

Technologiekoooperation für das Spritzprägen von Dünnwandverpackungen

Dünnere Verpackungen ohne Qualitätsverlust

Wegen der zunehmend strengeren Umweltvorschriften sollen Verpackungen dünner werden. Dadurch lassen sich sowohl Material als auch Gewicht einsparen. Das Spritzgießen kommt dabei jedoch mittlerweile an seine Grenzen. Weitere Reduzierungen der Wanddicken verspricht hingegen das Spritzprägen. Die beiden Unternehmen Sabic und Netstal haben in einem gemeinsamen Anwendungszentrum für Dünnwandverpackungen die Materialien, Maschinen und Prozesse des Verfahrens optimiert.

Echter Fortschritt braucht die Zusammenarbeit von Partnern. Deutlich bemerkbar ist das gerade im Verpackungsbereich, in dem das herkömmliche Spritzgießen bei der Reduzierung der Wanddicken an seine Grenzen stößt. Richtungsweisende Dünnwandtechnologien müssen Material- und Energieeinsparungen liefern, ohne dass dadurch Abstriche bei der mechanischen Leistungsfähigkeit und der Ästhetik entstehen.

Im Anwendungszentrum für Dünnwandverpackungen im schweizerischen Näfels haben der Kunststoffhersteller Sabic und der Spritzgießmaschinenhersteller Netstal ihre Material- und Verarbeitungsexpertise gebündelt. Ziel ist es, die Technologie des Spritzprägens (Injection Compression Molding, ICM) auf Dünnwandverpackungen zu übertragen. Das eröffnet Möglichkeiten für weitere Wanddicken- und Gewichtsreduzierungen bei niedrigeren Spritzdrücken, geringeren Schließkräften und kürzeren Zykluszeiten. Das entspricht auch den zunehmenden Forderungen von Regulierungsbehörden, Markeninhabern und Verbrauchern nach Verpackungen, die für weniger Abfall sorgen und gleichzeitig eine sehr hohe Produktsicherheit, ansprechende Ästhetik sowie Kreislaufeignung und Wirtschaftlichkeit bieten.

Materialvielfalt erschwert die Übertragung

Das Spritzprägen ist ein gängiges Verfahren zur Fertigung von Fahrzeug- oder optischen Bauteilen. Die Übertragung auf Dünnwandverpackungen stellt jedoch aufgrund der unterschiedlichen Materialien sowie Werkzeug- und Maschineneinrichtungen für die Vielzahl der Anwendungen und Produktformen im Verpackungsbereich eine Herausforderung dar. Einige Beispiele dafür sind Eimer für Lebensmittel und Non-Food-Produkte und Behälter für Molkereiprodukte, Fleisch, Gemüse, Kühl- und Gefrierwaren, die alle jeweils eine sehr spezifische und integrierte Herangehensweise erfordern.

Typische Materialien in diesen Bereichen sind PP-Homopolymere sowie PP-Random- und schlagzähmodifizierte Copolymere mit erhöhten Fließfähigkeiten von MFI 50 (g/10 min) und höher. Die Materialentwicklung für ICM-Anwendungen ist darauf ausgerichtet, Einschränkungen bei den Viskositäten zu überwinden, während sie gleichzeitig den Einsatz von Polymeren mit MFI 20 oder niedriger ermöglicht.

Neben den Materialien spielt auch die Spritzgießmaschine eine entscheidende Rolle, da sie einen schnellen, zuverlässigen und wiederholgenauen Prozess mit intuitiver und sicherer Bedienbarkeit gewährleisten muss. Die aXos-Steuerung der Netstal-Maschinen sorgt für eine geführte und zügige Einstellung der Prozessparameter, was für die Umsetzung kosteneffizienter ICM-Lösungen für Dünnwandverpackungen entscheidend ist. Zur weiteren Optimierung des Verfahrens haben die Partner zudem in ein Spritzgießwerkzeug für Forschungszwecke investiert, das typische Konstruktionsmerkmale für Dünnwandverpackungen aufweist. Mit diesem Werkzeug lassen sich variable Wanddicken umsetzen. In-Mold-Sensoren an unterschiedlichen Positionen ermöglichen es, die Anforderungen des Spritzprägens im Vergleich zum normalen Spritzgießen zu beurteilen. Dieser integrierte Ansatz hat zu Material-, Anlagen- und Designempfehlungen geführt, die dabei helfen, das Wanddicken- und Gewichtsreduzierungspotenzial ICM-gefertigter Verpackungsanwendungen zu maximieren.

