

Dekor und Funktion auf einer Folie

Heyco produziert Spritzgussteile mit Class-A-Oberfläche und integrierter Elektronik

Gedruckte Elektronik auf Spritzgussteilen bedeutet heute immer einen mehrlagigen Aufbau. Dekorfolien werden im FIM-Verfahren hinterspritzt und die elektronischen Funktionen über eine weitere Trägerfolie dahinter geschaltet. Neue Materialien erlauben nun die Integration beider Lagen auf einer dreidimensional verformten Folie mit Dekor und aufgedruckten Leiterbahnen. Im abschließenden Spritzgießprozess entstehen so werkzeugfallende, funktionale Dekorbauteile.

Mit zunehmender Individualisierung des Fahrzeuginterieurs und der dadurch bedingten Forderung nach erweiterter Designfreiheit erlebt das automobiler Bedienungskonzept einen Wandel. Kapazitive Taster und Touch-Panels etablieren sich zunehmend und verdrängen die bisherigen Baugruppen mit beweglichen Schalterelementen. Auf diese Weise gelangen ästhetische, durchgängig dreidimensionale Flächen mit planen Touch-Displays und dreidimensionalen Eingabebereichen ohne jegliche Fugen. Dieser Systemwandel, gepaart mit Forderungen nach Leichtbau und Kostenoptimierung, erhöht den Druck auf die Hersteller hochwertiger Interieurbauteile, adäquate Ferti-

gungsmethoden zu entwickeln. Hier bringt die Heyco IML Kunststofftechnik GmbH & Co. KG als Partner der Automobilindustrie ihre Lösungskompetenz für komplexe Aufgabenstellungen ein.

Heyco entwickelte mit der „Integrated Molded Electronic“, kurz Heytronic, eine Lösung für die Umsetzung solcher innovativer Bedienkonzepte. Diese vereinfacht den Systemaufbau elektromechanischer Bedienfelder, indem sie Dekoroberfläche, Elektronik und Strukturelemente in sich vereint. Heyco ist Entwicklungspartner und Lieferant foliendekorierte Kunststoffprodukte. Zur Herstellung folienhinterspritzter dreidimensionaler Spritzgussteile nutzt das Unternehmen vor allem

das FIM-Verfahren (Film Insert Molding). Maschinenpark und Prozessspezialisten decken hierbei das gesamte Fertigungsspektrum vom Siebdruck (**Bild 1**) über die Verformung bis hin zum Spritzgießen ab.

Folie und Prozess – ein diffiziles Entwicklungsprojekt

Die Entwicklung von hochverformbaren Tinten aus dem Umfeld der gedruckten Elektronik („printed electronics“) eröffnet die Möglichkeit, elektronische Schaltungen in den FIM-Prozess zu integrieren. Mehrere interne Entwicklungsprojekte hatten das Ziel, Dekorschicht und funkti-

Der Heytronic-Demonstrator: eine folienhinterspritzte Blende mit Dekor und aufgedruckten kapazitiven Bedienfunktionen. Die Funktionssymbole sind lasurschwarz hinterlegt, sodass die Tasten nur bei entsprechender Hinterleuchtung sichtbar sind. (© Heyco)



Bild 1. Als Vorstufe zum Film Insert Molding (FIM) bedruckt Heyco die Folien im Siebdruck (© Heyco)



kontaktiert die leitenden Strukturen über einen Flachstecker mit dem Controller. Die Gestaltung eines schwarzen Grunddekors erlaubt es, die abschirmende Wirkung unterschiedlicher Farbpigmente zu untersuchen.

