

## **Vollelektrische Effizienz – der neue Standard für den Dünnwandspritzguss?**

# **30% Energiekostenreduktion mit vollelektrischen High-Performance Spritzgießmaschinen**

**Steigende Produktionskosten bei geringen Margen setzen Hersteller von Kunststoffverpackungen zunehmend unter Druck. Hohe Effizienz in der Produktion ist daher umso mehr eine wirtschaftliche Notwendigkeit. Die neu entwickelten, besonders dynamischen und leistungsstarken elektrischen Spritzeinheiten von ENGEL eröffnen neues Potential für das ressourcenschonende Spritzgießen von Dünnwandverpackungen.**

Der starke Anstieg der Material- und Strompreise in den letzten Jahren waren eine besondere Herausforderung für Spritzgießer in der Verpackungsbranche: Die ohnehin geringe Marge auf Produkte wie Joghurtbecher oder Margarinebehälter sank aufgrund signifikant höherer variabler Kosten deutlich und zum Teil unter die Profitabilitätsschwelle. Aufgrund langfristiger Verträge und hohem Wettbewerb in der Branche ist eine Weitergabe der Kosten durch Erhöhung der Erzeugerpreise oftmals nicht möglich. Einsparungen bei den Herstellkosten sind daher oftmals die einzige Möglichkeit, die Wirtschaftlichkeit der Produktion aufrecht zu erhalten – dazu stehen primär zwei Hebel zur Verfügung:

- Reduzierung des Materialverbrauchs durch Verringerung der Wanddicke
- Reduzierung des Energieverbrauchs der Spritzgießanlagen

Methode Eins bedeutet in der Regel höhere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Spritzgießmaschine aufgrund erhöhter Fließweg-Wanddickenverhältnisse und steht daher in direktem Widerspruch zu Methode Zwei – höherer Leistungsbedarf auf der Spritzseite bedingt höheren Energieverbrauch und schließt gleichzeitig den Einsatz von effizienten voll-elektrischen Spritzgießmaschinen aus.

Der Spritzgießmaschinenhersteller Engel hat intensiv an der Entwicklung von elektrischen Hochleistungs-Spritzeinheiten gearbeitet und präsentiert nun eine Lösung, um eine optimale

Nutzung beider Hebel in einer Spritzgießmaschine zu ermöglichen: Die neuen, elektrischen PREMIUM-Spritzeinheiten (*Fig. 1*) für die e-motion Baureihe erreichen annähernd die Leistungsdaten Akku-betriebener Aggregate und vereinen diese mit der hohen Effizienz und Präzision ihrer servo-elektrischen Antriebe (*Fig. 2*). Anhand zweier praxisnaher Anwendungsbeispiele zeigt Engel das hohe Potential für Hersteller von Dünwandverpackungen auf.

### **Vollelektrische High-Performance Spritzgießmaschine e-motion mit PAC-Paket**

Die e-motion Baureihe ist die leistungsstärkste vollelektrische Maschine im Portfolio von ENGEL. Dank ihrer leistungsfähigen Antriebe zeichnet sie sich durch besonders kurze Trockenlaufzeiten und hohen Materialdurchsätzen bei niedrigem Energieverbrauch aus. Für die beiden nachfolgenden Anwendungsbeispiele wurde eine e-motion mit 2.800 kN Schließkraft und der neuen, elektrischen PREMIUM Spritzeinheit in der Baugröße 765 gewählt. Zusätzlich wurde diese Spritzgießmaschine mit dem optionalen PAC-Paket ausgestattet, um für den hohen Leistungsbedarf und die enormen Belastungen anspruchsvoller Dünwand-Anwendungen gerüstet zu sein.

### **Anwendungsbeispiel 1: 1,3 L Eimer für Molkereiprodukte**

Im Zuge der Fakuma Messe 2023 präsentierte Engel erstmals diese Anwendung auf einer vollelektrischen e-motion 765/280 T mit PAC-Paket. Das Zweifach-Werkzeug für den 1,3 L Eimer (*Fig. 3, 4*) stammt vom Formenbauer Inmold und wurde auf geringste Wanddicke zur Reduzierung des Materialeinsatzes optimiert. Die Wanddicke von nur 0,45 mm sorgt für ein äußerst geringes Teilegewicht von lediglich 26,7 g und ergibt ein Fließweg-Wanddickenverhältnis von über 400:1. Besonders herausfordernd für den Einspritzvorgang ist die komplexe Geometrie am Ende des Fließweges mit einer Vielzahl an Verstärkungsrippen sowie zwei Originalitätssiegel mit Sollbruchstellen (*Fig. 5*). Eine Produktion mittels Spritzprägeverfahren ist daher nicht möglich, die exakte und verlässliche Füllung der Kavitäten muss allein durch die Leistungsfähigkeit der Spritzeinheit gewährleistet werden.

