

Gesamtansicht der Inline-Anlage zur kompletten Herstellung und Veredelung von Kunststoffteilen. Neben der Spritzgießmaschine sind die Anlagenstationen zum PVD-Beschichten und Lackieren erkennbar

Spritzgießen und Oberflächenveredelung

in einer Prozesskette. Das Prinzip des One-Piece-Flow gewinnt in der Herstellung und Bearbeitung von Kunststoffteilen aktuell an Bedeutung. Balda und Singulus haben gemeinsam eine Inline-Anlage zum Spritz-

gießen, Beschichten und Lackieren von Kunststoffteilen entwickelt. Das Bearbeitungszentrum mit dem Namen Decoline soll im Mai bei Balda in Bad Oeynhausen seinen Betrieb aufnehmen.

Alles im Fluss

CHRISTOPH STECKER

Die Balda AG, Bad Oeynhausen, und die Singulus Technologies AG, Kahl am Main, haben eine neuartige Produktionslinie zur Veredelung von Kunststoffteilen entwickelt. Die Entnahme der fertig gespritzten Kunststoffteile aus der Spritzgießmaschine und die Weitergabe in die Anlage zum Aufbringen einer metallischen Oberfläche und einer Kratzschutzbeschichtung erfolgt dabei voll automatisch. Es handelt sich um den weltweit ersten komplett integrierten Produktionsablauf dieser Art. Er ermöglicht die rationelle Fertigung auch kleinstserienproduktionslose.

Märkte im Wandel

Der Begriff „One-Piece-Flow“ beschreibt eine Produktion, bei der die Fertigung idealerweise auf Basis einzelner Teile erfolgt, die ohne Puffer durch das Fertigungssystem geschleust werden. Ein Teil wird im Produktionsfluss also kontinuierlich so lange weiterbearbeitet, bis es fertig ist. Der interessanteste Aspekt dieser „Einzelsubstratbearbeitung“ ist, dass sie die herkömmliche Losfertigung ablöst. Durch die effektive Bearbeitung aufeinander folgender einzelner Werkstücke wird das Pro-

duktionssystem so flexibel, dass es trotz verringerter Durchlaufzeiten mit kleineren Beständen auskommt. Ein minimaler Flächenbedarf zur Werkstückbearbeitung sowie eine hohe Produktionsqualität sind als weitere Vorteile zu nennen.

Für Balda ist die Flexibilität der Anlagen besonders aufgrund der großen Variantenvielfalt wichtig, wie sie für die Produkte aus dem Bereich Infocom (Informations- und Kommunikationstechnik) bereits selbstverständlich ist; dieser Bedarf wird zukünftig auch die Bereiche Automotive, Kosmetik und Medizin erfassen. Daraus resultierende mögliche Produktionsschwankungen lassen sich durch eine Fertigung nach dem Prinzip des One-Piece-Flow effizient abfedern.

Gerade der Markt für Mobiltelefone verlangt als Vorreiter in Entwicklung und Design nach einer solchen Flexibilisierung – in zunehmendem Maße gilt das auch für andere Branchen wie die Elektronik-, Kosmetik-, Haushaltsgeräte- oder Automobilindustrie. Am weitesten fortgeschritten sind diese Tendenzen jedoch im Mobilfunkmarkt, da sich die Mobiltelefonie besonders im Laufe der letzten Jahre stark gewandelt hat.

Handys sind vom reinen Funktions- zum Designobjekt geworden – eine Tendenz, die sich auch in den anderen Mär-

ten, sogar in der Medizintechnik, ankündigt. Damit einher geht eine deutliche Veränderung der Kundenanforderungen. Wurden anfangs hochvolumige Projekte mit geringer Variantenvielfalt gefahren, geht der Trend heute eindeutig zu Projekten mit geringen Volumina bei einer entsprechend hohen Variantenvielfalt. Darüber hinaus wird die Individualisierung der Mobiltelefone auch in Form von Providerlogos und Sondereditionen vorangetrieben.

Der Stand der Technik

Dem zukunftsweisenden Inline-Verfahren, mit dem Balda ab Mai dem Ideal des One-Piece-Flow so nahe wie möglich kommen möchte, steht in der aktuellen Fertigung dekorierte Kunststoffteile das sogenannte Batch-Verfahren gegenüber. Die Teile werden dabei durch sequenzielles Abarbeiten von Einzeloperationen in getrennten Abteilungen hergestellt, die jeweils für diesen einen Fertigungsschritt verantwortlich sind.

