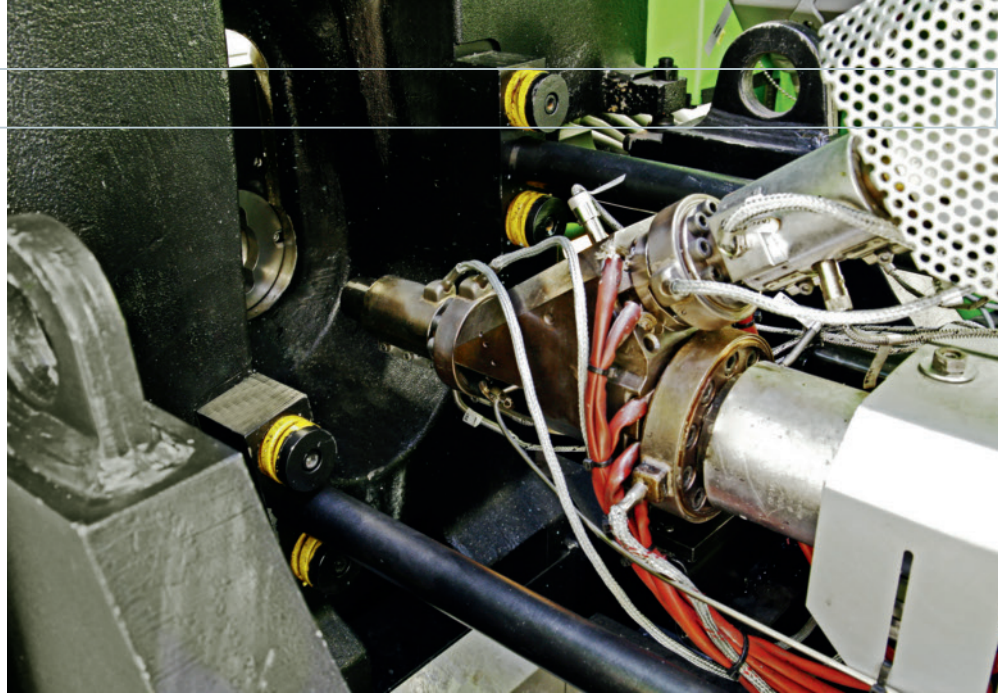


Detailansicht des „Mischkopfs“, in dem die beiden Materialströme zusammengeführt und homogenisiert werden  
(Foto: Engel)



## Integrierter Compounder.

Ein wesentlicher Teil der heute gängigen zahlreichen Produktvarianten entsteht aus Serienprodukten durch Variation der

Materialeigenschaften, Farben und Oberflächen. Damit wächst der Bedarf an individuell abgestimmten Compounds in kleinen Mengen um ein Vielfaches. Die Beschaffung dieser Kleinmengen ist in der Regel mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Ein Maschinenkonzept, das Compoundieren und Spritzgießen miteinander vereinigt, schafft hier Abhilfe.

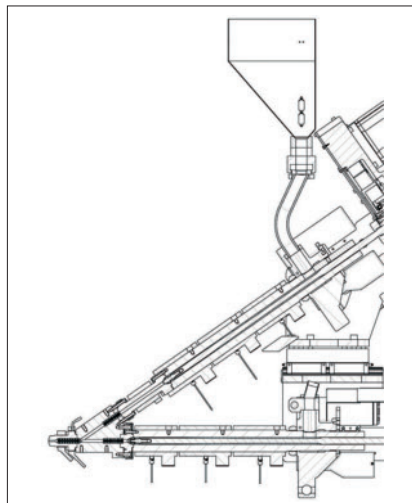
# Individualität serienmäßig

**HANS WOBBE  
GERHARD BÄCK**

Es war zu allen Zeiten so: Individualität hat ihren Preis. Doch dieser Grundsatz könnte, zumindest was die Herstellung von Spritzgussteilen betrifft, durch die Entwicklung des Engel „e-compounders“ – einer Serien-Spritzgießmaschine mit integriertem Compoundiersystem – ins Wanken geraten. Das neue Spritzgießsystem ist das Ergebnis einer Kooperation der Polymaterials AG, Kaufbeuren, und der Engel Austria GmbH, Schwertberg/Österreich [1]. Ziel der Zusammenarbeit war die Etablierung einer neuen Prozesstechnik, die die Rezeptentwicklung für Kunststoffcompounds vereinfachen, beschleunigen und kostengünstiger gestalten sollte.