Die Prozessdaten der Anwendung zeigen das hohe Potential des vollelektrischen Maschinenkonzepts für den Dünwand spritzguss auf: Bei einer Zykluszeit von nur 4,5 Sekunden wurden diese Eimer inklusive In-Mould-Labeling prozessstabil im Dauerbetrieb produziert. Eine optische Qualitätskontrolle bewies eine konstant exakte Füllung der beiden Kavitäten über die volle Produktionsdauer hinweg. Hinsichtlich Ausstoß und Produktqualität ergaben

sich somit keine Abstriche im Vergleich zu hybriden bzw. hydraulischen Maschinenkonzepten. Beim Energieverbrauch konnte hingegen ein deutlicher Vorteil gemessen werden: Der Gesamtenergieverbrauch der Anlage reduzierte sich allein durch das elektrische Einspritzen um ca. 30% gegenüber einer vergleichbaren hybriden Maschine. Dieser Kostenvorteil schlägt direkt auf die Marge durch und ergibt somit einen starken Wettbewerbsvorteil für Hersteller von Dünnwand-Verpackungen. Für Standorte in Ländern mit CO<sub>2</sub>-Besteuerung stellt der dadurch reduzierte CO<sub>2</sub>-Fußabdruck einen weiteren Faktor zur Kosteneinsparung dar.

Prozessparameter 1,3 L Eimer – e-motion 765/280 T	
<b>Wanddicke</b>	0,45 mm
<b>Fließweg-Wanddickenverhältnis</b>	>400:1
<b>Schneckendurchmesser</b>	50 mm
<b>Einspritzzeit</b>	0,17 s
<b>Spritzgeschwindigkeit</b>	600 mm/s
<b>Zykluszeit</b>	4,5 s
<b>Energieverbrauch</b>	0,37 kWh/kg
<b>Energiekostenreduktion*</b>	19.840 €/Jahr

\*Berechnungsgrundlage: Strompreis 20 c/kWh, 7.200 Betriebsstunden, Energieverbrauch einer modernen Hybridmaschine mit Hydraulik-Akkumulator als Vergleichsbasis.

### Anwendungsbeispiel 2: Pflanztopf – Neuware und Rezyklat

Pflanztöpfe sind ein weiteres Beispiel für ein dünnwandiges Spritzgussteil, welches in hohen Stückzahlen und zu möglichst niedrigen Stückkosten gefertigt wird. Im Gegensatz zu Lebensmittelverpackungen wie im Beispiel 1 kann hier auch problemlos rezykliertes Polypropylen eingesetzt werden (*Fig. 6*). Dank intensiver Versuchsreihen auf hybriden und vollelektrischen Maschinen konnte so eine umfassende Datenbasis für einen stichhaltigen Vergleich beider Maschinenkonzepte sowohl mit Neuware als auch Rezyklat gewonnen werden. Der Pflanztopf verfügt über eine vom Boden bis zum oberen Rand verlaufend abnehmende Wanddicke von im Schnitt 0,39 mm (*Fig. 8*) und ein Fließweg-Wanddickenverhältnis von 260:1. Das Teilegewicht von 7,2 g ergibt bei 6 Kavitäten ein Schussgewicht von 43,2 g. Die Spritzversuche wurden ebenfalls auf einer vollelektrischen e-motion 765/280T mit PAC-

Paket durchgeführt und mit früheren Versuchen auf hybriden Spritzgießmaschinen verglichen.