Die meisten dünnwandigen Verpackungsanwendungen haben ein sehr großes Fließweg/Wanddicken-Verhältnis. Der Trend geht dahin, dieses Verhältnis bis auf 1:350 und noch höher zu steigern. Jedoch werden dabei die Grenzen des herkömmlichen Spritzgießens überschritten oder es reduzieren sich die mechanischen Eigenschaften der Verpackungen. Demgegenüber ermöglicht die ICM-Technologie weitere Wanddickenreduzierungen oder längere Fließwege durch Nutzung des Prägehubs (**Bild 1**).

Im Vergleich zum Spritzgießen wird der Zyklus um einen Prägeschritt erweitert, mit dem sich die Wanddicke und das

	Netstal-Spritzprägeverfahren	Standard-Spritzgießen
Maschinentyp und -größe	Elion 4200	Elios 5500
Erforderliche Schließkraft	3800 kN	5000 kN
Stückgewicht	7,50 g	9,00 g
Gewichtseinsparung	16,7 %	
Materialeinsparung	144 t/a	

Tabelle. Einsparpotenzial für Schließkraft, Gewicht und Material beim Spritzprägen eines Deckels mit 8+8-fach-Etagenwerkzeug Quelle: Netstal

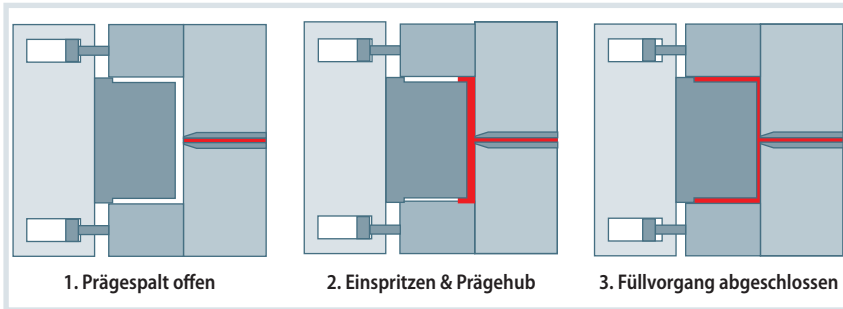


Bild 1. Spritzprägesequenz (von links):

- 1) Werkzeug noch leicht geöffnet (Prägespalt);
- 2) Schmelze beginnt die Kavität zu füllen, während die Schließeinheit einen Prägehub durchführt, um das Werkzeug vollständig zu schließen;
- 3) Füllvorgang abgeschlossen

Quelle: Sabic; Grafik: © Hanser

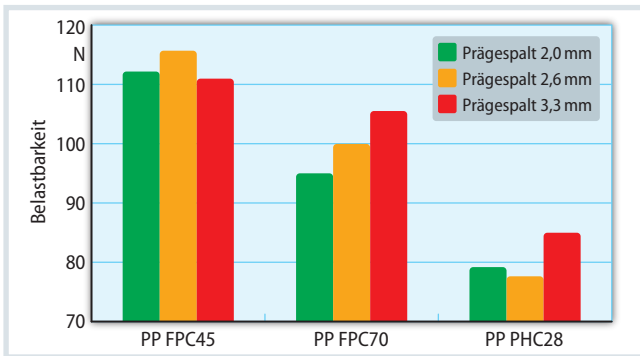


Bild 2. Belastbarkeit abhängig von unterschiedlichen Materialien und spezifischen Prägespalteinstellungen: Je nach Material führt die Größe des Prägespalts zu unterschiedlichen Belastbarkeiten.