Ausgehend von der Idee, einen Compounder durch die Kombination eines statischen Mischsystems mit der Plastifiziereinheit einer Spritzgießmaschine zu bauen (Bild 1), sollte eine Alternative zur konventionellen Extrusionscompoundierung entwickelt werden. Aus den bis dato üblichen Einzelprozessen – in chronologischer Abfolge: Extrusionscompoundie-

rung mit anschließender Granulatherstellung, Spritzgießen von Probekörpern, Bauteilprüfung und Prozessoptimierung

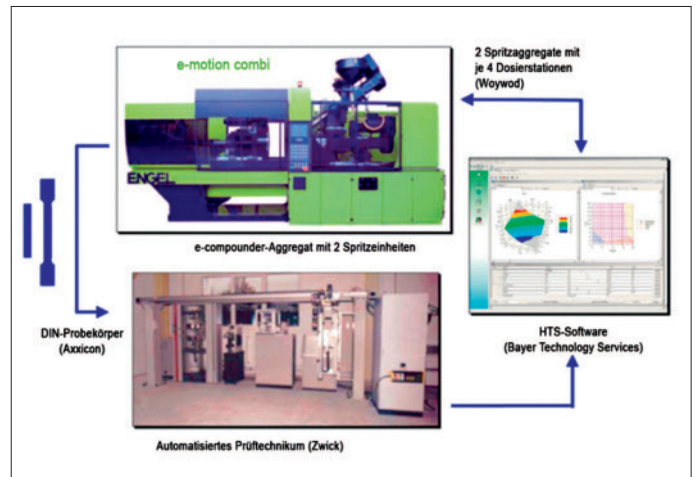


**Bild 1. Konzept für das Spritzgießen mit integriertem Compoundieren: Die beiden Spritzggregate sind mit je einem statischen Mischer kombiniert. Nach der separaten Durchmischung der beiden Materialströme werden sie in einem dritten Mischer zusammengeführt und homogenisiert. Das System arbeitet diskontinuierlich**  
(Grafik: Engel)

(Bild 2) – sollte ein weitgehend integrierter Prozess werden, der schneller zum Ziel führt. Das alternative Konzept sollte es ermöglichen, den Zwischenschritt der Granulatherstellung ersatzlos entfallen zu lassen. Und es sollte vor allem eine Alternative für kleine Materialmengen darstellen, denn Doppelschnecken-Compoundiersysteme lassen sich nicht beliebig verkleinern.

## Große Flexibilität bei kleinen Produktionslosen

Deshalb war hier ein anderer, eher unkonventioneller Lösungsansatz gefragt – die diskontinuierliche Compoundierung als Teilprozess des Spritzgießens. Dabei werden einzelne Komponenten der Spritzgießmaschine über präzise gravimetrische Dosiergeräte am Plastifizierzylinder zugeführt. Nach der Plastifizierung wird die Kunststoffschmelze durch ein nachgeschaltetes statisches Mischsystem während des Einspritzvorgangs gemischt und homogenisiert. Zahlreiche Versuchsreihen belegen die Effizienz des Systems. Der Hauptzweck dieses Maschinenkonzepts besteht darin, genau auf den Ver-



**Bild 2. Ausgangspunkt der Entwicklung war die Suche nach einer Alternative zur traditionellen Rezeptentwicklung aus vier Einzelprozessen (links). Das alternative System (rechts) beschleunigt den Entwicklungs- und Prüfprozess. Einen wesentlichen Anteil daran hat die Integration von Compoundieren und Plastifizierung in einer Spritzgießmaschine** (Grafik: Polymaterials)

brauch abgestimmte Mengen bedarfsgerecht zu compoundieren. Dies ist die Voraussetzung für die angestrebte Flexibilität bei kleinen Produktionslosen. Ein weiteres wichtiges Ziel, die Verbesserung der Energiebilanz beim Spritzgießen, wird durch die Eliminierung der Granulatherstellung erreicht.

Um bei der Anzahl der Mischungskomponenten nicht eingeschränkt zu sein, haben die Kooperationspartner sich für eine Grundmaschine mit zwei unabhängig voneinander ansteuerbaren Spritzaggregaten und je vier Wiege-/Dosiereinheiten entschieden (Bild 3). Das eine Aggregat fördert den Hauptstrom (Kunststoff inkl. Farbgranulat), das andere den Nebenstrom mit den Additiven.

Bei der Umsetzung in die Praxis stellt die neue Prozesstechnik hohe Anforderungen an die Präzision der Maschinen-

komponenten. Das gilt für die Bewegungen beim Plastifizieren und Einspritzen ebenso wie für die Ansteuerung der Relativbewegung der beiden Aggregate zueinander. Die Präzision der Relativbewegung definiert das Mischungsverhältnis der beiden Materialströme und damit die endgültige Zusammensetzung des fertigen Compounds. Sie ist der Schlüssel dazu, ein Mischungsverhältnis in Extrusionsqualität dauerhaft sicherzustellen. Ein zusätzliches Auslegungskriterium für die Anlage war ein weiter Variationsbereich für das Verhältnis der Volumenströme zueinander. Im Pflichtenheft stand ein Variationsbereich von 90:10 bis 10:90. Diese Möglichkeit ist vor allem für die Variation der Mischungsanteile von Polyblends, z.B. ABS+PC, von Interesse.