Die Designer hinterlegten die Funktionssymbole lasurschwarz, sodass ein sogenannter Verschwindeffekt entsteht: Die Tasten sind nur bei entsprechender Hinterleuchtung sichtbar (**Titelbild**). Dekor und Elektronik applizierte Heyco unter Verwendung eines Siebdruck-Zylinder-vollautomaten in mehreren Druck- »

onellen Druck miteinander zu verbinden und die Folie als Träger beider Elemente für die nachgeschalteten Verarbeitungsprozesse wie Hochdruck-Thermoformen und Spritzgießen zu optimieren. In den Untersuchungen standen unterschiedliche Sachverhalte im Fokus:

- die Abstimmung der Dekorfarben und Funktionspasten gemäß den Anforderungen an Lösemittelbeständigkeit, Verformbarkeit und thermisches Prozessverhalten,
- der Einfluss der Fertigungsparameter auf den ohmschen Widerstand der gedruckten Leiterstruktur,
- die Korrelation zwischen der Layoutgestaltung und den elektrischen Signalstärken für kapazitive Tasten,
- das Erzeugen transparenter, durchleuchtbarer Schaltflächen auf Basis elektrisch leitender Polymere (z.B. Poly-3,4-ethylendioxythiophen, PEDOT),
- die Vermeidung von Oberflächenmarkierungen durch Leiterbahnen auf der Sichtseite und
- die Kontaktierung der Elektronik.

Mit Blick auf die Serienfertigung ging es dabei von Anfang an auch darum, stabile Prozesse sicherzustellen.

Funktionsfähiger Demonstrator mit Schieberegler und Tasten

Um Antworten auf die offenen Fragen zu finden, entwickelte Heyco einen Demonstrator mit Dekordruck und kapazitiven Tasten. Das Touch-Layout (**Bild 2**) beinhaltet einen kreisrunden Schieberegler, ein sogenanntes Wheel, sowie Tasten mit unterschiedlicher geometrischer Auslegung. Leiterbahnen verbinden die Tasten mit einem seitlich herausgeführten „Flextail“. Diese Lasche

gängen auf einer Folie aus Polycarbonat (PC). Diese wurde anschließend unter Hochdruck thermoverformt (**Bild 3**), gestanzt und im finalen Fertigungsschritt zu einer funktionsfertigen Bedienblende mit PC hinterspritzt.

Für eine detaillierte Untersuchung des Prozessverhaltens und Verifizierung der FIM-spezifischen Gestaltungsregeln wurde der Versuchsaufbau im Rahmen

Heytronic im Vergleich

Heytronic-Spritzgussteile eröffnen neue Perspektiven, um aktuellen und zukünftigen Forderungen der Automobilindustrie zur Realisierung von Dekorbauteilen mit elektronischen Funktionalitäten gerecht zu werden. Verglichen mit konventionellen elektromechanischen Schalter-Baugruppen bieten sie eine Reihe von Vorteilen:

- nahtlose 3D-Oberfläche, durchgängige Optik, dadurch hohe Designfreiheit
- geringeres Gewicht und geringe Dicke, dadurch Vorteile beim Einbau
- im Siebdruckverfahren aufgebrachte Elektronik, geringere Zahl an Einzelteilen, werkzeugfallende Fertigung, kein Montageaufwand, dadurch geringere Fertigungskosten
- keine beweglichen Teile, durch Einhausung geschützte Elektronik, geschlossene, wasserdichte Oberfläche, dadurch weniger Verschleiß und hohe Langlebigkeit
- keine Schmutzecken, leicht zu reinigen, dadurch anwenderfreundlich und hygienisch

➤ www.heyco.de

Der Autor

Dipl.-Ing. (FH) Andreas von Riewel ist seit 2014 als Leiter der Prozessentwicklung für die Heyco IML Kunststofftechnik GmbH & Co. KG in Remscheid tätig; andreas.von-riewel@heyco.de

Service

Literatur & Digitalversion

- Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/3159060

English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

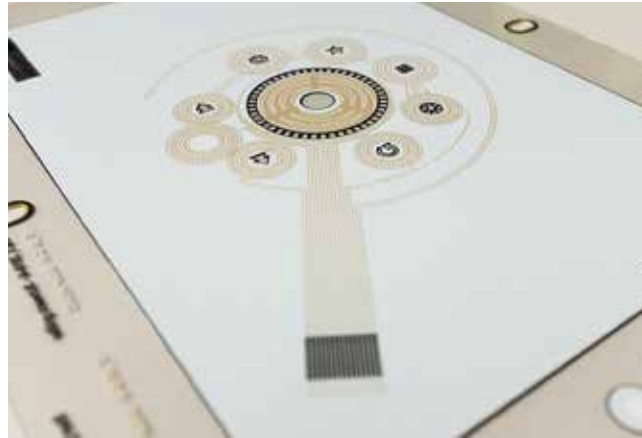


Bild 2. Elektronischer Funktionsdruck des Heyco-Demonstrators vor dem Verformen. Das Layout beinhaltet ein Wheel, mehrere Tasten und einen seitlich herausgeführten Flextail
(© Heyco)