Eine typische Prozessfolge zur Produktion von Handyschalen umfasst bei Balda die Schritte Spritzgießen, Beschichten und Lackieren. In der Spritzerei werden zunächst die Kunststoffteile hergestellt, nachgeordnet kontrolliert

und zum weiteren Transport verpackt. Die Kapazität einer Spritzgießmaschine mit einem Vier-Kavitäten-Werkzeug beträgt rund 1000 Teile pro Stunde. Soll eine PVD-Schicht („Physical Vapour Deposition“) der Formteileroberfläche metallischen Glanz verleihen, werden die Kunststoffteile zuvor mit einer Primer-schicht versehen, die die Oberfläche ein ebnet und für die nötige Haftung sorgt. Anschließend werden die Artikel unter Vakuum mit Metall bedampft und erneut lackiert. Diese letzte Lackschicht (Hard Coat) wird aufgebracht, um eine hohe Kratz- und Abriebfestigkeit zu erreichen.

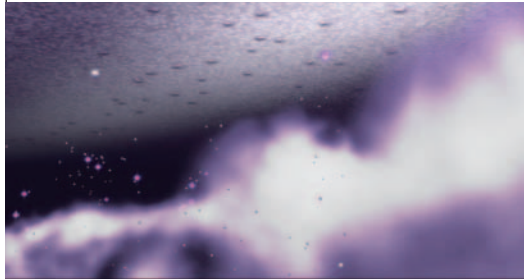
Ohne Metallisierung durchlaufen die Spritzgussteile einen mehrstufigen Lackierprozess. Die Teile werden auf spezielle Aufnahmen gesteckt, mit Masken versehen, gereinigt und dann lackiert. Dabei werden zunächst mehrere Schichten Basislack aufgebracht, zuletzt wieder eine Schutzschicht (Top oder Hard Coat), die eine hohe Oberflächengüte über längere Zeiträume gewährleistet. Es folgt eine Qualitätskontrolle, ehe die Teile erneut verpackt und zur Montagestation transportiert werden. Die Kapazität einer Standard-Lackieranlage beträgt rund 10 000 Stück pro Stunde.

Das Inline-Konzept zur Oberflächenveredelung

Der Inline-Prozess fasst all diese separaten Fertigungsschritte in einer zentralisierten Produktionsabfolge zusammen. Alle Teile werden direkt von einer Bearbeitungsstation zur nächsten weitergeleitet. In diesem Fall werden die Prozesse

Physical Vapour Deposition

Die Begriffe „PVD-Beschichtung“ oder „Sputtern“ bezeichnen das dekorative Aufbringen von Metallschichten auf Kunststoffoberflächen. Das Verfahren stellt eine sehr schnelle und effektive Methode dar, dünne metallische und hoch reflektierende Schichten zu erzeugen. Durch Magnetron-Kathodenzerstäubung werden die entsprechenden Materialien (z. B. Aluminium, Silber, Gold, Chrom, Titan) von Festkörpertargets unter Vakuumbedingungen abgetragen.



Durch das Anlegen eines magnetischen Feldes lassen sich im PVD- oder Sputter-Verfahren metallische Schichten im Vakuum auf eine Kunststoffoberfläche aufbringen. Das nachgeordnete Lackieren der Artikel macht die Metallschicht permanent und kratzfest

Sputterprozesse werden seit Jahren erfolgreich in den unterschiedlichsten Industriezweigen eingesetzt. Neben metallischen Materialien lassen sich auch Oxide zerstäuben. Wichtige Anwendungsfelder der Sputtertechnik sind die optischen und magnetischen Speichermedien, dekorative und reflektierende Beschichtungen, tribologische Anwendungen (Hartschichten auf Metallen, z.B. Bohrer), die Herstellung von Displays, Solarzellen oder auch die Architekturglasbeschichtung.

Spritzgießen, Lackieren und PVD-Beschichten gekoppelt.

Die Anlage, die Balda und Singulus zu diesem Zweck gemeinsam konzipiert und entwickelt haben, besteht aus mehreren Modulen, die für die jeweiligen Prozessschritte stehen. Ein gekapseltes Transfersystem verbindet die Zellen miteinander und transportiert die Artikel in Reinraum-atmosphäre von einer Bearbeitungsstation zur nächsten. Je nach Aufgabenstellung lassen sich unterschiedliche Module miteinander verbinden. Im Unterschied zum Batch-Betrieb werden hier keine Teile gepuffert, gereinigt oder kontrolliert. Alle Artikel werden vielmehr „inline“ von einer

Station an die nächste übergeben und bis zur Stufe des Endprodukts bearbeitet.

