

# Heute Verpackung, morgen Rohstoff

*KraussMaffei demonstriert den Kreislauf vom Produkt über das Upcycling zum neuen Produkt*

Farbeimer oder A-Säulenabdeckung? Gedanklich und in der Wertzuschreibung bilden Verpackungsartikel und High-Tech-Bauteile oft Gegensätze. Dabei könnten sich beide ergänzen: indem man gebrauchte Verpackungen als wertvollen Rohstoff betrachtet. KraussMaffei zeigt auf der K 2019 ein Konzept für einen geschlossenen Materialkreislauf und macht die Kunststoffverarbeitung nachhaltig. Dabei arbeiten drei Geschäftsbereiche des Maschinenherstellers – Spritzgießtechnik, Extrusionstechnik und Digital & Service Solutions – Hand in Hand.



Zunächst ein Eimer oder ein anderes Kunststoffprodukt, dann Rohstoff für die weitere Verarbeitung: Das geschredderte Post-Industrial-Material (© KraussMaffei)

Verpackungsprodukte haben schnell ihre Pflicht erfüllt. Warum sie dann nicht als Ausgangsstoff für neue High-Tech-Artikel verwenden, etwa für die Automobilbranche? Bislang ist das eher unüblich, doch beispielsweise Volvo will bis 2025 in seinen Autos 25% recycelte Kunststoffe verwenden – andere Fahrzeughersteller werden nachziehen. Auf der K 2019 verzahnt KraussMaffei seine Geschäftsbereiche IMM (Spritzgießen), EXT (Extrusion) und DSS (Digital Service Solutions) und zeigt unter dem Stichwort „Circular Economy“, wie sich ein im IML-Verfahren (In-Mold Labeling) dekoriertes Eimer in eine A-Säule mit Stoffdekoration verwandeln lässt (**Bild 1**). Das Beson-

dere: In dem Szenario wird der gesamte Lebenslauf des Materials detailliert erfasst. Dies ist besonders wichtig im Hinblick auf die hohen Anforderungen in der Automobilbranche, speziell bei sicherheitsrelevanten technischen Bauteilen.

Vorgaben für die Kreislaufanwendung sind eine effiziente Produktion, ein möglichst geringer Kunststoffverbrauch und die Sortenreinheit des Materials. Die zur K neu präsentierte Spritzgießmaschine GX1100 mit 11 000 kN Schließkraft (**Bild 2**) produziert in einem Zwei-Kavitäten-Werkzeug Eimer aus Polypropylen mit Dekoration im IML-Verfahren (IML). Die Gebinde sind in Dünwandtechnik ausgeführt und das IML-Label besteht eben-

falls aus einer PP-Basis, um das anschließende Recycling zu vereinfachen. Die GX ist mit einer Speed-Option ausgestattet. Diese sorgt für besonders hohe Einspritzgeschwindigkeiten (abhängig von der Spritzeinheit bis zu 700 mm/s) und schnelle Werkzeugbewegungen, was vor allem bei großen Öffnungshüben von Vorteil ist. Die Zykluszeit beträgt bei 1500 g Schussgewicht 14 s.

Die eingesetzte HPS-Barriereschnecke („High-Performance-Schnecke“) für Polyolefine erlaubt durch das große L/D-Verhältnis (Länge/Durchmesser) von 26 einen höheren Materialdurchsatz und eignet sich damit für die Herstellung von Produkten mit hohen Schussgewichten – bei kürzerer Verweilzeit. Von den fertigen Eimern gelangt ein Teil an den Stand des italienischen Partners Moving; dort ist zu sehen, wie ein Automat die Henkel montiert. Der Großteil der Eimer wird – extern geschreddert – als Mahlgut wieder in den Materialkreislauf eingespeist.

**Upcycling sorgt für hochwertige Recompounds**

Als einziger Hersteller am Markt bietet KraussMaffei schlüsselfertige Systeme für verschiedene Arten der Kunststoffverarbeitung und versteht sich damit als Lösungslieferant für die Kreislaufwirtschaft. Beim Upcycling von Kunststoffen spielt die Extrusionssparte ihr Können aus. Unter der Markenbezeichnung „Edelweiss Compounding“ macht der Zweischnckenextruder ZE 28 BluePower (Bild 3) aus dem Sekundär-Rohstoff neues und technisch aufgewertetes Granulat. Dafür werden den PP-Flakes Farbstoffe und ein 20-prozentiger Anteil an Talkum zugesetzt, um die optischen und mechanischen Eigenschaften zu verbessern. Im Gegensatz zu den im Recycling-Markt häufig vertretenen Einschnckenextrudern erreichen Modelle mit zwei Schncken eine homogenere Verteilung von Additiven und Füllstoffen sowie eine sehr viel effektivere Entgasung von Reststoffen – ideal also für hochwertige Recompounds, die den Ansprüchen der Automobilindustrie genügen müssen.