Die Ergebnisse waren überzeugend: Die Produktion auf einer vollelektrischen e-motion ist, verglichen zu hybriden Spritzgießmaschinen, bei gleich kurzer Zykluszeit und gleich hoher Bauteilqualität möglich – unabhängig ob Neuware oder Rezyklat verarbeitet wird. Eine geringfügig längere Einspritzzeit, bedingt durch die geringere maximale Einspritzgeschwindigkeit der elektrischen Spritzeinheit, konnte durch einen etwas früheren Einspritzbeginn während des Schließkraftaufbaus kompensiert werden.

Während also bei Prozess- und Produktqualität keine Unterschiede zwischen hybriden und vollelektrischen Maschinenkonzepten festgestellt werden konnten, ergab sich eine deutliche Differenz bei den Energieverbrauchsmessungen: Der Energiebedarf der vollelektrischen e-motion lag um 33,7% unter dem einer vergleichbaren, hybriden Maschine.

Prozessparameter Pflanztopf – e-motion 765/280 T	
<b>Wanddicke</b>	0,39 mm
<b>Fließweg-Wanddickenverhältnis</b>	260:1
<b>Schneckendurchmesser</b>	50 mm
<b>Einspritzzeit</b>	0,14 s
<b>Spritzgeschwindigkeit</b>	600 mm/s
<b>Zykluszeit</b>	1,9 s
<b>Energieverbrauch</b>	0,37 kWh/kg
<b>Energiekostenreduktion*</b>	22.756 €/Jahr

\*Berechnungsgrundlage: Strompreis 20 c/kWh, 7.200 Betriebsstunden, Energieverbrauch einer modernen Hybridmaschine als Vergleichsbasis.

### Weiteres Einsparpotential dank digitaler Assistenzprogramme

Neben den um ca. 1/3 geringeren Energiebedarf der vollelektrischen e-motion Baureihe bieten zwei digitale Assistenzprogramme von ENGEL weiteres Potential zur Kostenreduktion für Hersteller von Dünnwandverpackungen:

**iQ motion control** optimiert die Beschleunigungskurve des Kniehebels und ermöglicht um bis zu 12% kürzere Trockenlaufzeiten. Die optimalen Bewegungsbahn der beweglichen Aufspannplatte werden dabei unter Berücksichtigung des Öffnungshubes, der Schließkraft und des Werkzeuggewichtes automatisch berechnet. Die Software nutzt das vorhandene Potenzial der Maschine und der Antriebstechnik vollständig aus, ohne die Belastungen auf die Maschine sowie den Energieverbrauch zu erhöhen.

**iQ weight control** vergleicht die Spritzdruckkurve jedes Zyklus mit einer zuvor festgelegten Referenzkurve und reagiert auf externe Einflussfaktoren durch automatische Anpassung des Einspritzvolumens und Umschaltzeitpunktes für den nächsten Schuss. Das Bauteilgewicht kann mit iQ weight control z.B. trotz Viskositätsschwankungen des Materials konstant gehalten werden, wodurch es ein wertvolles und etabliertes Tool für die Verarbeitung von Rezyklaten darstellt.

Für Packaging-Anwendungen ergibt sich aber ein weiterer Vorteil: Durch eine deutlich reduzierte Streuung des Bauteilgewichtes kann das Schussgewicht im unteren Toleranzbereich des Bauteiles angesetzt und gleichzeitig die Ausschussrate verringert werden. Dies ermöglicht einen verringerten Materialeinsatz bei höherem Ausstoß an Gutteilen und wirkt sich besonders deutlich bei Produkten mit hoher Stückzahl aus – am Beispiel des Pflanztopfes in Zahlen ausgedrückt: Ein um 0,2 g reduziertes Teilegewicht ermöglicht bei 6 Kavitäten und angenommenen 6.800 Produktionsstunden/Jahr und einer Zykluszeit von 1,9 s eine jährliche Materialkosten-Einsparung von über 10.000€ (bei einem angenommenen, durchschnittlichen Materialpreis von 0,83 €/kg PP).

### **Vollelektrische Effizienz – der neue Standard für den Dünnwand spritzguss!**

Die beiden Praxisbeispiele zeigen: Der Anwendungsbereich für vollelektrische Maschinen im Dünnwand spritzguss hat sich massiv vergrößert und umfasst nun auch Bauteile mit sehr hohem Performancebedarf. Bei der Umstellung von hybriden auf vollelektrischen Maschinen kann bei gleichbleibender Prozess- und Bauteilqualität ein um ca. 1/3 geringerer Energieverbrauch erwartet werden. ENGEL empfiehlt daher bei der Konzipierung von neuen Produktionsanlagen für den Dünnwand-Bereich grundsätzlich elektrische Maschinen als Basis zu

wählen. Für Kundenversuche stehen im Packaging Center von ENGEL elektrische Spritzgießmaschinen permanent zur Verfügung (Fig. 9).

