich meist auf das Anziehen von Entlüftungsfäh-

chen am Fließwegende. Auf Entlüftungsfähchen sollte man heute jedoch besser verzichten, da sie die Lebensdauer des Werkzeugs verkürzen und die Gratbildung verstärken. Bei der Verarbeitung von Hochtemperaturwerkstoffen wie PPS oder PPA können sich aggressive Spaltprodukte in Kavitätsnähe in den Fähchen ablagern, die das Werkzeug bis in das Gefüge hinein zerstören. Die hier dargestellten Entlüftungsgeometrien stellen eine umfassende Entlüftung der Form in und um die Kavität herum sicher und lassen sich einfach und kostengünstig umsetzen. Eine gute Alternative, die in Ver- ➔



**Bild 1.** Luftereinschluss mit „Brenner“: Eine zuverlässige Entlüftung von Spritzgießwerkzeugen verhindert Fehlstellen am Formteil ebenso wie Beschädigungen und Verschmutzungen des Werkzeugkonturbereichs

**ARTIKEL ALS PDF** unter [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de)  
Dokumenten-Nummer KU110891

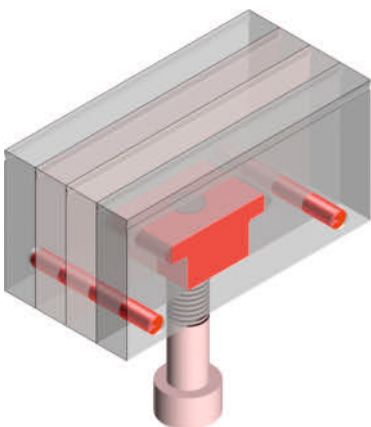


**Bild 2.** Der Überlaufentlüftungseinsatz dient in erster Linie dazu, die Bindenahtqualität zu verbessern, die Sichtbarkeit der Bindenaht zu reduzieren und Luftschlüsse zu vermeiden

bindung mit IsoForm-Werkzeugen ebenfalls mit geringem Aufwand möglich ist, ist das Evakuieren der Kavität.

### Auswerferentlüftung und Entlüftungseinsatz

Wenn man den Auswerfern in einem Werkzeug eine zusätzliche Funktion überträgt, können Rund-, Hülsen-, Flach- und Profilauswerfer die Kavität durch eine spezielle Nutgeometrie entlüften, die in Abhängigkeit vom Werkstoff des Formteils definiert wird – je nach Anforderung poliert, verdichtet oder beschichtet. Das Luftvolumen wird bei diesen Normteilen durch eine Facette entlastet. Dafür sieht das HeiNo-Programm Normteile für unterschiedliche Auswerferlängen vor. Nutzt der Konstrukteur die gebotenen Möglichkeiten für eine Entlüftung mit allen Auswerfern, Einsätzen und Trennungen schon bei der Werkzeugkonstruktion, so ist der Aufwand denkbar ge-

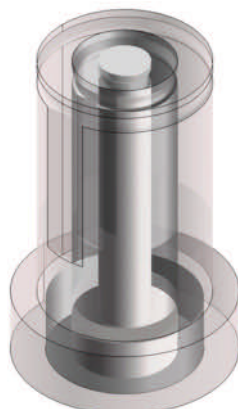


ring und die Wirkung so effektiv, dass Entlüftungsprobleme weitestgehend der Vergangenheit angehören.

Die Position eines Entlüftungseinsatzes wird zweckmäßig auf der Grundlage einer Spritzgießsimulation festgelegt. Der jeweilige Einsatztyp innerhalb und außerhalb der Kavität (z. B. in der Formtrennung) ermöglicht, abgestimmt auf den Kunststoff des Formteils, durch die Gestaltung der Geometrie, die Wahl der Werkstoffeigenschaft, der Oberflächenbeschaffenheit sowie einer möglichen Beschichtung eine umfassende Entlüftung. Der Überlaufentlüftungseinsatz (**Bild 2**) dient in erster Linie dazu, die Bindenahtqualität zu verbessern, die Sichtbarkeit der Bindenaht zu kaschieren (z. B. bei Metalleffekten) und Seitenwände kontrolliert zu entlüften. Diese Geometrie wird wie ein Tunnelanguss entformt.

Wenn Stellen mit geringer Wanddicke Luftschlüsse in Kavitäten verursachen, können Entlüftungseinsätze platziert werden, die fast jeder Kontur folgen können (**Bild 3**). Die Entlüftungsnuten werden konturfolgend eingebracht, was sich bei den heutigen 3D-Programmen einfach konstruieren lässt. Das HeiNo-Programm bietet runde Hülseneinsätze und rechteckige Einsätze, die sich jederzeit temperieren, demontieren und reinigen lassen.