Eine weitere Rahmenbedingung, die zu erfüllen war, leitet sich aus den definier-

ten Prozessparametern zur Herstellung von Probekörpern ab. Die wichtigste Festlegung betrifft die Fließfrontgeschwindigkeit in der Formkavität beim Einspritzen, deren Rahmen mit  $200 \text{ mm/s} \pm 100 \text{ mm/s}$  abgesteckt ist. Bei voller Nutzung des Toleranzbereichs errechnen sich für ein Zweifach-Spritzgießwerkzeug zur Herstellung von Norm-Zugstäben bei Verwendung zweier 25 mm-Schnecken in den Spritzaggregaten Einspritzgeschwindigkeiten zwischen 1,6 und 44 mm/s.

Die besten Resultate für das gesamte Anforderungsspektrum liefern die Maschinen mit elektromechanischer Antriebstechnik, die eine präzise Regelung sämtlicher Bewegungen unter allen Produktionsbedingungen erlaubt. Deshalb wurde als Systemgrundlage eine Zweikomponenten-Maschine mit zwei übereinander, in sogenannter Huckepack-

Konfiguration angeordneten Spritzaggregaten ausgewählt (Typ: Engel e-motion 200H/200W/100 combi). Anstelle der separaten Düsenköpfe wurde ein gemeinsamer Düsenkopf vorgesehen, der die beiden Masseströme der Spritzaggregate zusammenführt. Der Y-förmige Düsenkopf (Bild 4) enthält insgesamt drei statische Mischer. Je ein Mischer dient zur getrennten Homogenisierung der Materialströme, der dritte zur Zusammenführung und Vermischung der Einzelströme zum fertigen Compound.

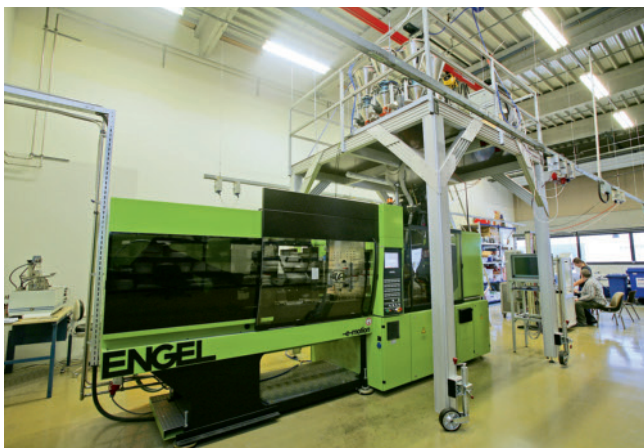
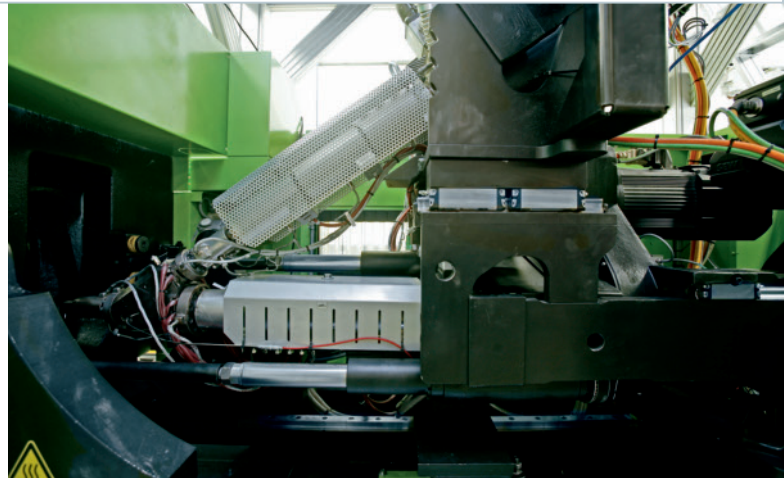


**Bild 3. Die beiden Plastifiziereinheiten des e-compounders sind jeweils mit vier Mischanlagen kombiniert. Mit dieser Konfiguration hat die Maschine das Potenzial, bis zu acht verschiedene Rohstoffe dosieren zu können** (Foto: Engel)

## Seriennahes Konzept für die breite Anwendung

Obwohl die erste Produktionseinheit ursprünglich für den Laborbetrieb zur Herstellung von Normprüfkörpern konzipiert wurde, ist das seriennahe Maschinenkonzept auch für den Produktionseinsatz geeignet. Als mögliche Anwendung sei die Materialentwicklung oder -anpassung am echten Bauteil genannt. Zudem bietet das Konzept Potenzial für individuell abgestimmte Produktvarianten. So ist etwa die Fertigung von Klein-