### Autoren

Ivica Puskaric ist Vertriebsleiter Packaging bei ENGEL AUSTRIA in Schwertberg, Österreich;  
[ivica.puskaric@engel.at](mailto:ivica.puskaric@engel.at)

Christoph Balka-Hintersteiner ist Leiter Entwicklung Klein- und Mittelmaschinen bei ENGEL AUSTRIA in Schwertberg, Österreich;

[christoph.balka-hintersteiner@engel.at](mailto:christoph.balka-hintersteiner@engel.at)

### Bilder



Fig. 1: Die neuen, vollelektrischen High-Performance Spritzeinheiten von ENGEL erweitern die Einsatzmöglichkeiten von elektrischen Spritzgießmaschinen für den Dünnwand-Spritzguss deutlich.

© ENGEL Austria GmbH

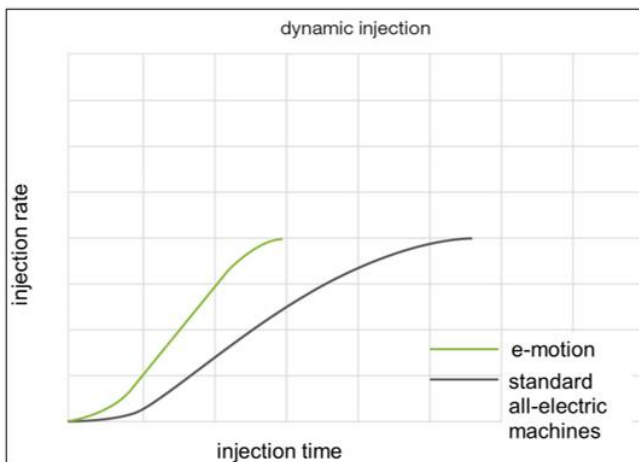
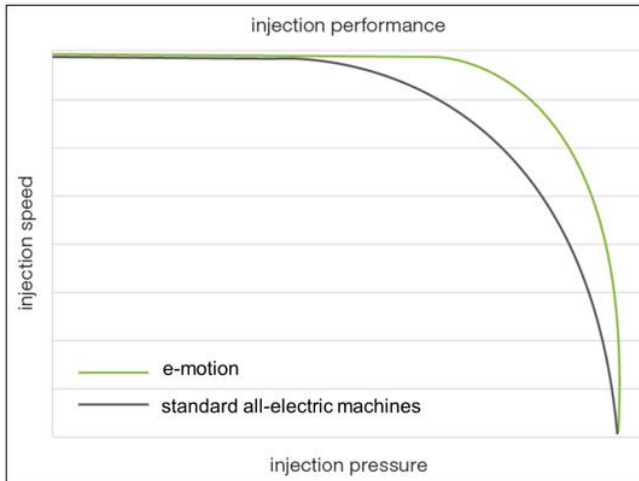


Fig. 2: Die neuen, hochdynamischen PREMIUM-Spritzeinheiten von ENGEL erzielen höhere Spritzgeschwindigkeiten bei hohen Spritzdrücken über fast den gesamten Spritzvorgang.

© ENGEL Austria GmbH

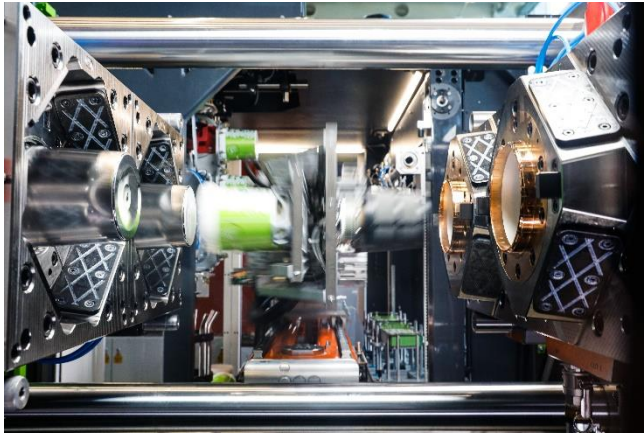


Fig. 3: Das Werkzeug für den 1,3 L Eimer auf einer vollelektrischen e-motion 765/280 T.

