



FOTOS: FÖHL

# Fertigung von Innengewinden aus Zinkdruckguss durch Einfallkerne

VON HERBERT ZIEGLER UND ULRICH SCHWAB, RUDERSBERG

Die Adolf Föhl GmbH & Co. KG fertigt an drei Standorten im Großraum Stuttgart sowie im Rahmen eines Joint Ventures im chinesischen Shanghai mehrere Hundert Mio. Zinkdruckguss- und Kunststoffspritzgussteile pro Jahr, wobei der Schwerpunkt mit 70 Maschinen beim Zinkdruckguss liegt. Im Kunststoffbereich kommen 30 Maschinen zum Einsatz.

Beim Kunststoffspritzgießen ist die Technik der Einfallkerne schon seit langem verbreitet. Mit diesem speziellen Werkzeug lassen sich im Kunststoff hinterschnittige Konturen aller Art wie bspw. Innengewinde herstellen, die nicht zwangsentformt werden können. Dabei befindet sich auf dem formgebenden Teil des Einfallkernes das in Segmente aufgeteilte po-

sitive Abbild der hinterschnittigen Kontur. Während des Spritzgießens sind die Segmente „entfaltet“, um nach der Erstarrung des Teils wieder in radialer Richtung „einzufallen“ und somit die Entformung zu ermöglichen.

Trotz modernster Maschinen- und Werkzeugtechnologie ist es im Zinkdruckguss bisher nicht gelungen, hinterschnittige Konturen ohne aufwendige Schiebertechologie im Werkzeug oder mechanische Bearbeitungen fertig zu gießen. Auch das sogenannte Ausspindeln eines Gewindes im Druckgießwerkzeug, bei dem nach dem Erstarren des Teils ein formgebender Kern ähnlich einem Gewindeschneider aus dem Gussteil herausgedreht wird, gelingt im Zink aufgrund der möglichen Anhaftungen des Zinks kaum. Im Gegensatz dazu ist dies bei Kunststoffgewinden durchaus verbreitet. Doch die Vielfalt an hinterschnittigen Konturen ist groß und gestat-

tet meistens kein Ausspindeln (Bilder 1, 2 und 3). Aus diesem Grund kommen im Kunststoff sogenannte Einfallkerne zum Einsatz, die auf einem zunächst einfachen Prinzip beruhen.

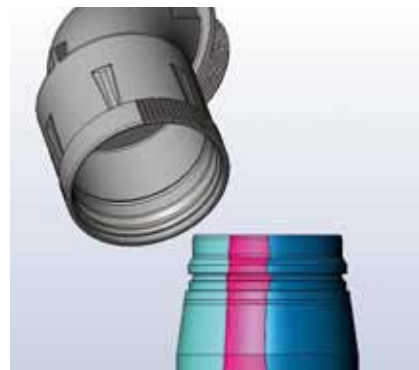


Bild 1: Einfallkern zur Herstellung eines Teiles für Sanitärinstallationen.



Zinkdruckgießmaschinen von Frech bei Föhl in Rudersberg.

## KURZFASSUNG:

Der Zinkdruckguss- und KunststoffspritzgussHersteller Adolf Föhl GmbH & Co. KG, Rudersberg, hat die Technik der sogenannten Einfallkerne vom Kunststoffspritzgießen auf das Zinkdruckgießen übertragen. Bisher können hinterschnittige Konturen bei Föhl nur durch aufwendige Schiebertechnik im Werkzeug oder aber durch mechanische Bearbeitungen hergestellt werden. Selbst ein Ausspindeln eines Innengewindes im Druckgießwerkzeug gelingt bei Zink im Gegensatz zu Kunststoff kaum. Zusammen mit einem Werkzeuglieferanten sowie einem Lieferanten für Einfallkerne wurde für einen sogenannten Messingeinleger ein auf die Belange des Zinkdruckgusses angepasster Einfallkern zusammen mit der entsprechenden Form entwickelt und gebaut. Im Laufe der Entwicklung und Erprobung wurden inzwischen mehr als 30 000 Schuss mit dem Werkzeug gefahren. Die Ergebnisse zeigen, dass mit der Technik des Einfallkernes hinterschnittige Konturen sehr genau und reproduzierbar hergestellt werden können und damit aufwendige mechanische Bearbeitungen entfallen. Dies ergibt klare Kostenvorteile, die im Falle des Messingeinlegers in der Größenordnung von ca. 30 % liegen.

