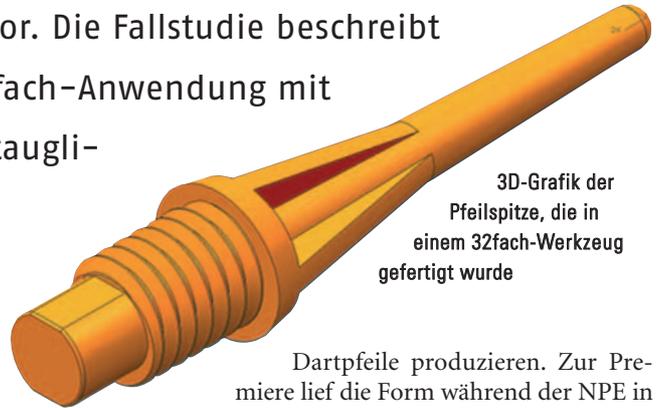


# Auf die Spitze getrieben

**Reinraumtauglicher 32fach-Nadelverschluss.** Mit der Entwicklung eines Spritzgießwerkzeugs für Spitzen von Dartpfeilen stießen die Konstrukteure in Grenzbereiche des heute technisch Machbaren vor. Die Fallstudie beschreibt das Form- und Heißkanalkonzept einer 32fach-Anwendung mit engsten Nestabständen und voll reinraumtauglichem, elektromagnetischem Nadelantrieb.



3D-Grafik der Pfeilspitze, die in einem 32fach-Werkzeug gefertigt wurde

**DIRK PAULMANN**

Die Anforderungen, die Medizintechnik und Lebensmittelindustrie an eine reine Produktion stellen, setzen heute neue Standards für den Werkzeug- und Formenbau. Spritzgießformen sollen nicht nur möglichst viele Kavitäten in kompakter Bauweise beinhalten, sondern auch reinraumtauglich und wartungsarm sein. Diese Rahmenbedingungen stellen besonders für die Hersteller von Heißkanalsystemen eine große Herausforderung dar, da hier viele Zielkonflikte entstehen können.

In diesem Umfeld sind elektrisch angetriebene Nadelverschlussysteme eine absolute Marktneuheit. Sie werden erst seit Mitte des Jahres 2005 von einigen wenigen Heißkanalherstellern angeboten und lassen sich generell in Systeme mit servomotorischem und elektromagnetischem Antrieb unterteilen. In der Praxis eingesetzte Systeme bewegen sich heute noch überwiegend im Bereich niedriger Kavitätenzahlen. Es mangelt an spezifi-

schon Erfahrungen bei Anwendungen mit hohen Fachzahlen und Produktionsvolumina, bei denen besonders der elektromagnetische Antrieb seine Stärken ausspielen kann.

Ziel des Projekts „Dartspitze“ ist es, in der Praxis den Beweis anzutreten, dass ein vollständig elektromagnetisch angetriebenes Nadelverschlussystem mit 32 Kavitäten auf engstem Bauraum heute ohne Probleme machbar ist (Bild 1). Das System soll unter rauen Praxisbedingungen laufen und nicht nur im Labor eines Spritzgießtechnikums. Aus diesem Grund wurden das Produkt, eine 28 mm lange Pfeilspitze (Titelbild), und das 32fach-Werkzeug integraler Bestandteil eines Marketingkonzepts der Hasco Hasenclever GmbH + Co KG. Das Werkzeug wird in den nächsten zwölf Monaten auf ca. 30 Messen und Seminaren rund um den Globus, auf unterschiedlichen Spritzgießmaschinen und mit ständig wechselndem Bedienpersonal Spitzen für

Dartpfeile produzieren. Zur Premiere lief die Form während der NPE in Chicago auf der vollelektrischen Spritzgießmaschine Arburg Allrounder 420 A.