© ENGEL Austria GmbH



Fig. 4: Der 1,3 L Eimer zeichnet sich durch ein reduziertes Teilgewicht von nur 26,7 g aus.

© ENGEL Austria GmbH

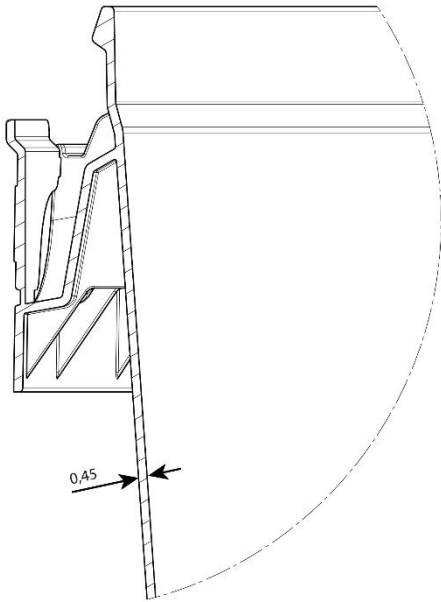


Fig. 5: Detailansicht der komplexen Geometrie des Eimers im Siegelrand-Bereich.

© Inmold d.o.o.



Fig. 6: Pflanztopf aus Neuware und Rezyklat.

© ENGEL Austria GmbH

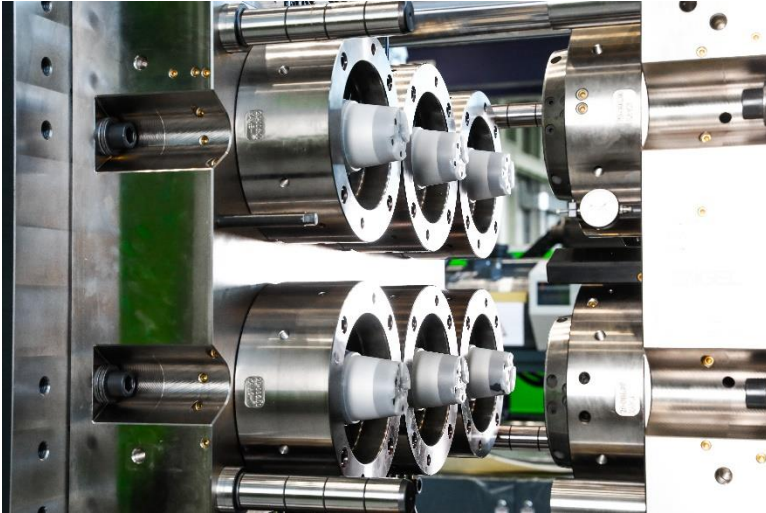


Fig. 7: Glaroform 6-fach Pflanztopf Werkzeug auf einer vollelektrischen e-motion 765/280 T.  
© ENGEL Austria GmbH

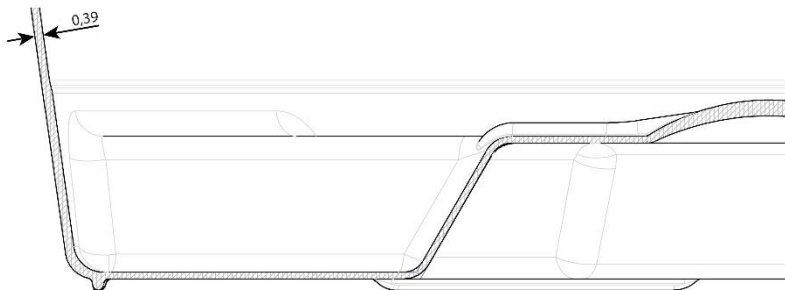


Fig. 8: Detailansicht des Pflanztopfs im Bodenbereich.  
© Glaroform AG



Fig. 9: Im ENGEL Packaging Center stehen mehrere Spritzgießmaschinen für Kundenversuche permanent zur Verfügung.

© ENGEL Austria GmbH