Quelle: Sabic; Grafik: © Hanser

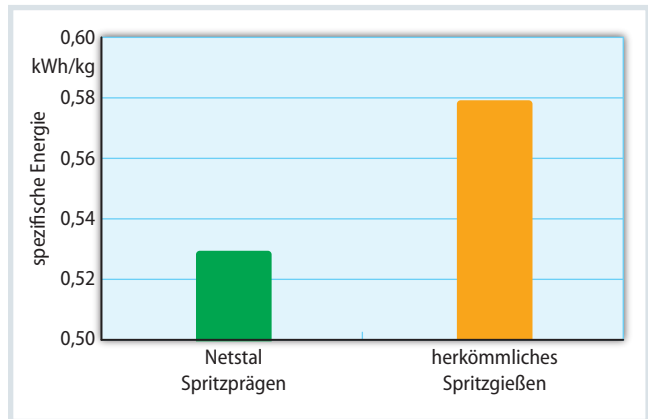


Bild 3. Das Spritzprägen bietet im Vergleich zum herkömmlichen Spritzgießen ein großes Energieeinsparpotenzial. Quelle: Sabic; Grafik: © Hanser

Gewicht von Dünwandverpackungen weiter reduzieren lassen. Das Werkzeug verfügt über einen speziellen Prägerahmen, sodass der Einspritzvorgang schon bei noch leicht geöffnetem Werkzeug beginnen kann. Bezeichnet wird das als Prägespalt. Die Schmelze beginnt dann, die Kavität zu füllen, während die Schließeinheit parallel dazu einen zeitgesteuerten Prägehub ausführt, um den Spalt zu schließen und das Formteil komplett zu füllen. Durch den zusätzlichen Prägeschritt kommt es nicht zu einer Zykluszeitverlängerung.

Gewichtsreduzierung um bis 30 %

Versuche im Anwendungszentrum für Dünwandverpackungen in Näfels haben gezeigt, dass sich daraus in Kombination mit geeigneten Materialien sowie optimierter Werkzeug- und Anwendungskonstruktion deutliche Vorteile ergeben. Im Fall eines Trinkbechers für den Onboard-Service in Flugzeugen wurde festgestellt, dass der Spritzdruck bei dem Verfahren im Gegensatz zum Spritzgießen um bis zu 50 % reduziert werden kann. Eine potenzielle Wanddicken- und Gewichtsreduzierung um 20 % ist möglich.

Bei genauerer Betrachtung der Unterschiede konnte die Wanddicke des Bechers im normalen Spritzgießverfahren auf 0,35 mm verringert werden, während der ICM-Prozess eine weitere Reduzierung auf 0,28 mm ergab. Der spritzgegossene Becher kommt auf ein Gewicht von 6,5 g, der spritzgeprägte auf 5,2 g. Beim Servieren eines Getränks fallen die 1,3 g nicht weiter auf. Durch die Gewichtsreduktion ergibt sich in der Produktion des Bechers jedoch bei einem Werkzeug mit vier Kavitäten eine jährliche Materialeinsparung von 40 t. Zusätzliche Vorteile sind eine höhere Belastbarkeit und Schlagzähigkeit des Bechers sowie die Möglichkeit, Materialien mit niedrigerem MFI einzusetzen (**Bild 2**).

Netstal hatte eine erste industrielle Umsetzung seiner ICM-Technologie auf der Fakuma 2015 vorgestellt. Dort wurden mit einem 4+4-fach-Etagenwerkzeug Margarinebecher gefertigt. Die Vorteile der Technologie – geringere Schließkraftanforderungen, 20 % Gewichtseinsparung und längere Werkzeuglebensdauer – gelten noch immer. Durch Weiterentwicklung von Materialien und der Prozesssteuerung kann die Wanddicke mittlerweile um bis zu 30 % reduziert werden. Der mögliche Einsatz einer kleineren Maschine sorgt zudem für deutliche Energieeinsparungen (**Bild 3**).

