

LED-Vorsatzlinsen sind ein klassisches Produkt für Spritzprägeprozesse
(Bilder: Arburg)

Prägende Erfahrung

Prozessauslegung. Beim Hauptachsenprägen wird immer wieder kontrovers diskutiert, welcher Werkzeugtyp – hydraulisch oder mit Federkraft beaufschlagter Kavitätenrahmen – im Einzelfall zur Anwendung kommen soll. Es empfiehlt sich in jedem Fall, die Argumentation auf das Produkt und die Prozesstechnik zu konzentrieren.

ROLF-UWE MÜLLER

Bei einem gefederten Kavitätenrahmen wird in der Werkzeugbemusterungsphase die Federkennlinie des Federpakets über den Prägehub ermittelt. In der Praxis sind nahezu lineare wie auch stark progressive Kennlinien zu finden [1]. Die Kennlinie beeinflusst bzw. bestimmt teilweise die Prozessführung.

Bei einem Mehrkavitäten-Spritzprägewerkzeug mit hydraulisch beaufschlagtem Kavitätenrahmen (Bild 1) ist das Anguss-Verteilersystem in den Kavitätenrahmen eingebracht. Im Bereich der Kavitäten tauchen die Prägestempel durch den Kavitätenrahmen hindurch. Durch den Prägevorgang mit der Maschinenhauptachse wird das Werkzeug zugefahren. Die Prägekerne erzeugen dabei den Nachdruck direkt in der Kavität.

Damit gehen bestimmte Anforderungen an die Kernzughydraulik bzw. den Kavitätenrahmen einher:

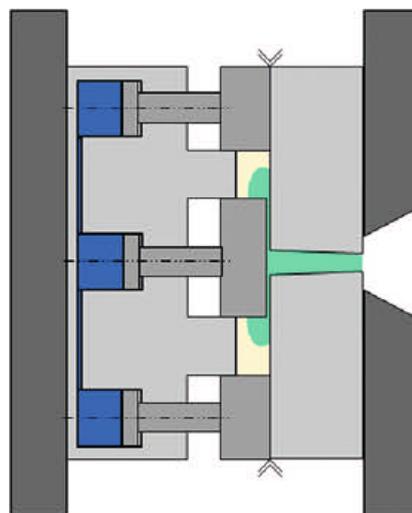


Bild 1. Prinzipskizze eines Prägewerkzeugs mit hydraulisch beaufschlagtem Kavitätenrahmen (blau = Hydrauliköl)

- Der Kavitätenrahmen muss gegenüber den Prägekerne beim Anfahren der Präge-Startposition eine Relativbewegung ausführen.
- Die Zuhaltekraft in der Haupttrennebene muss während der Einspritzphase aufgebaut werden.

- Die Zuhaltekraft muss während der Prägephase mit der Maschinen-Hauptachse (Schließenheit) aufrecht erhalten werden.
- Die Hydraulik muss vor dem Werkzeugöffnen drucklos geschaltet werden.

Grundlagen zur Ermittlung der erforderlichen Zuhaltekräfte sind wirksame Auftreibkräfte in der Einspritzphase sowie wirksame Auftreibkräfte in der Prägephase bei materialtypischen Innendruckwerten.

In der Phase der Werkzeugkonstruktion wird die Größe des Hydraulikzylinders festgelegt. Es können auch mehrere Zylinder parallel zum Einsatz kommen.

Begrenzter Prägehub, temperierte Hydraulikzylinder

Im Werkzeug-Begleitbuch ist in der Regel eine grafische Darstellung des ausgelegten Arbeitsbereichs zu finden, woraus der Maschineneinsteller den erforderlichen Kernzugdruckbereich sowie den konstruktiv geplanten Prägekraftbereich ablesen kann (Bild 2). Zu beachten ist, dass