Extruder fertigen aus dem Material zunächst Granulate, um sie wieder als Rohstoff bzw. als Compound im Spritzgießprozess einsetzen zu können. Der Materialdurchsatz beim Extrudieren ergibt sich aus dem Verhältnis von freiem Volumen zu Drehmoment. Beide Werte werden maßgeblich durch das Verhältnis



**Bild 1.** Aus Eimer wird A-Säule: KraussMaffei zeigt auf der K 2019 einen geschlossenen Material- und Fertigungskreislauf aus Extrusions- und Spritzgießtechnik in Kombination mit digitalen Lösungen (© KraussMaffei)

von Außen- zu Innendurchmesser der Schnecke (Da/Di) bestimmt. Bei der BluePower-Serie ist Da/Di mit 1,65 definiert und ermöglicht sowohl ein sehr großes verfügbares Volumen als auch eine hohe Drehmomentdichte von 16 Nm/cm<sup>3</sup>. Der Zweischnckenextruder ZE BluePower ist mit Schnckendurchmessern von 28 bis 166 mm und in Gehäuselängen erhältlich, die jeweils das Vier- oder Sechsfache des Durchmessers betragen (4D/6D). Der Messextruder verfügt beispielsweise über die kumulierte Gesamtlänge 44D.

Während am Messestand sauberes Post-Industrial-Material wiederverarbeitet wird, sind es im Alltag häufig verunreinigte Post-Consumer-Artikel aus Wertstoffsammlungen. Dafür bietet es sich an, zwei Doppelschnckenextruder hintereinander zu betreiben. Im ersten werden die gewaschenen Flakes entfeuchtet sowie Fremdstoffe, etwa Aluminium oder Papier, entfernt. Mithilfe sogenannter Strippingmittel lassen sich dabei auch störende Gerüche weitgehend eliminieren. Bei sehr lockerem und schwer einziehbarem Material, »

Fertigung der Dünnwandemier auf einer GX 1100	
Calframax Technologies Inc., Oldcastle, Ontario/Kanada	Werkzeugbau
Competella Robotic Center Srl, Montecassiano/Italien	Automation
Creaprint S.L., Ibi/Spanien	Label (IML)
ef cooling Ernst H. Furrer AG, Dällikon/Schweiz	Kühltechnik
ExxonMobil Chemical Europe Inc., Machelen/Belgien	Material
gwk Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH, Meinerzhagen	Kühltechnik
iba AG, Fürth	Datenerfassung
mevisco Gesellschaft für Bildverarbeitung und Visualisierung mbh & Co. KG, Bremen	Qualitätscheck (visuell)
motan colortronic GmbH, Isny	Materialförderung und Farbdosierung
Moving Srl., Mailand/Italien	Henkelmontage (am Partnerstand)
Uniform Color Company, Holland, Michigan/USA	Farbmasterbatch
Fertigung der A-Säulenabdeckung auf einer PX 320	
cab Produkttechnik GmbH & Co KG, Karlsruhe	Etikettendrucker
Georg Kaufmann Formenbau AG, Busslingen/Schweiz	Werkzeugbau
HB-Therm GmbH, Siegburg	Temperiertechnik
HRSflow, San Polo di Piave/Italien	Nadelverschlusssteuerung, Heißkanalsystem
iba AG, Fürth	Datenerfassung
motan colortronic GmbH, Isny	Materialförderung
SensoPart Industriesensorik GmbH, Wieden	Kamerasystem
Trexel Inc., Wilmington, Massachusetts/USA	Physikalisches Schäumen (MuCell)

**Tabelle 1.** Das Partnernetzwerk für den Kreislauf vom Eimer zur A-Säulenabdeckung © KraussMaffei

wie es beim Schreddern von Folien entsteht, kann ein sogenannter Cutter Compactor vorgeschaltet werden, den KraussMaffei ebenfalls anbietet.

Auf den ersten Extruder folgen Filtereinrichtungen und eine Schmelzpumpe, die das Material kontinuierlich zum

zweiten Extruder befördert, wo es veredelt und granuliert wird. Mit dieser Technik soll das eigene Compoundieren für Recyclingunternehmen und Kunststoffhersteller attraktiver werden. Auf der K-Messe kann der Besucher am Messestand live verfolgen, wie das aufgewerte-



**Bild 2.** Die Speed-Option der neuen GX 1100 sorgt für hohe Geschwindigkeiten beim Einspritzen und schnelle Werkzeugbewegungen © KraussMaffei

te Recompound nach Unterwassergranulierung und Trocknung wieder in den Spritzgießprozess eingeschleust wird.