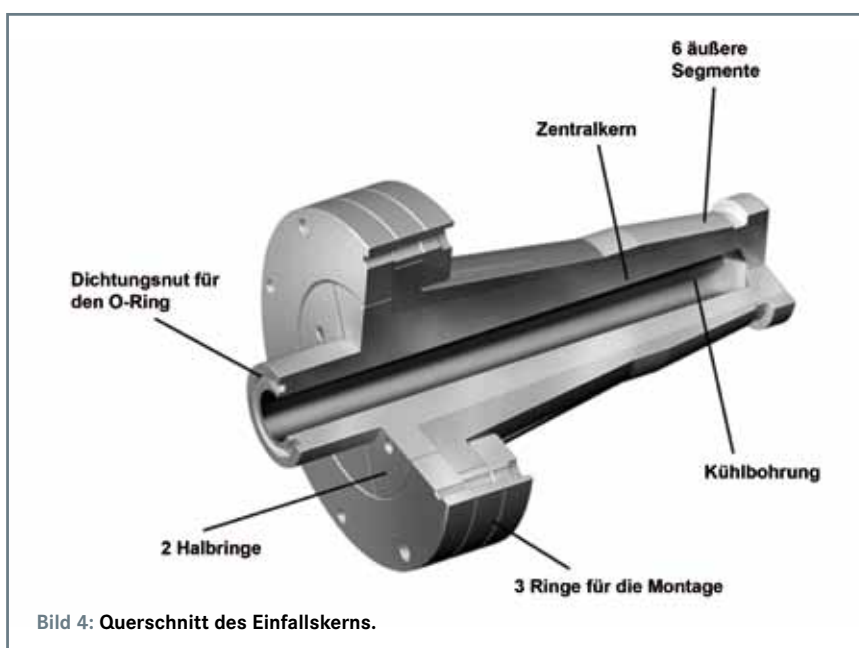


Bild 4: Querschnitt des Einfallkerns.

## Aufbau und Funktion des Einfallkernes

Um einen leicht konischen Zentralkern herum, der mit einer Kühlbohrung versehen ist, sind mehrere äußere Segmente gruppiert, die den eigentlich formgebenden Part

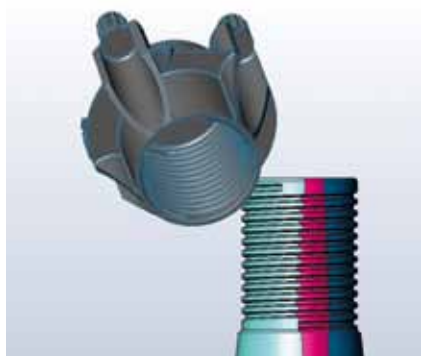


Bild 2: Einfallkern zur Herstellung eines langen, zweigängigen Trapezinnengewindes.

übernehmen (Bild 4). Fährt der Zentralkern ein (Bild 5), dann drückt er die äußeren Segmente radial nach außen. Der Kern entfaltet sich sozusagen und die Segmente bilden nun die Positivform der zu gießenden oder zu spritzenden Kontur. Nach dem Erstarren des Bauteils wird der inne-



Bild 3: Gewinde mit Stegen auf der Stirnseite.

re Kern herausgezogen und nimmt dabei die äußeren Segmente mit, sodass diese wieder radial nach innen einfallen (Bild 6). Nun kann das Werkstück ohne mit dem Kern zu kollidieren aus der Form entfernt werden.

So einfach das Prinzip klingt, so schwierig ist seine Umsetzung in der Praxis. Die Einfallkerne müssen speziell für den Einsatzfall konstruiert und gebaut werden, um im Alltag den verschiedenen Anforderungen gewachsen zu sein. Neben einer zeichnungsgerechten und reproduzierbaren Kontur am Teil geht es hierbei auch um Fragen der Standzeit und somit der Wirtschaftlichkeit. Um all dem gerecht zu werden, musste im Laufe der Zeit viel Know-how von den Kernherstellern gesammelt werden. Dabei spielen Fragen der konstruktiven Auslegung des Kerns, der eingesetzten Materialien und Oberflächen sowie eine ausgeklügelte und hochpräzise Her-



**Bild 5:** Um den konischen Zentralkern des Einfallkerns herum sind mehrere äußere Segmente gruppiert.



**Bild 6:** Fährt der Zentralkern ein, drückt er die äußeren Segmente radial nach außen.



**Bild 7:** Pro Pressluftverteiler werden 4 bis 5 Messing- und Zinkeinsätze benötigt.



**Bild 8:** a) Messing- und Zinkeinsatz mit Innengewinde, mechanisch hergestellt, Preis: 0,32 Euro/Stück; b) Zinkeinsatz mit Innengewinde, fertig gegossen und beschichtet.

stellung die Hauptrolle. Selbstverständlich funktioniert auch das nur mit einem entsprechend geeigneten und auf den Kern abgestimmten Zink-Druckgießwerkzeug.