## Produktdefinition und Pflichtenheft

Das geringe Artikelgewicht spiegelt eine typische Aufgabenstellung aus der Praxis wider. Die Pfeilspitze wiegt nur 0,3 g. Die Verweilzeit der Masse im Verteilersystem und in den Düsen muss also berücksichtigt und abhängig vom verarbeiteten Werkstoff kritisch bewertet werden. Auch Scherraten und Druckverlust im System und in den Düsen müssen berechnet und durch eine geeignete konstruktive Gestaltung des Heißkanals im unkritischen Bereich gehalten werden (Bild 2).

Aufgrund der mechanischen Belastungen, die beim Gebrauch auf die Dartspitze einwirken, fiel die Materialwahl auf ein POM. Die Spritzlinge liegen flach in der Formöffnungsebene, und die Formtrennung verläuft längs über Spitze und Gewinde. Die Anspritzposition befindet sich im hinteren, dickwandigen Zapfenbereich. Angespritzt wird jeder Artikel direkt über dem Nadelverschluss. Der Anspritzpunkt soll deutlich und definiert unterhalb des Außendurchmessers des hinteren Zentrierzapfens der Dartspitze liegen. Das absolut gleichmäßige Einspritzen wird dadurch erreicht, dass die Bewegung aller 32 Nadeln während des sich bereits aufbauenden Spritzdrucks abläuft. Die Formgröße war auf  $346 \times 496$  mm begrenzt, damit für die Produktion eine kompakte 100 t-Maschine ausreicht. Um eine möglichst kurze Zykluszeit zu erreichen, wurde die Temperierung besonders sorgfältig

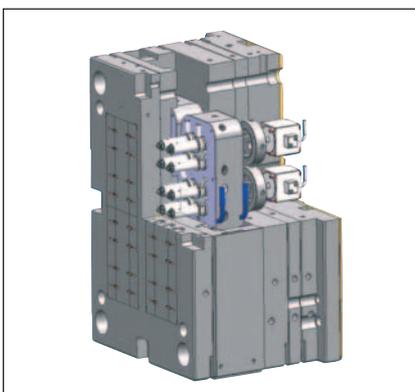


Bild 1. Die Nadelverschlüsse der heißen Seite sind mit elektromagnetischem Antrieb ausgestattet. Das gesamte Projekt wurde innerhalb von neun Wochen realisiert

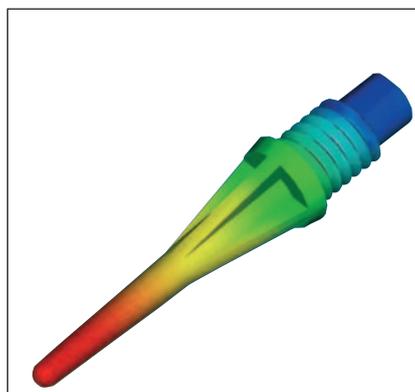


Bild 2. Moldflow-Berechnung: Aufgrund des geringen Formteilgewichts müssen Verweilzeit und Druckbedarf exakt austariert sein

(Bilder: Hasco)

Bild 3. Elektromagnetischer Nadelantrieb Z1081/... mit Düse Z3345/...



ausgelegt. Einfache Wartung und die Möglichkeit zum schnellen Austausch der Verschleißkomponenten waren weitere wichtige Kriterien.

Alle Produktdaten sind in dieser kurzen Aufzählung zusammengefasst:

- Artikel: einschraubbare Spitze für Dartpfeile;
- Material: POM Kepital F30-03 Natur (Hersteller: Tekuma Kunststoff GmbH, Reinbek);

- Batch: Orange AEZ052 (Hersteller: Clariant Masterbatches Deutschland GmbH, Lahnstein);
- Produktabmessungen: L 28 mm, Durchmesser 3,5 auf 4,5 auf 2,5 auf 0,8 mm;
- Artikelgewicht: 0,3 g;
- Toleranzen: eng, Gewinde, Passdurchmesser, gleichmäßiges Produktgewicht;
- technische/optische Ansprüche: minimale Anschnittmarkierung, unterliegend.