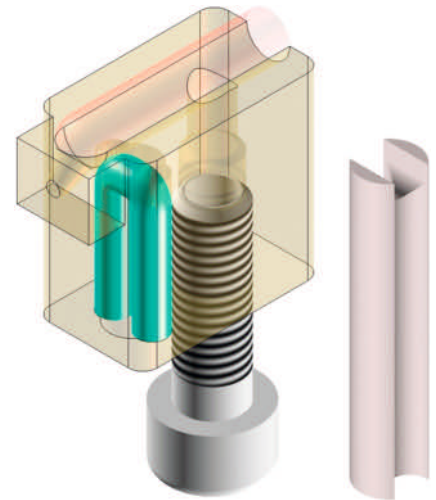
Die auf die jeweilige Anwendung (und den Werkstoff) abgestimmten Lösungen reduzieren die Ablagerungen im gesamten Werkzeug auf ein Minimum – damit verlängern sich die Reinigungsintervalle. Auch hier liegt die interessante Lösung im Detail mit speziellen Werkstoffpaarungen, polierten oder strukturierten Oberflächen, Beschichtungen und Verdichtungen. Für größere Entlüftungseinsätze werden zusätzlich Temperiersysteme angeboten, die die Gefahr des Zusetzens bei bestimmten Formteilmaterialien weiter reduzieren.



**Bild 3.** Runde Hülseneinsätze und rechteckige Entlüftungseinsätze: Die Entlüftungsnuten werden in der 3D-Konstruktion konturfolgend eingebracht

### Wirksame Temperierumlenkeinsätze und Tunnelanguss-Einsätze

Wer wünscht sich nicht eine hohe Bauteilqualität? Teile mit geringem Verzug, ohne Bindenaht und mit exakter Oberflächenabbildung? Wer kürzeste Zykluszeiten und eine hohe Prozesssicherheit erreichen will, sollte bereits an die Temperierung des Werkzeugs denken, bevor es um die Entformung geht. Temperierbohrungen für flüssige Medien sollten immer rund und im Zwangsumlauf verbunden sein. Da eine Temperierung mit turbulent



**Bild 4.** Der Tunnelanguss mit Temperierumlenkeinsatz ermöglicht die Gestaltung eines optimierten Kaltkanalsystems

strömendem Wasser besonders wirksam ist, muss sehr genau auf das Verhältnis von Kanaldurchmesser zu Fließweglänge des Mediums geachtet werden.

Es empfiehlt sich, auf die Beschichtung der Temperierbohrungen mit Nickel sowie auf die Wahl des richtigen Mediums (z. B. speziell geimpftes Wasser) und eines geeigneten Temperiergeräts (mit Wärmetauscher) besonderes Augenmerk zu legen. Umlenkleche, Sprudler oder Sprünge im Durchmesser, vom Temperieranschluss bis zu den Umlenkungen, gilt es zu vermeiden, da sie keinen runden Flussquerschnitt bieten.

Die Kunst besteht darin, für die jeweilige Temperieraufgabe die passende (und zugleich kosteneffiziente) Technik zu wählen. Heute ist es kein Problem mehr, mit einem Kältemittel Formkonturnadeln mit einem Durchmesser von 1 mm auf einer Länge von 60 mm zu temperieren. Genauso kann eine Temperierung in Formeinsätzen mit bis zu max. 0,5 mm Abstand zur Konturoberfläche realisiert werden, wenn man auch bei dünnwandi-

gen Bauteilen noch zyklusabhängig temperieren möchte.

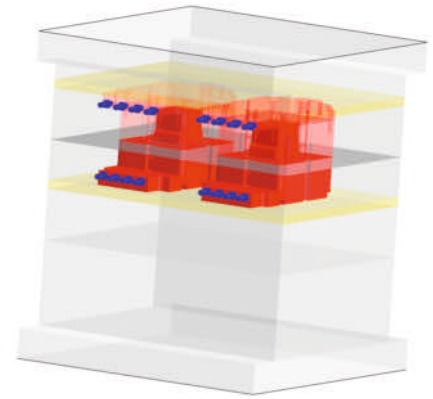
Besonders für hoch faserverstärkte und Hochtemperaturkunststoffe werden Spezialstähle und spezielle Oberflächenqualitäten verwendet. Der temperierte HeiNo-Angussseinsatz zeichnet sich aus durch maximale Nachdruckwirkung, sanfte Umlenkung der Glasfaser, geringe Abscherkraft, kurze Erkalnungszeiten für dickvolumige Kaltangussgeometrien und umgekehrt lange Nachdruckzeiten bei kleineren Querschnitten, da die Temperatur der Aufgabe angepasst werden kann. Das wiederum verkürzt die Zykluszeiten, verringert den Energieeintrag und erhöht die Bauteilqualität.

### Der Kaltkanal: oft vernachlässigt und falsch ausgelegt

Im Vergleich zu den heutigen, technisch meist gut ausgelegten Heißkanälen wird der Kaltkanal immer noch stark vernachlässigt und oft falsch ausgelegt; dies führt nicht selten zu erhöhtem Energiebedarf (Druck), Werkstoffschädigungen (wegen der erhöhten Scherung) und vielfältigen ungewünschten Markierungen (matter Hof, Schlieren) am Bauteil. Für die meis-

ten Thermoplaste sollte der Anguss die Masse über einen Kaltverteiler möglichst druck- und scherungsarm in die Kavität bringen und eine gute Nachdruckmöglichkeit bieten. Für Elastomere bis hin zum Kautschuk benötigt man in der Regel eine kontrollierte Scherung beim Anspritzen. HeiNo-Kalt-Angussverteiler-einsätze ohne mittige Angussauswerfer, mit Totkanälen zum Aufnehmen des „kalten Pfropfens“ und bei Bedarf mit mittlerer Temperierung, unterbinden es, dass sich Luft und Kunststoff bereits im Kaltverteiler vermischen.