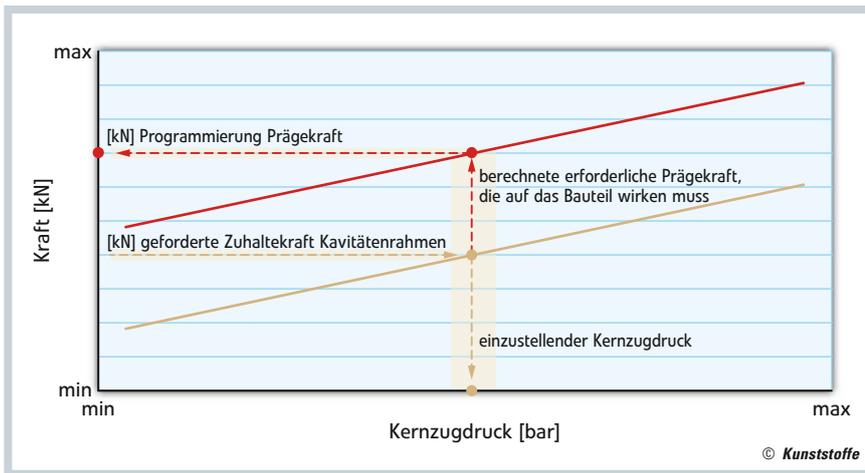


Bild 2. Die Werkzeugenndaten veranschaulichen beispielhaft die Abhängigkeit der Zuhaltekraft vom Kernzug-Hydraulikdruck

es sich hierbei um Richtwerte handelt, die ein sicheres Anfahren des Spritzprägewerkzeugs gewährleisten sollen.

Der Prägehub ist bei einem hydraulisch beaufschlagten Kavitätenrahmen im Grunde durch den Hub der Hydraulikzylinder begrenzt. In der Regel begrenzt jedoch der Konstrukteur den maximalen Hub auf einen prozesstechnisch sinnvollen Bereich.

In der Praxis kommen einfach wirkende ebenso wie zweifach wirkende Hydraulikzylinder zum Einsatz. Die Hydraulikzylinder müssen thermisch vom Werkzeug isoliert bzw. temperiert werden, um die maximal zulässige Temperatur des Maschinenhydrauliköls nicht zu überschreiten. Die Differenz zwischen der Werkzeugtemperatur und der zulässigen maximalen Öltemperatur bewegt sich bei optischen Anwendungen typischerweise im Bereich von 60 bis 100 K. Falls mehrere Hydraulikzylinder verwendet werden, ist darauf zu achten, dass die Ansteuerung exakt symmetrisch ausgelegt ist, um ein synchrones Fahren der Zylinder zu ermöglichen.

Die bei der Befüllung des Hydrauliksystems mit Hydrauliköl verbleibende Restluft kann die Erstinbetriebnahme des Werkzeugs gefährden. Hieraus leitet sich die Forderung ab, jeden Einzelzylinder entlüften zu können. Ein gutes thermisches Management in Verbindung mit einem Hydraulikentlüftungssystem ist die beste Voraussetzung für die erfolgreiche Werkzeuginbetriebnahme sowie einen langfristig stabilen Produktionsprozess.

Analogue zur Federkennlinie bei einem gefederten Kavitätenrahmen [1] werden bei der Inbetriebnahme eines Spritzprägewerkzeugs mit einem hydraulisch beaufschlagten Kavitätenrahmen im Ma-

schinentrockenlauf sogenannte Kraftkennlinien aufgezeichnet. In einem Musterbeispiel wurden vier unterschiedliche Hydraulikdrücke eingestellt (Bild 3). Dabei zeigt sich, dass die Kraftkennlinien Geraden mit der Steigung Null sind. Folglich steht – im Gegensatz zu mit Federkraft beaufschlagten Systemen – der gesamte Prägehub für den Prozess zur Verfügung.

! Fortsetzung

Über das Hauptachsenprägen

Zum Thema „Spritzprägewerkzeuge mit Kavitätenrahmen“ befasst sich dieser Artikel ausschließlich mit der Funktionalität von Spritzprägewerkzeugen mit hydraulisch beaufschlagten Kavitätenrahmen. Mit Federkraft beaufschlagte Kavitätenrahmen bei Spritzprägewerkzeugen wurden bereits in einem vorangegangenen Fachbeitrag beleuchtet [1].