Die Rahmenbedingungen für Spritzgießwerkzeug, Maschine und Fertigungsprozess:

- Formgröße: 346 mm × 496 mm;
- Zahl der Kavitäten: 32;
- Produktionsvolumen: theoretisch mehrere Mio. Stück/Jahr;
- angestrebte Zykluszeit: ca. 8 s;
- Balancierung: natürlich, gleichmäßige Füllung aller Kavitäten;
- Direktanbindung auf den Artikel, mit Nadelverschluss.

In Probeläufen wurde die angestrebte Zykluszeit bereits fast erreicht (10 s).

### Heißkanalkonzept und Auswahl der Komponenten

Das Herzstück des Nadelverschlussystems ist der elektromagnetische Nadelantrieb (Bild 3). Jeweils eine elektromagnetische Antriebseinheit bewegt exakt geführte, runde Plattenpakete mit je vier Verschlussnadeln. Insgesamt kommen im System also acht Elektromagnete zum Einsatz (Bild 4). Die Magnete arbeiten mit 24 V Betriebsspannung. Zwei Magnetspulen bewegen den Magnetanker entweder in die vordere oder in die hintere Endlage. Die exakte Nadelposition im

betriebswarmen Zustand wird über einen Verstellmechanismus an der Rückseite des Magneten justiert. Die Magnetantriebe Z1081/... werden über Leistungsteile Z1085/..., die Steuersignale direkt aus der Maschinensteuerung der Spritzgießmaschine erhalten, mit Spannung versorgt. Die robusten Einheiten mit Außenmaßen von 50 × 50 × 60 mm benötigen keinerlei weitere Peripherie und sind preislich mit üblichen Pneumatikantrieben vergleichbar.

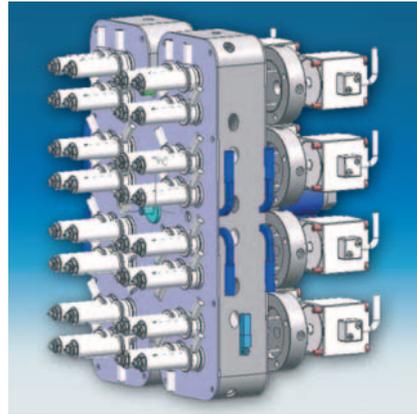
Besonders wichtig bei Formen für hohe Stückzahlen ist ein minimaler Verschleiß des Anschnitts, wie er typischerweise bei Nadelverschlussystemen mit zylindrischen Anschnitten auftreten kann, wenn die Nadel anschnittnah nicht exakt geführt und positioniert wird. Die neuartige Nadelverschlussdüse Z3345/... gewährleistet eine permanente und hochpräzise Positionierung der Nadel im zylindrischen Anschnitt. Der Verschleiß wird somit minimiert, die Kosten für die Formwartung werden insgesamt reduziert.

Da die eingesetzte Nadelverschlussdüse Z3345/... einen Kopfdurchmesser von nur 25 mm hat, eignet sie sich für enge Nestabstände. Mit einem Massekanaldurchmesser von 3,5 mm und einem entsprechend angepassten Nadeldurchmesser wird das Materialvolumen in den 32 Düsen auf ein Minimum reduziert und somit die Verweilzeit der Schmelze im Heißkanal verkürzt. Die Düsen des Typs Z3345/..., die zur Baureihe Techni Shot gehören, zeichnen sich durch ein homogenes Temperaturprofil sowie mühelos austauschbare Spitzen, Heizungen und Thermofühler aus.

Das natürlich balancierte Heißkanalsystem H4010/... lenkt die Schmelze schonend ohne scharfe Ecken und ohne Zonen des Schmelzestillstands auf zwei Ebenen zu den Düsen. Die Kanaldurchmesser des Verteilers wurden bezüglich der Parameter Druckverlust, Scherung und Verweilzeit optimiert. Quadratische flexible Rohrheizkörper, die im Schadensfall einfach und ohne Spezialwerkzeug ausgetauscht werden können, beheizen das System symmetrisch. Im Heißkanal wurden hauptsächlich Standardkomponenten eingebaut, damit die Verfügbarkeit von Ersatzteilen weltweit gesichert ist.