**Bild 4. Basis für den e-compounder ist die vollelektrische Baureihe Engel e-motion. Kernkomponente ist das Y-förmige Misch- und Homogenisierungssystem** (Foto: Engel)



**Bild 5. Die Integration eines Compounders in eine serienmäßige Plastifiziereinheit einer elektrischen Spritzgießmaschine bietet Potenzial für individuelle Produkte zu wirtschaftlich interessanten Konditionen** (Foto: Engel)

serien bei Lifestyle-Produkten, beispielsweise Brillen oder Kosmetikprodukte, in Sonderfarben oder mit Effektpigmenten denkbar. Schnell und unabhängig von verfügbaren Standardcompounds ist es ebenso möglich, spezielle polymere Produktmarker zur Originalitätskennzeichnung zuzudosieren oder durch die Variation der Mischungsverhältnisse von Polyblends Sonderprodukte herzustellen, die andere Materialeigenschaften aufweisen als in Serienausführung.

Das neue modulare, auf Serienkomponenten aufbauende Maschinenkonzept der „e-compounder“ (Maschinen mit servoelektrischer Antriebstechnik und integriertem Misch- und Homogenisierungssystem) birgt das Potenzial für eine ganze Baureihe. Sie ist die Ergänzung zu den Großanlagen, in denen Engel einen Dop-

pelschneckenextruder mit einer Großmaschine des Typs duo kombiniert [2]. Der systematische Unterschied der beiden Baureihen liegt darin, dass die Compounding über Doppelschneckenextruder nur bei Durchsatzmengen von mehr als 100 kg pro Stunde technisch und mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand darstellbar ist. Bei weniger als 100 kg Materialdurchsatz pro Stunde sind alternative Konzepte wie der e-compounder die bessere Lösung.

Trotz der vielen Vorteile dieser Anlage gibt es einen Anwendungsnachteil: die Herstellung von Langglasfaser-Compounds. Dies deshalb, da der statische Mischer mit seinem charakteristischen Strömungsverlauf die Langglasfasern einer großen Scherbeanspruchung aussetzt und damit zu einer überproportionalen Faserverkürzung beiträgt. Compounds mit Kurzglasfasern oder Glaskugeln als Verstärkungstoff sind davon wenig bis gar nicht betroffen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Das Anlagenkonzept, das Spritzgießmaschine und Compounder zu einer seriennahen Standardmaschine integriert, erhöht die Flexibilität des Verfahrens beträchtlich. Die Universalmaschine mit

ihren abgestimmten Material-Dosiereinrichtungen kann in kleinen Stückzahlen, zu vertretbaren Kosten und mit stark verkürzten Lieferzeiten sowohl individuelle Produktvarianten als auch Prüfkörper für die Rezepturenentwicklung im Compoundierbetrieb fertigen (Bild 5). Mit den erweiterten Möglichkeiten bei der Teileherstellung und der Reduktion des Energieverbrauchs bietet das Verfahren das Potenzial nicht nur für Sonderfälle, sondern für eine breite Anwendung. ■

### LITERATUR

- 1 Stebani, J.; Maier, G.; Bacher, E.: Schneller – umfassender – effizienter. *Kunststoffe* 97 (2007) 9, S. 227–231
- 2 Wobbe, H.; Bauer, R.: Wenn zwei zusammen rücken. *Kunststoffe* 98 (2008) 1, S. 68–71

### DIE AUTOREN

DR.-ING. HANS WOBBE, geb. 1951, ist Geschäftsführer für Technik und Produktion der Engel Holding GmbH, Schwertberg/Österreich.

DIPL.-ING. GERHARD BÄCK, geb. 1968, ist bei Engel Projektleiter für Verfahrenstechnik Compoundiersysteme.

### SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

## Mass-produced Individualism

**INJECTION MOLDING WITH AN INTEGRATED COMPOUNDER.** *Many of the numerous product variants that are now current are created from mass-products by varying the material properties, colors and surfaces. This greatly increases the demand for individually tailored compounds in small amounts. It is generally time consuming and expensive to produce such small quantities. The answer is to combine compounding and injection molding in a single machine.*

NOTE: You can read the complete article in our magazine *Kunststoffe international* and on our website by entering the document number **PE104414** at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)

<b>i</b>	<b>Hersteller</b>
<p>Engel Austria GmbH Ludwig-Engel-Straße 1 A-4311 Schwertberg Österreich Tel. +43 (0) 50/6 20-0 Fax +43 (0) 50/6 20-3009 <a href="http://www.engelglobal.com">www.engelglobal.com</a></p>	