Die **Tabelle** fasst die potenzielle Reduzierung von Schließkraft, Gewicht und Materialverbrauch für das Spritzprägen einer Deckelanwendung in einem 8+8-fach-Etagenwerkzeug zusammen. Der geringere Spritzdruck und leichtere Teile waren die augenscheinlichen Vorteile. Weniger eingefrorene Spannungen minimieren außerdem die Verzugsneigung und »

ERGE Elektrowärmetechnik - Franz Messer GmbH
 91220 Schnaittach - Hersbrucker Straße 29-31
 Tel. +49/9153/921-0 Fax +49/9153/921-117
 www.erge-elektrowaermetechnik.de
 mail: verkauf@erge-elektrowaermetechnik.de

Besuchen Sie uns in Halle 11, Stand 11 E59

HEIZEN - HEATING - CHAUFFAGE

REGELN - CONTROLLING - REGLAGE

TROCKNEN - DRYING - SECHAGE

ELEKTROWÄRMETECHNIK FRANZ MESSER GMBH

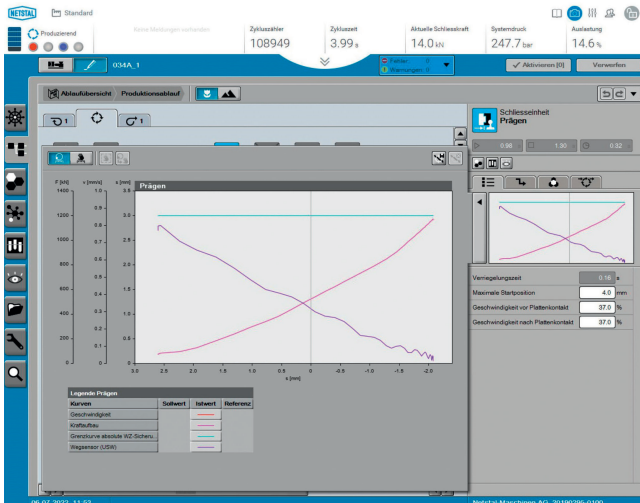


Bild 4. Netstal hat die aXos-Steuerung seiner Spritzgießmaschinen speziell um Bildschirmlösungen zum Einstellen von Spritzprägeparametern wie der Schließkraft erweitert. © Netstal

ermöglichen einen flacheren Deckel – ein bedeutendes Qualitätsmerkmal.

Durch die Kooperation konnte Netstal außerdem neue Maschinen- und Prozesssteuerungsfunktionen bei seinen Maschinen einführen. Verpackungskunden und Spritzgießer können sie bereits nutzen. Durch diese konnten Steuerungsanforderungen umgesetzt werden, die das volle Potenzial des ICM-Verfahrens für Dünnwandverpackungen erschließen.

Zur zweckmäßigen Einstellung der ICM-Prozessparameter benötigt das Bedienpersonal etwa Funktionen, die in den Steuerungen konventioneller Spritzgießmaschinen normalerweise nicht zur Verfügung stehen. Als Teil seiner aXos-Steuerung