### Von der Formkonstruktion bis zum Systemstart

Das gesamte Projekt wurde innerhalb von neun Wochen realisiert. Die Konstruktion des Spritzgießwerkzeugs sowie der kompletten heißen Seite übernahm Hasco. Das gesamte Werkzeug wurde in 3D So-



**Bild 4.** Das Heißkanalsystem verfügt über 32 Verschlussdüsen, deren Nadeln von acht Elektromagneten angetrieben werden

lid in Unigraphics konstruiert. Besondere Mühe wurde auf die Auslegung und Anordnung der Kühlkanäle verwendet. Separate Kühlkreisläufe in der Aufspannplatte, der Rahmenplatte und der Düsenhalteplatte sowie anschnittnah und in den auswerferseitigen Formeinsätzen sorgen für einen ausgeglichenen Temperaturhaushalt und einen zuverlässigen Produktionsbetrieb. Der Formaufbau wurde aus rostfreiem, vorvergütetem Spezialstahl 1.2099 Hasco.M hergestellt. Dieser

i	Hersteller
<p>Hasco Hasenclever GmbH + Co KG                  Im Wiesental 77                  D-58513 Lüdenscheid                  Tel. +49 (0) 23 51/9 57-0                  Fax +49 (0) 23 51/9 57-237                  www.hasco.com</p>	

Stahl zeichnet sich durch seine hohe Festigkeit und gleichermaßen gute Zerspanbarkeit aus. Das Werkzeug wurde von Hasco Formservice in Schweden hergestellt und im Spritzgießtechnikum in Lüdenscheid auf einer Maschine des Typs Arburg 420 C abgemustert (Bild 5).

Das Heißkanalsystem arbeitete vom ersten Schuss an einwandfrei. Die auswerferseitigen Hinterschnidungen der Artikelkonturen wurden in der Spezialfertigung des Herstellers noch leicht nachgesetzt, um die synchrone Entformung aller Teile zu gewährleisten. Nach der erfolgreichen Musterung wurde das Spritzgießwerkzeug zu Arburg nach Newington (CT), USA, verschickt, wo es ein Anwendungstechniker auf der vollelektrischen Spritzgießmaschine Arburg Allrounder 420 A in Betrieb nahm. Auch hier funktionierte das System auf Anhieb tadellos.



**Bild 5.** Das Werkzeug wurde im Hasco-Technikum in Lüdenscheid abgemustert

Bei einer Düsen- und Heißkanaltemperatur von 210 °C und einer Werkzeugtemperatur von 70 °C auf Düsen- und Auswerferseite produzierte es in einem Zyklus von 8 s präzise geformte Teile.

### Fazit

Das Projekt hat bewiesen, dass auch Multi-Kavitäten-Nadelverschlusswerkzeuge für reine Produktionsumgebungen mit elektromagnetischen Antrieben ausgestattet werden können. Dabei ist die Einfachheit und Robustheit des Antriebssystems ein wesentlicher Vorteil. Deutlich wurde auch, dass ein elektromagnetisches Antriebssystem preislich mit üblichen pneumatischen oder hydraulischen Systemen konkurrieren kann. Das hier beschriebene Werkzeug steht Kunden des Herstellers nach Absprache für Materialtests zur Verfügung. ■

### DER AUTOR

DIPL.-ING. DIRK PAULMANN, geb. 1968, ist bei der Hasco Hasenclever GmbH + Co KG, Lüdenscheid, für den Geschäftsbereich Heißkanaltechnik verantwortlich; dpaulmann@hasco.com

### SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

## Making a Point

*CLEAN-ROOM COMPATIBLE 32-CAVITY NEEDLE VALVE. In developing an injection mould for the tips of darts, the designers reached the limits of current mould technology. The case study describes the mould and hot-runner concept of a 32-cavity application with extremely closely spaced cavities and completely clean-room-compatible electromagnetic valve actuation.*

NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103599** on our website at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)