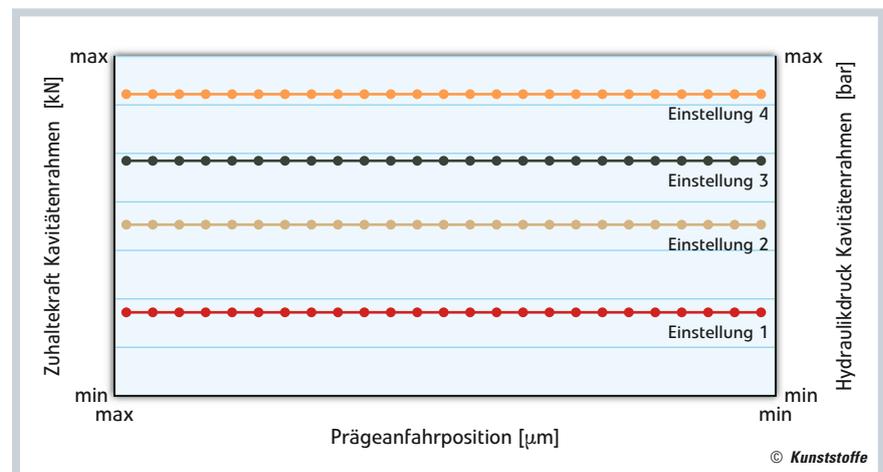


Bild 3. Zuhaltekraft des Kavitätenrahmens über den verfügbaren Prägehub in Abhängigkeit vom Hydraulikdruck. Die Kraftkennlinien sind Geraden mit der Steigung Null, folglich steht der gesamte Prägehub für den Prozess zur Verfügung

Die Zuhaltekraft des Kavitätenrahmens lässt sich während des Prozesses durch Verstellung des Hydraulikdrucks verändern.

Hydraulik versus Federsysteme

Welches der beiden Systeme – hydraulisch oder gefedert – im Einzelfall zur Anwendung kommen soll, wird immer wieder kontrovers diskutiert. Die Hydraulik hat dort Vorteile, wo hohe Zuhaltekräfte benötigt werden. In der Regel wiegen sich jedoch die Argumente beider Seiten auf (Tabelle 1). Es empfiehlt sich in jedem Fall, die Argumentation auf das Produkt und die Prozesstechnik zu konzentrieren. Kernpunkte sind hier:

- die Einstellbarkeit der Zuhaltekraft des Kavitätenrahmens und
- das Öffnungsverhalten des Kavitätenrahmens.

Eines der Hauptargumente für den hydraulisch betätigten Kavitätenrahmen ist, dass dieser vor dem Öffnen des Werkzeugs drucklos geschaltet werden kann und somit das Werkzeug zuerst in der Haupttrennebene öffnet. Der Zustand des Systems Prägestempel, Kavitätenrahmen und Spritzteil wird somit vor dem Öffnen eingefroren. Das ist bei gefederten Kavitätenrahmen nicht der Fall. Durch das Öffnen des Werkzeugs in der Nebentrennebene muss mit Relativbewegungen der Elemente zueinander gerechnet werden. Bei speziellen Bauteilen kann das zu Entformungsproblemen bzw. zu Deformationen der Spritzgussteile in der Öffnungsphase führen.

Dass gefederte Kavitätenrahmen stärker verbreitet sind als hydraulisch betätigte Kavitätenrahmen, liegt in der einfacheren Werkzeugbauweise sicherlich ebenso

begründet wie in dem Umstand, dass sie von der Spritzgießmaschinenhydraulik unabhängig arbeiten.

Erforderliche Maschinenausrüstung

Um den hydraulischen Kavitätenrahmen anzusteuern, wird die Kernzugsteuerung der Spritzgießmaschine genutzt. Wegen der Ölolumenverschiebung in der Prägephase darf das Hydrauliköl in dieser Prozessphase nicht eingeschlossen sein. Geregelt Kernzugsysteme erfüllen diese Anforderung.

Werkzeuge mit hydraulisch beaufschlagtem Kavitätenrahmen können generell auch auf elektrischen Spritzgießmaschinen wie den Allroundern der Baureihe Alldrive betrieben werden – sofern die Option Kernzugsteuerung vorhanden ist. Die integrierte Kleinspeicherhydraulik macht ein separates Hydraulikaggregat überflüssig. Die Kernzugsteuerung einschließlich der zugehörigen Qualitätsüberwachung ist vollständig in die Maschinensteuerung (Selogica) integriert und erlaubt somit eine maximale Prozesskontrolle.

Fazit

Beim Spritzprägen mit der Maschinehauptachse werden hauptsächlich Spritzprägewerkzeuge mit einem sogenannten

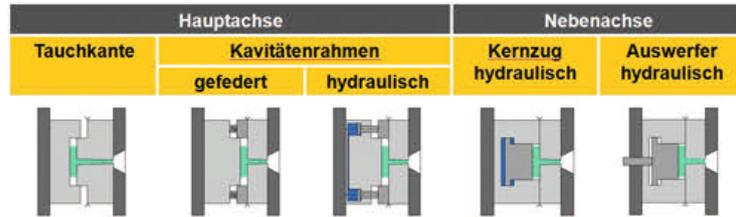
! Verfahrenstechnik

Die Konstruktion des Prägewerkzeugs gibt die maschinen-seitige Prägefunktion vor. Um ein variables Kavitätstypen zu realisieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Bezugnehmend auf die Maschinenbewegungen wird in der Werkzeugtechnik zwischen zwei Verfahren unterschieden.

nach außen ab. Angedrückt wird der Prägerahmen entweder über Federkraft oder hydraulisch. Das Hauptachsenprägen ist besonders für flächige Bauteile mit gleichmäßiger Wanddicke geeignet. Hinterschnitte oder Durchbrüche quer zur Prägerichtung sind hingegen problematisch. Da-

halb ist das Prozessfenster beim Prägen von Teilflächen mit der Hauptachse sehr eingeschränkt.