### *A-Säulenverkleidung: Faltenfrei und ohne sichtbare Kanten*

Über die Materialversorgung gelangt das Recompound zu einer vollelektrischen Spritzgießmaschine PX 320, die daraus die Abdeckung einer A-Säule mit Textiloberfläche macht (**Bild 4**). Dafür entnimmt ein Linearroboter vom Typ LRX 150 mit eigens von KraussMaffei entwickelten Nadelgreifern (**Bild 5**) ein Stofflabel aus einem erweiterbaren Textil-Magazin. Entsprechend dem Fertigungsprinzip „Produce to order“, bei dem die Produktion erst nach dem Bestellvorgang startet, stellt eine optische Inline-Prüfung sicher, dass das korrekte Dekor für das zu produzierende Bauteil ausgewählt ist.

Das Textil wird anschließend an das Werkzeug übergeben und positionsgenau eingelegt. Um eine mögliche Faltenbindung zu verhindern, muss das Textil in einigen Bereichen stark gespannt und in anderen Bereichen kontrolliert gestaucht werden. Die Handling-Lösung stellt mit zehn Parallel-Nadelgreifern und elf separaten Hüben sicher, dass das Dekor präzise eingelegt und gespannt wird. Alle zehn Nadeln können zudem individuell an unterschiedliche Textildicken angepasst werden. So lassen sich neben dickeren Lederdekoren auch funktionale Textilien, wie beispielsweise Airbagnetze, zuverlässig greifen. Über die in die Maschinensteuerung MC6 integrierte Nadelverschluss-Servo-Kaskadensteuerung FlexFlow des Heißkanalspezialisten HRSflow wird die Alcantara-Oberfläche hinter-spritzt.

Ein weiterer Clou bei dem Verfahren: Ein Schiebermechanismus im Werkzeug stanz den Stoff auf Kontur. Danach wird er um 180° gebogen und auf der Artikelrückseite mit dem Kunststoff verbunden. Auf diese Weise entstehen hinterspritzte Dekorbauteile ohne sichtbare Kanten in einem Schritt. Diese Vorgänge finden sonst meist nachgelagert statt, konnten hier jedoch in den Zyklus integriert werden.

### *Lückenlose Rückverfolgung des Werdegangs pro Bauteil*

Der letzte Prozessschritt bei der Herstellung der A-Säulenabdeckung ist das An-

bringen eines QR-Codes. Dahinter verbergen sich die digitalen Produkte des KraussMaffei-Geschäftsbereichs DSS. Wer den QR-Code einliest, gelangt zu einer HTML-Seite, die neben den relevanten Bauteilinformationen auch den kompletten Werdegang des Bauteils darstellt – ab der Fertigung des IML-dekorierten Eimers. Verschiedenste Prozessparameter und, ganz wichtig, die Verweildauer des Materials in der Plastifizierung demonstrieren, dass das PP schonend verarbeitet wurde und nicht schon hier durch thermische oder mechanische Schädigung degradiert ist. Die Materialqualität ist schließlich ein zentrales Qualitätsmerkmal jedes Bauteils.

Auch die folgende Recompoundierung und der zweite Spritzgießprozess werden erfasst. Die Daten dafür liefert der DataXplorer von KraussMaffei, der einen detaillierten Blick in die Prozesstiefe ermöglicht, in dem er alle 5 ms bis zu 500 Signale als kontinuierliche Kurvenverläufe abspeichern kann. Im Unterschied zu herkömmlichen Sensoren liefert der DataXplorer also nicht einen Einzelwert zu einem bestimmten Zeitpunkt im Zyklus, sondern laufend Signale über den gesamten Prozessschritt hinweg. Dies können Standard-Maschinensignale wie Temperatur und Druck oder das Schnecken Drehmoment sein, aber auch Sonder-signale wie Werkzeuginnendrucke. So offenbart der DataXplorer, was sich im jeweiligen Zyklus oder bei der kontinuierlichen Extrusion abgespielt hat.

### **Neue Multischnittstelle**

Diese Informationen plus viele weitere aus der Peripherie, beispielsweise von Temperiergeräten und Robotern, fließen in ein neues Datenpoolsystem von KraussMaffei ein. Damit hat der Maschinenhersteller erstmals ein Multischnittstellen-Konzept geschaffen, um system- und protokollübergreifend alle wichtigen Angaben über den Produktionsablauf zentral zu speichern und dem Kunden gesammelt zur Verfügung stellen zu können. Dies dient neben der Qualitätssicherung für das einzelne Teil auch dazu, den Zustand der Fertigungsanlagen zu überwachen und deren Effizienz zu dokumentieren.