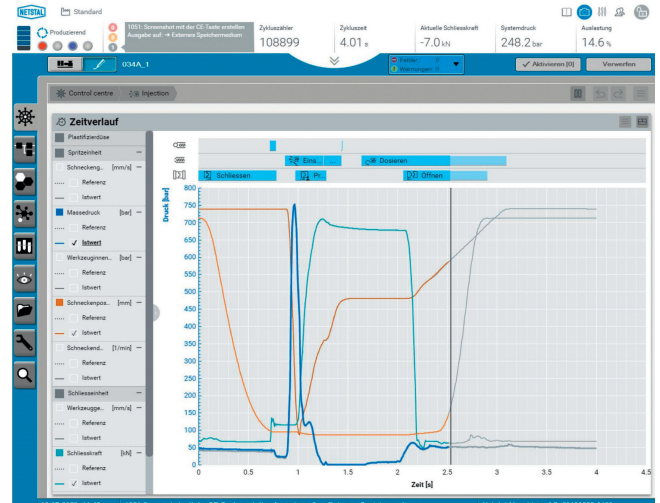


Bild 5. Mit dem Ablaufdiagramm können kritische Prozessparameter visualisiert und die optimalen Parametereinstellungen für das Spritzprägen bestimmt werden. © Netstal

bietet Netstal mehrere Bildschirmlösungen zur Auswahl. Die Einstellung ICM-spezifischer Parameter, wie die erforderliche Schließkraft, sind dadurch möglich. (Bild 4).

Spritzgießmaschinen sind üblicherweise so konzipiert, dass sie gleichmäßige Schließ- und Zuhaltekräfte aufbringen, wenn das Werkzeug geschlossen wird. Der andere Ablauf der Schließphase (Bild 1) beim Spritzprägen erforderte maßgeschneiderte Steuerungsfunktionen. Deshalb passt sich ein spezieller Produktionsmodus der aXos-Steuerung im Hintergrund an die ICM-Prozessanforderungen an. Das modifizierte Steuerungssystem erlaubt es, dass die Prägegeschwindigkeit um bis zu 30 % erhöht werden kann.

Kritische Prozesswerte und Sicherheit

Hinzu kommt ein neuentwickeltes Ablaufdiagramm (Bild 5) zur Darstellung kritischer Prozesswerte von frei wählbaren Parametern, um die bestmöglichen Einstellungen für die jeweilige Anwendung zu ermitteln. Damit lassen sich unter anderem Unterschiede im Füllverhalten eines Formteils in Abhängigkeit des Materials und Prägespalts einstellen. In einem Prozess ohne ICM wäre es nicht möglich, das Teil etwa mit dem Material PP FPC45 innerhalb der Spritzdruckgrenzen der Maschinen zu füllen.

Ein weiteres entwickeltes Steuerungsmerkmal greift die Prozesssicherheit des Spritzprägens auf. Die in den Standardsteuerungen von Spritzgießmaschinen integrierten Sicherheitsstrategien sind unzureichend, wenn ein ICM-Prozess gefahren werden soll, da sie keine Funktion zum Überwachen der Schließkraft am Prägespalt bieten. Der Werkzeugschutz der ICM-Steuerung von Netstal überwacht die Kraft am Prägespalt, bis die Prägephase abgeschlossen ist. Eventuell hängende Teile werden von der Maschine zuverlässig erkannt.

Das Spritzprägen bietet ein großes Potenzial für Gewicht, Material, Energie und kostensparende Dünnwandanwendungen. Die Zusammenarbeit von Sabic und Netstal zeigt, dass sich der Transfer der Technologie auf die Fertigung dünnwandiger Verpackungen effektiv beschleunigen lässt. Dafür müssen die beteiligten Partner jedoch ihre Stärken zur Entwicklung optimierter Material-, Maschinen- und Prozesssteuerungslösungen bündeln. ■

Info

Text

Bart van der Aar, M.Sc., ist Senior Scientist im Technology & Innovation Team für starre Verpackungsanwendungen von Sabic.

Dr.-Ing. Christina Härter ist Head of Application Engineering bei Netstal Maschinen.

Reto Gmür ist Applikationsingenieur bei Netstal Maschinen.

Service

Weitere Informationen unter

www.sabic.com

www.netstal.com

Beide Unternehmen zeigen die Technologie auf der K 2022:

Sabic: Halle 6, Stand D42

Netstal: Halle 15, Stand D24

Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter

www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

Read the English version of the article

in our magazine *Kunststoffe international* or at

www.kunststoffe-international.com