Beim **Nebenachsenprägen** werden die Auftriebskräfte hingegen von der Zuhaltkraft aufgenommen. Deshalb eignet sich dieses Verfahren besonders für das Prägen von



Beim **Hauptachsenprägen** wird die Prägebewegung über die Schließeinheit realisiert. Die Kavität kann dabei über eine präzise gearbeitete Tauchkante oder alternativ über einen axial beweglichen Prägerahmen abgedichtet werden. Bei noch nicht vollständig geschlossenem Werkzeug liegt dieser bereits an der Trennebene an und dichtet die Kavität

rüber hinaus erlauben Werkzeugkonzepte mit Prägerahmen auch das Prägen von Teilflächen. Die dabei in den nicht geprägten Bereichen im Bauteil wirkenden Auftriebskräfte müssen vom Prägerahmen aufgenommen werden. Dessen via Federkraft oder hydraulisch erzeugte Andruckkraft ist im Vergleich zur Zuhaltkraft deutlich geringer. Des-

Teilflächen. Die Prägebewegung wird dabei über Stempel innerhalb der Kavität realisiert. Dazu werden die Kernzugfunktionen oder der Auswerfer genutzt. Das Prägen über die Schließeinheit bietet jedoch im Vergleich zu Stempeln im Werkzeug den Vorteil von zehnmal höheren Kraftreserven.

➔ www.arburg.com

Hydraulischer Kavitätenrahmen	Gefederter Kavitätenrahmen
Hydraulikentlüftung erforderlich	
Thermische Belastung des Öls zu beachten	
Komplexere Programmierung im Maschinenablauf	Einfachere Programmierung, nur Prägesymbole erforderlich
Zuhaltkraft in der Haupttrennebene kann durch den Hydraulikdruck variiert werden	Zuhaltkraft in der Haupttrennebene ist durch eingebaute Federn gegeben
Geregelte Kernzugfunktion erforderlich	
Zusätzliches Druckbegrenzungsventil erforderlich	Werkzeug öffnet zuerst in der Nebentrennebene
Potenzielle Gefahr von Öldämpfen nicht auszuschließen	Potenzielle Gefahr der Federermüdung oder des Federbruchs

Tabelle 1. Die Argumente für und gegen hydraulisch bzw. mit Federkraft beaufschlagte Systeme wiegen sich in etwa auf

Kavitätenrahmen verwendet. Die Kavitätenrahmen werden mit Federkraft oder mit Hydraulikdruck beaufschlagt und erzeugen dadurch die beim Prägen erforderliche Zuhaltkraft in der Haupttrennebene des Werkzeugs.

Gefederte und hydraulische Systeme bestehen am Markt nebeneinander. Die Argumente, die für und gegen jedes der

beiden Systeme sprechen, sollten ausschließlich unter prozesstechnischen Gesichtspunkten betrachtet werden. Hydraulische Kavitätenrahmen erfordern eine in die Steuerung der Spritzgießmaschine voll integrierte geregelte Hydraulikschnittstelle. Für die professionelle Inbetriebnahme eines Spritzprägewerkzeugs müssen in jedem Fall die er-

forderlichen Prägekräfte sowie die Charakteristik der Kavitätenrahmen bekannt sein. ■

LITERATUR

- 1 Müller, R.-U.: „Prägen nicht erfolgreich“. Kunststoffe 103 (2013) 1, S. 36–39

DER AUTOR

DIPL.-ING. (FH) ROLF-UWE MÜLLER, geb. 1961, ist bei der Arburg GmbH + Co KG, Loßburg, in der anwendungstechnischen Beratung mit Schwerpunkt Optik tätig.

SUMMARY IMPRESSIVE EXPERIENCE

PROCESS DESIGN. Controversial discussions are heard time and again as to which mold type – hydraulic or spring-loaded cavity frame – should be used in a particular case for injection compression molding with the main machine axis. It is well worthwhile in all cases to focus the arguments on the product and the process technology.

Read the complete article in our magazine *Kunststoffe international* and on www.kunststoffe-international.com