Für die Qualitätssicherung arbeitet beim Spritzgießen ein weiterer digitaler Akteur: Die Maschinenfunktion APC plus

(Adaptive Process Control) sorgt an den beiden Spritzgießmaschinen der Kreislauf-Anwendung für stets identisch gefüllte Bauteile, indem sie permanent den Umschaltzeitpunkt von Druck zu Nachdruck noch im aktuellen Zyklus neu einstellt. So lassen sich Störeinflüsse wie Klima- und Chargenschwankungen oder wechselnde Rezyklatanteile ausgleichen, die zwar beim Messeszenario überschaubar sind, im Fertigungsalltag aber eine große Rolle spielen. Bei der Extrusion geben Farbmessungen und Werte wie Schmel-

zedruck und -temperatur sowie der Durchsatz oder die Schneckendrehzahl Anhaltspunkte, ob der Prozess robust läuft.

### **Nachhaltigkeit wird messbar**

Für alle Abläufe, vom Eimer bis zur A-Säulenabdeckung, wird auch der nötige Energieeintrag vermerkt. Mit OEE-Kennzahlen für Betriebsmittel und Produktionsanlagen kann man vergleichen, was der Einsatz von Rezyklat gegenüber »



**Bild 3.** Der Zweischnckenextruder ZE 28 BluePower macht aus dem Sekundär-Rohstoff neues und technisch aufgewertetes Granulat (© KraussMaffei)

neuem Material gebracht hat. Für die zustandsbasierte Wartung von Anlagen erlauben beispielsweise Daten aus der Drehmomentmessung Aufschlüsse über die Schnecke, bei der Extrusion weisen Auffälligkeiten in den Vibrationsmessungen auf Verschleiß am Getriebe hin. Diese Daten liefern eine einheitliche Basis zur Bewertung der Nachhaltigkeit und damit zuverlässige Parameter für planbare Wartungen.

Das Ziel einer „Circular Economy“ ist es, den Einfluss der Kunststoffverarbeitung auf die Umwelt zu verringern. Dafür müssen Recycling (weniger neues Material), Qualitätssicherung (weniger Ausschuss) und Energieeffizienz (weniger Verbrauch) zusammenwirken. KraussMaffei entwickelt hier bereits seit über

drei Jahrzehnten Lösungen – wie aktuell auch Polymore, einen neuen B2B-Online-Marktplatz für den Einkauf und Verkauf von Compounds, Masterbatches, Rezyklaten und post-industriellen Wertstoffen in Europa. Polymore verbindet Compoundeure und Kunststoffverarbeiter, um möglichst einfach, sicher und ohne Sprachbarrieren Produkte handeln und die Anforderungen für eine nachhaltige Wertschöpfung erfüllen zu können.

Die Themen Umweltschutz und Verantwortung der Industrie sind gesellschaftlich präsenter als je zuvor – KraussMaffei stellt sich diesen Herausforderungen und treibt den Aufbau einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft in der Kunststoffindustrie voran. ■

## Die Autoren

**Dipl.-Ing. FH Jochen Mitzler** ist Leiter Market Intelligence & Produktmanagement bei der KraussMaffei Technologies GmbH, München;

jochen.mitzler@kraussmaffei.com

**Carl-Philip Pöpel, M.Sc.**, ist Director Product Management bei der KraussMaffei Extrusion GmbH, Hannover;

carl-philip.poepel@kraussmaffei.com

**Dr.-Ing. Stefan Kruppa** ist Director Smart Machines bei der KraussMaffei Technologies GmbH;

stefan.kruppa@kraussmaffei.com

## Messe-Info

KraussMaffei stellt das Projekt zusammen mit Partnern (**Tabelle 1**) während der K 2019 auf seinem Messestand vor:

➤ **Halle 15, Stand C24 – C27**

## Service

### Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2019-10](http://www.kunststoffe.de/2019-10)

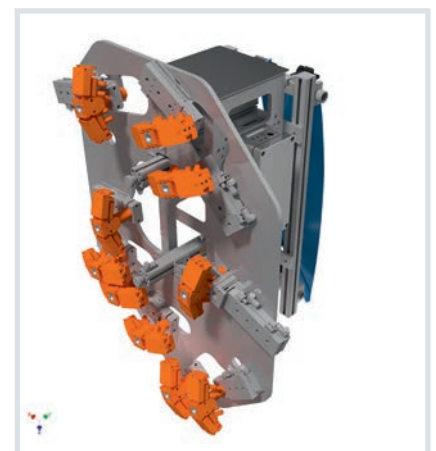
### English Version

➤ Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)



**Bild 4.** Die Abdeckung einer A-Säule mit Textiloberfläche wird auf einer vollelektrischen Spritzgießmaschine PX 320 aus einem Post-Industrial-Material hergestellt

(© KraussMaffei)



**Bild 5.** Faltenfreie Produktion: Die zehn separaten, individuell verfahrbaren Nadelgreifer (orange) und elf Hübe erlauben ein sicheres Einlegen und Bespannen des Dekors der A-Säulen-Verkleidung (© KraussMaffei)