der Projekte mannigfaltig verändert. Hierbei wurden die Parameteränderungen und die elektrischen Messwerte der kapazitiven Strukturen in Beziehung zueinander gesetzt. Beispielsweise prüfte Heyco verschiedene PC-Folien mit variierenden Dicken und unterschiedlichen Oberflächenstrukturen von mattiert bis hochglänzend, mit und ohne Hardcoat-Beschichtung. Ebenso testeten die Entwickler beim Siebdruck verschiedene Schichtaufbauten, indem sie die dekorativen und funktionellen Materialsysteme abwandelten.

Neben den Prozessparametern beim Verformen und Hinterspritzen variierten die Fertigungsspezialisten geometrische Faktoren wie Verformhöhen und Radien sowie die Fließigenschaften der verwendeten Polycarbonate. Speziell beim Hinterspritzen standen Aspekte wie Auswaschungen im Anschnittbereich, Farbaufrisse, Delaminationseffekte sowie Verzerrungen von Dekor und Leiterbahndruck im Fokus der Untersuchungen.

Thermische und mechanische Belastung der Einlegefolie kontrollieren

Die Entwickler vermaßen die gefertigten Bauteile in allen Varianten nach mechanischen und elektrischen Kriterien. In den Untersuchungen wurden die umgesetzten Leiterbahnbreiten (**Bild 4**) und Schichthöhen der gedruckten Strukturen ermittelt sowie die spezifischen Leitungswiderstände, Signalstärken und das jeweilige Signal-Rausch-Verhältnis (Signal-to-Noise Ratio, SNR) der kapazitiven Tasten.

Auf Grundlage der so gewonnenen Daten konnte Heyco ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Kunststoff-



Bild 3. Im Hochdruck-Verformungsprozess (Niebling-Verfahren) werden die bedruckten Folien dreidimensional verformt. Dafür ist eine angepasste Prozessführung und ein hohes Maß an Prozesswissen unumgänglich (© Heyco)

bauteile mit hochwertiger Oberfläche und kapazitiven Tastern (Markenname: Heytronic) entwickeln und die Prozessgrenzen dafür determinieren. Ohne die umfangreiche Entwicklungsarbeit wäre die nun erreichte Prozesssicherheit nicht möglich. Der Schichtaufbau (Layerstack) im Druck, respektive die Abstimmung der unterschiedlichen Dekor- und Funktionspasten, sowie die Verarbeitungsparameter beim Verformen und Hinterspritzen sind entscheidende Faktoren dafür.

Beispielsweise korrelieren im Standard-FIM unerwünschte Auswaschungen und Dekorverzerrungen mit der Einspritzgeschwindigkeit, Schmelze- und Werk-

zeugtemperatur sowie dem Fließverhalten des eingesetzten Thermoplasts [1–3]. Bei der Heytronic erhöhen die zusätzlich aufgedruckten elektronischen Funktionen die Sensibilität des Fertigungsprozesses noch. Daher ist es wichtig, die thermische und mechanische Belastung auf die Einlegefolie in der Einspritzsequenz über die Steuerung der Schmelze- bzw. Strukturviskosität zu minimieren. Der Einsatz eines leichtfließenden Kunststoffs reduziert hierbei ebenso die Scherbelastung auf die Folie wie die Beachtung einer ausreichenden Wanddicke während der Bauteilauslegung. Weiterhin sollte die Schmelze- und Werkzeugtemperatur auf das jeweilige Bauteil angepasst werden, um ein Optimum aus Scher- und Temperaturbelastung zu erreichen. Darüber hinaus minimiert ein gestuftes Einspritzprofil mit angepasstem Volumenstrom den Wash-out-Effekt.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist die adäquate Temperaturführung im Verformungs- und Spritzgießprozess. Diese beeinflusst die Leitfähigkeit der ge-