Bei Balda werden bereits konkrete Überlegungen angestellt, welche Teile wie durch diesen Inline-Prozess geschleust werden können. Dabei werden verschiedene Modulkombinationen zum Einsatz kommen. In jedem Fall beginnt der Gesamtprozess mit dem Spritzgießen des Kunststoffteils. Je nach Anwendung folgen die Arbeitsstationen zum Auftrag eines Primers, zur PVD-Beschichtung und Hard Coat-Lackierung, der Auftrag von Hard Coat allein oder das sukzessive Aufbringen eines Basislacks und einer Kratzfest-Lackierung. ▶



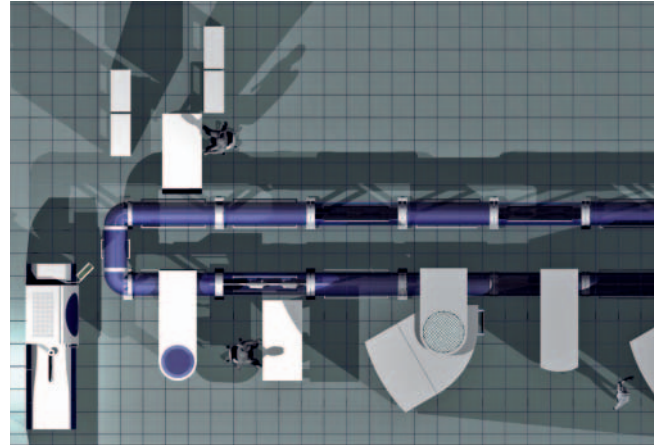
Die Beschichtung dreidimensionaler Formteile war bislang keine triviale Aufgabe. Mit der neuen Inline-Anlage sind auch Physiognomien mit gewölbten Oberflächen und erhabenen bzw. abgesenkten Bereichen hochwertig in Serie bis hin zum One-Piece-Flow realisierbar. Die unterschiedlichen Farben wurden durch den Einsatz verschiedener Metalle bzw. Metalllegierungen umgesetzt (Fotos: Balda)



Chromoberfläche auf Handyschalen, die durch PVD sowie das vor- bzw. nachgeschaltete Lackieren der Spritzteile hergestellt wurde. Dreidimensionale Oberflächen lassen sich auf diese Weise problemlos durch den Auftrag unterschiedlicher Metalle veredeln



Durch das Auftragen mehrfacher Lackschichten lassen sich auch hochglänzende Oberflächen wie die abgebildete mit der Anmutung von Klavierlack produzieren



In der Draufsicht ist sehr gut das gekapselte Förderband zu erkennen, das die Teile von einer Bearbeitungsstation der Inline-Anlage zur nächsten befördert

Anlage in allen Einzelteilen systematisch geplant

In der Entwicklungsphase profitierten die beiden Partner von Singulus' Erfahrung im Beschichten optischer Datenträger (OD, Optical Discs). Mit der Singulus 3DS verfügte das Unternehmen bereits über eine Anlage zur vollautomatischen Metallisierung der Oberfläche dreidimensionaler Kunststoffteile. Um die Formteile auch dekorieren zu können, entwickelten Balda und Singulus seit Mitte 2006 eine passende Lackier-

zelle (Typ: Singulus 3DL). Neben der Lackapplikation brachte Balda das Know-how zur Flexibilisierung von Prozesslinien ein, das die eigenen Werke in der Montage seit Jahren anwenden. Singulus steuerte die für das Inline-Konzept notwendigen ausgereiften Automatisierungslösungen bei, deren Grundgedanken sich schon in der OD-Produktion bewährt haben.

Ein interdisziplinäres Team, das sich aus Fachleuten beider Firmen zusammensetzte, plante und realisierte alle Entwicklungsschritte von den ersten

Konzeptentwürfen bis zur fertigen Serienanlage gemeinsam. Die Idee des One-Piece-Flow wurde von beiden Seiten konsequent umgesetzt. Bei Taktzeiten unter zehn Sekunden wird pro Takt genau ein Teil lackiert und beschichtet. Die Projektgruppe musste allerdings einige spezielle Lösungen erarbeiten – nur so ließen sich der hohe Anspruch und die Produktionswirklichkeit miteinander in Einklang bringen.

Um den Prozessablauf zu beschleunigen und das Recycling des Oversprays zu ermöglichen, werden lösemittelfreie UV-Lacke eingesetzt. Diese am Formteil vorbeigesprühten Lackanteile können direkt in der Lackierkabine gesammelt, gefiltert und zum Teil in den Prozess zurückgeführt werden. Um alle möglichen Geometrien optimal bearbeiten zu können, ist das Lackmodul mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden Lackierpistolen ausgestattet. Zusätzlich lassen sich der Artikel in der Kabine um 360° drehen. Das lackierte Teil wird im selben Lackiermodul auch UV-gehärtet. Der Kabinenbereich, der mit dem Lack in Berührung kommt, lässt sich komplett vom Rest des Moduls abkoppeln, um Lackwechsel auch während der Produktion zügig durchführen zu können.