Die geschützte Tunnelangussgeometrie ist als Elektrode zum Erodieren oder



**Bild 5. Das IsoForm-Konzept ist schneller im Prozess und steigert mit isolierten Formeinsätzen die Präzision und Prozesssicherheit des Werkzeugs bei deutlich geringerem Energiebedarf für die Temperierung**

z. B. als fertiger Einsatz bei der Nonnenmann GmbH erhältlich. Der HeiNo-Tunnelanguss ermöglicht ein dauerhaftes und scherungsarmes Anspritzen von Bauteilen auch mit Angussbremsen, die die Hofbildung reduzieren. Neben den vielen Befestigungsmöglichkeiten sei auf die platzsparende Befestigung (Bild 4) mit durchbohrten Schrauben für den Angussauswerfer hingewiesen. →

### i Kontakt

**Konstruktionsbüro Hein GmbH**  
D-31535 Neustadt  
TEL +49 5032 63151  
→ [www.Kb-Hein.de](http://www.Kb-Hein.de)

**Nonnenmann GmbH**  
D-73650 Winterbach  
TEL +49 7181 4087-0  
→ [www.nonnenmann-gmbh.de](http://www.nonnenmann-gmbh.de)

Auch gebogene Tunnelanbindungen sind sinnvoll einsetzbar. Dabei ist zu beachten, dass der Faseranteil in Polymeren eine bestimmte Schwelle nicht überschreiten darf. Anhand einer Matrix, ergänzt durch Erfahrungswerte des Kunden, wird die Tunnelgeometrie abhängig vom Kunststoff und der Wanddicke des Formteils bestimmt.

### Präventive Investition fördert die Prozesssicherheit

Der Endkunde wünscht ein kostengünstiges, technisch und optisch einwandfreies Bauteil, bei dem mit einer sinnvollen Temperierung, Entlüftung und Angussauslegung über lange Zeit ein präzise wiederholbarer Prozess gefahren werden kann, wenn die Spritzgießmaschine dies zulässt. Um bereits im Budget für die Produktentwicklung eine Spritzgießsimulation und ein erstes Werkzeugkonzept zu berücksichtigen bzw. durchzusetzen, ist eine ganzheitliche Betrachtung der bisherigen Vorgehensweise dringend erforderlich.

So ist es zu empfehlen, möglichst sofort damit zu beginnen, alle in Verbindung mit den hergestellten Bauteilen stehenden Kosten zu erfassen. Investiert man einen Bruchteil der enormen Kosten, die später für unwirtschaftliche Prozesse, Wartung und Reparatur anfallen, bereits heute präventiv in die Entwicklung, so werden die Gewinnmargen von Jahr zu Jahr größer – im Gegensatz zu denen, die diesen Weg nicht gehen.

### Fazit

Das Werkzeugkonzept IsoForm mit isolierten Formeinsätzen (**Bild 5**) bietet zusammen mit den HeiNo-Normalien eine Grundlage für einen ganzheitlichen Ansatz mit deutlichen Effizienzvorteilen, was Kosten, Zykluszeit, Formteilqualität, Wartungsintervalle und Energiebedarf angeht. Das geschützte Konzept ermöglicht eine Konfiguration über ein Tool im Internet, das der Anwender anschließend herunterladen kann, sodass sich die Geometrien (mit Historie) im CAD-System des Anwenders wieder erstellen und komfortabel weiterbearbeiten lassen. ■

### LITERATUR

- 1 Hein, R.: Energieeffizientes Werkzeugkonzept. *Kunststoffe* 100 (2010) 2, S. 28–32

### DIE AUTOREN

RUDOLF HEIN, geb. 1955, ist Gründer und Geschäftsführer der Konstruktionsbüro Hein GmbH und veranstaltet am 24. Februar 2012 in Neustadt bei Hannover zum 16. Mal den Technologietag für Produktentwicklung, Formenbau und Produktion; [info@KB-Hein.de](mailto:info@KB-Hein.de)

VOLKER NONNENMANN, geb. 1972, ist seit 2000 Geschäftsführer der Nonnenmann GmbH und hat mit seinem Unternehmen die alleinigen Vertriebsrechte für die IsoForm- und HeiNo-Normalien; [info@nonnenmann-gmbh.de](mailto:info@nonnenmann-gmbh.de)

### SUMMARY

#### LET OFF SOME AIR!

STANDARD ELEMENTS. Reconsidering mold ventilation, gate design, and temperature regulation will lead to a production without unnecessary maintenance or cleaning breaks and thus to considerable savings regarding production time and energy.

*Read the complete article in our magazine*

***Kunststoffe international*** and on

**[www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)**