Speziell bei Zink wird ein Einfallkern extremen Belastungen ausgesetzt, da beim Zinkdruckgießen im Vergleich zum Kunststoffspritzgießen noch weitere Erschwernisse vorliegen:

- > hohe Temperaturen, ca. 420 °C;
- > hohe Anschnittgeschwindigkeiten bis 60 m/s und demzufolge hohe Strömungsgeschwindigkeiten in der Form;
- > extrem kurze Formfüllzeiten im Bereich von 10 bis 30 ms;
- > Neigung des Zinks zum Anhaften und somit Einsatz von Trennmitteln.

### Werkstück, Herstellung

Als Werkstück für die Erprobung bot sich ein aus Messing gefertigtes Einlegeteil an, welches in einem Pressluftverteiler (**Bild 7**) je nach Ausführung 4 bis 5 mal vorhanden ist. Das Teil wird bei der Herstellung des Verteilers mit Kunststoff umspritzt und kostet in der Messing-Ausführung ca. 0,32 Euro/Stück. Die Außenkontur ist sechseckig (**Bild 8a**) mit einem Maß von ca. 25 mm, die Teillänge beträgt 14 mm und im Innern findet sich als Anschlussmöglichkeit ein metrisches Innengewinde mit 10 mm Länge und einer Steigung von 1,5 mm. Die Genauigkeitsanforderungen an das Gewinde sowie an die wesentlichen Funktionsmaße liegen im Bereich weniger Hundertstel.

In der Zinkausführung wurde die Geometrie des Teils im Wesentlichen übernommen, lediglich der Sechskant am Außendurchmesser entfiel (**Bild 8b**). In der Messingvariante wird das Teil rein mechanisch von der Stange gefertigt und anschließend gereinigt. Ohne Einfallkern wäre für die Ausführung als Zinkdruckgussteil ein relativ aufwendiger Fertigungsablauf vom Gießen und Angusstrennen über das Kugelstrahlen und die Gewindeherstellung bis zum Waschen, Trocknen und Beschichten notwendig, der vermutlich keine Kostenvorteile ergeben würde. Mit Einfallkern ergibt sich hingegen ein verkürzter Ablauf bestehend aus den drei Fertigungsschritten Fertiggießen mit Innengewinde, Kugelstrahlen und Beschichten. Dieser Fertigungsprozess verspricht bei grober Kalkulation einen Kostenvorteil.

### Werkzeug, Gießprozess

**Bild 9** zeigt das speziell für dieses Teil und diese Technologie gebaute Werkzeug aufgeklappt. Gewählt wurde ein Werkzeug mit zwei Kavitäten, auf der Auswerferseite sind die beiden Einfallkerne zu erkennen.



Bild 9: Zwei-Kavitäten-Werkzeug mit eingebauten Faltern.

### Erkenntnisse

Ein wesentliches Problem ergibt sich aus der Tatsache, dass eine Expansion der Einfalkernsegmente um einige Zehntelmillimeter einen Hub des inneren Kernes um Zig-Millimeter erfordert. Da dieser Hub letztendlich von der Maschine ermöglicht

werden muss, kam eine DAW 80 der Oskar Frech GmbH + Co. KG, Schorndorf, zum Einsatz. Rein gießtechnisch betrachtet eine überdimensionierte Maschine, für das Teil hätte von der Gießleistung her auch eine DAW 20 genügt, die aber nicht den nötigen Hub zur Verfügung stellt. Hier ist zweifellos ein Optimierungspotential vorhanden,

da die größere Maschine zwangsläufig auch einen höheren Stundensatz bedingt.

Insgesamt wurden ca. 30 000 Schuss mit dem Werkzeug und dem Kern gefahren, wobei sich die Probleme weniger am Teil und seiner Qualität als vielmehr im Verfahrensablauf ergaben. Insbesondere muss nach dem Umrüsten bzw. beim Neustart der Maschine nach Unterbrechungen darauf geachtet werden, dass eine genaue Abfolge einzelner Schritte eingehalten wird, um Beschädigungen des Kernes oder gar einen Totalverlust zu vermeiden. Die erreichte Standzeit beträgt bis jetzt 30 000 Schuss, wobei von einer Gesamtstandzeit von ca. 100 000 Schuss ausgegangen wird.

Am Teil selbst konnten die geforderten Genauigkeiten im Bereich von  $\pm 0,02$  mm eingehalten werden und es ergaben sich keine Probleme bzgl. zu großer Gratbildung oder anderer attributiver Gießfehler.

Allgemein gesagt können aus heutiger Sicht Innengewinde mit einem Durchmesser von minimal ca. 14 mm gegossen werden, der maximale Durchmesser liegt bei ca. 40 mm und die Gewindelänge bei ca. 30 mm, das Hinterschnittverhältnis liegt bei ca. 12 bis 17 %.

*Herbert Ziegler und Ulrich Schwab, Adolf Föhl GmbH & Co. KG, Rudersberg*