Ihre metallische Oberfläche erhalten die Formteile in dem Singulus 3DS-Modul. In dieser Anlage lassen sich Bauteile mit verschiedenen Metalltargets wie z. B. Edelstahl, Chrom, Aluminium oder Silizium beschichten. Durch den Einsatz spezieller Targets ist auch die sogenannte Non-Conductive Vacuum Metallisation (NCVM) möglich, die im Bereich der Mobiltelefone stark an Bedeutung gewinnt. Die eingesetzte Technik des Sputtering arbeitet mit einer Kathoden-Zerstäubung.

Hochflexible Produktion – positive Reaktion



Ralf Ackermann, Vorstand Technik der Balda AG: „Balda eröffnet sich mit der Produktionslinie Decoline eine neue, rationelle Fertigungsmethode und die Möglichkeit, noch flexibler auf die Anforderungen der unterschiedlichen Kundensegmente einzugehen. Unserer Vision der One-Piece-Flow-Fertigung kommen wir mit dieser Technologie des integrierten Inline-Produktionsverfahrens einen entscheidenden Schritt näher.“

Nicht nur von Handyherstellern verlangt der Markt heute, viele Modelle in unterschiedlichen Varianten und Stückzahlen anzubieten – kurze Lieferzeiten, hohe Qualitätsstandard und marktkonforme Preise werden ebenso vorausgesetzt. Hochflexible Produktionssysteme erlauben es dem Hersteller, diese Anforderungen zu erfüllen. Das Prinzip des One-Piece-Flow, das mehrere Fertigungs- bzw. Verarbeitungseinrichtungen durch Zubringereinrichtungen miteinander verkettet, stellt oft die beste Lösung dar.

Mit der neuen Inline-Produktionsanlage von Singulus und Balda rückt One-Piece-Flow in greifbare Nähe. Die Anlagen mit ihrem breiten Anwendungsspektrum sollen kurzfristig in vielen Produktionsbereichen ihre Alltagstauglichkeit beweisen. Für dieses Jahr hat Balda Solutions Deutschland die Serienproduktion auf einer Anlage und die Bestellung zweier weiterer Anlagen geplant.

Stefan A. Baustert, Vorsitzender des Vorstands von Singulus: „Die gute Zusammenarbeit mit Balda bietet Singulus die große Chance, sich schnell im Markt für dekorative Schutzschichten zu etablieren und so ein attraktives neues Geschäftsfeld zu erschließen.“



Verfahren mit minimaler Ausschussrate

Der augenfälligste Vorteil der Inline-Technik liegt in der zentralisierten Herstellung und Bearbeitung der Kunststoffartikel: Die Kosteneffizienz der Produktion wird nachhaltig erhöht, indem das Anlagenkonzept Nebenzeiten vermeidet, die Qualitätskontrollen der Zwischenschritte entfallen und der Transport auf ein Minimum reduziert wird. Zudem erübrigt sich die Reinigung der Artikel, da alle Prozessschritte unter kontrollierten Reinraumbedingungen ablaufen.

Bei der Inbetriebnahme streben Balda und Singulus an, den Gesamtausschuss der Linie auf 20 % des Ausschusses der bis heute eingesetzten Batch-Produktion zu begrenzen. Unter der Prämisse, dass aktuell allein beim Lackieren die Ausschussquoten häufig zwischen 10 und 20 % betragen, sind auch hier erhebliche Kosteneinsparungen möglich.

Eine integrierte Prozessüberwachung hält die Verfügbarkeit der Fertigungszelle sehr hoch. Dabei passen interne Überwachungs- und Optimierungsschleifen den Prozess kontinuierlich an die Qualitätsanforderungen an. Die niedrigen Prozesskosten erklären sich nicht zuletzt durch den Umstand, dass der Lagerbestand durch die Inline-Fertigung auf annähernd Null zurückgefahren werden kann. Neue Produkte können konkurrenzlos schnell qualifiziert werden, da die direkte Verkettung der einzelnen Prozessschritte alle Abhängigkeiten und Einflussgrößen unmittelbar offenlegt. Damit lässt sich auch ein Produktwechsel wesentlich schneller als im konventionellen Herstellungsschema vollziehen.