Bild 4. Leiterbahnbreiten und Schichthöhen der gedruckten Strukturen wurden auf Messprojektoren des Typs IM6120 (Hersteller: Keyence) vermessen
(© Heyco)

druckten Leiterbahnen bzw. die Signalqualität der kapazitiven Strukturen maßgeblich. Je nach Aufbau der Druckschicht aus Dekorfarben und Funktionspasten ergeben sich unterschiedliche Richtwerte für die Verarbeitungstemperatur. Diese Aspekte müssen bei der Produktauslegung und Prozessplanung solcher Bauteile unbedingt berücksichtigt werden. Bei Nichtbeachtung kann es zu

einem Totalausfall der elektrischen Funktionen kommen.

Problematisch ist hierbei, dass ein solcher Bauteilfehler oft erst am Ende der Wertschöpfungskette auftritt, wobei die fortgeschrittene Produktveredlung hohe Kosten generiert. Ohne eine präzise Fertigungssteuerung und qualitätssichernde Maßnahmen lassen sich somit derart komplexe Bauteile nicht wirtschaft- ➤



Bild 5. Bauteile mit optischem 3D-Effekt: Durch Kombination mehrerer Folien scheinen die Symbole plastisch vor einem rückseitigen Dekor zu schweben (© Heyco)

lich herstellen. Vielmehr gilt es, jedes Bauteil individuell zu beurteilen und produktspezifische Lösungskonzepte zu erarbeiten. Heyco hat sich dafür umfangreiches Prozess-Know-how erarbeitet.

Betriebssichere Signalverarbeitung

Verglichen mit konventionellen elektro-mechanischen Schalter-Baugruppen bieten Heytronic-Spritzgussteile entscheidende Vorteile (siehe **Infokasten**). Dazu zählen in erster Linie der geringere Bauraumbedarf und die günstigeren Herstellkosten – die Fertigung einer zusätzlichen Folie bzw. einer flexiblen Leiterplatte und deren Montage mit dem Dekorlayer entfallen.

Daneben bieten diese Bauteile mit integrierter Elektronik auch technische Vorteile: Das kapazitive Feld rückt deutlich näher an die Bauteiloberfläche, weil es nicht die gesamte Bauteildicke, sondern lediglich die Foliendicke durchdringen muss. Dies bewirkt in Kombination mit einer spaltfreien Einbausituation eine betriebssichere Signalverarbeitung.

Ausblick

Die von Heyco erarbeitete Technologie bietet viele Möglichkeiten, Dekor und Strukturaufbau zu variieren. Um den Grad an

Funktionsintegration noch auszubauen, ist die Erweiterung des Elektronikdrucks um Antennen, Widerstände oder Sensoren ebenso denkbar wie die Applikation von LEDs auf der Dekorfolie vor dem Hinterspritz- bzw. Verformungsprozess.

Die Kombination des kapazitiven Drucks mit einer „schwebenden Symbolik“ eröffnet Designern neue Optionen (**Bild 5**). Diese innovative Dekorgestaltung, erstmals auf der K 2016 vorgestellt, entwickelte Heyco in Kooperation mit Covestro. Durch die Verwendung mehrerer Folien und eine entsprechend angepasste Werkzeugtechnik zur Realisierung eines Sandwichverbundes entstehen Bauteile mit optischem 3D-Effekt, bei dem Symbole plastisch vor einem rückseitigen Dekor „schweben“. Eine Kombination aus seitlicher und rückseitiger Beleuchtung ermöglicht zusätzlich eine Variation der Tiefenwirkung und Symboldarstellung [4]. Ein zusätzlicher funktioneller Druck erlaubt dementsprechend die Umsetzung kapazitiver Tasten mit einer neuartigen Designoberfläche. ■