Die Wettbewerbsfähigkeit der neuen Anlagentechnik stand bereits zu Beginn der Entwicklung im Fokus. Nur durch eine automatisierte Fertigung und das Vermeiden manueller Zwischenschritte gelingt es, eine so niedrige Fehlerrate umzusetzen, wie sie nie zuvor erreicht wurde. Dieser Vorteil ist insbesondere für eine Fertigung in Europa, also in einer Region mit vergleichsweise hohen Löhnen, niedriger Arbeitszeit und damit entsprechend hohem Automatisierungsgrad in der Produktion, von weitreichender Bedeutung.

Konfigurationsmöglichkeiten der Anlage in der Praxis

Die Inline-Produktionsanlage, wie sie bei Balda ab Mai dieses Jahres zum Einsatz kommt, kann grundsätzlich drei unterschiedliche Dekorationsarten realisieren.

Hard Coat. Diese Schicht bedeutet einen hohen Kratzschutz für transparente Bauteile wie LCD-Abdeckungen.

Metallisierte Oberflächen. Die aufgedampfte Metallschicht wird durch einen anschließend aufgetragenen Hard Coat geschützt. Auf diese Weise lassen sich auch transparente Bauteile so beschichten, dass ein semitransparenter Spiegel-Effekt erzeugt wird. Auch NCVN-Schichten können auf die Handyschalen aufgebracht werden. Diese Schichten sehen zwar metallisch aus, haben aber den Vorteil, die Antennenleistung nicht zu beeinflussen. Eine solche Metallisierung wird etwa bei GSM- und UMTS-Mobiltelefonen und bei DECT-Funktelefonen eingesetzt.

i	Hersteller
<p>Balda Solutions Deutschland GmbH Bergkirchener Straße 228 D-32549 Bad Oeynhausen Tel. +49 (0) 57 34/9 22-0 Fax +49 (0) 57 34/9 22-2747 www.balda.de</p> <p>Singulus Technologies AG Hanauer Landstraße 103 D-63796 Kahl am Main Tel. +49 (0) 61 88/4 40-0 Fax +49 (0) 61 88/4 40-110 www.singulus.de</p>	

Hochglanz-Oberflächen. Nacheinander werden ein farbgebender Grundlack und ein hochglänzender Hard Coat als Dauerschutz aufgetragen. Dadurch entsteht z.B. der „Piano Black“-Effekt auf den Handyschalen, der die Schellack-Anmutung hochwertiger Klaviere nachempfunden.

Um diese flexiblen Einsatzmöglichkeiten vollständig nutzen zu können, muss die Anlage modular aufgebaut sein. Je nach Anforderungsfall können eine oder mehrere Produktionszellen der Anlage kombiniert zum Einsatz gebracht werden. Dadurch ergeben sich zukünftig weitere Anwendungsmöglichkeiten, die sich auf konventionellem Wege nur schwer oder gar nicht umsetzen lassen. Hierzu gehören etwa Laser, die zwischen den Produktionszellen angeordnet werden können, um individuelle Texte, Zeichen oder Grafiken auf die Oberflächen aufzubringen (z. B. Tag/Nacht-Design für Schalter und Knöpfe im Automobil-Innenraum), aber auch Druckprozesse wie etwa Tampon-, Sieb- oder Digitaldruck, die sich

ideal mit der Anlagentechnik kombinieren lassen.

Großes Kundeninteresse

Erste Gespräche mit Kunden aus der Automobilindustrie, Unterhaltungselektronik und Kosmetikbranche verliefen sehr positiv. Besonderen Wert legen diese Interessenten auf eine gleichbleibend hohe Qualität und eine niedrige Ausschussrate.

Schon jetzt gibt es eine Vielzahl von Produkten aus verschiedenen Bereichen, die Kunden für die neue Inline-Fertigungstechnik qualifizieren. Die Planungen zur Erweiterung der Produktionskapazitäten bei Balda in Bad Oeynhausen haben deshalb bereits begonnen. ■

DER AUTOR

CHRISTOPH STECKER, geb. 1974, ist Leiter Advanced Technology bei der Balda Solutions Deutschland GmbH, Bad Oeynhausen; cstecker@balda.de

SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

Everything in a Continuous Flow

INJECTION MOULDING AND SURFACE FINISHING IN A SINGLE PROCESS SEQUENCE. *The principle of one-piece flow is currently gaining in importance in the manufacturing and processing of plastics. Working together, Balda and Singulus have developed an inline system for injection moulding, coating and painting plastic parts. The processing centre is targeted to begin operation at Balda in Bad Oeynhausen this May.*

NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103893** on our website at www.kunststoffe-international.com