

# Formsache Automobildisplay

## Großflächige gebogene Kunststoffblenden mit integrierten Displays

Displays harmonisch in die Linienführung eines Fahrzeugcockpits zu integrieren war bisher eine echte Herausforderung. Das Unternehmen Continental setzt nun eine Kombination aus Film Insert Molding, In-Mold Decoration und Spritzprägen ein, um große dreidimensional geformte Kunststoffblenden zu fertigen.



In die durchgehend 3D-geformte Instrumentenblende sind zwei Displays nahtlos integriert (© Continental)

Fahrzeugcockpits werden immer stärker von Displays geprägt. In der Regel verfügen aktuelle Modelle über zwei vollfarbige, grafikfähige Anzeigen. Das Kombinationsinstrument besteht meistens aus einem großen Display (Full Digital Cluster, FDC). Zusätzlich dazu befindet sich oft in der Mittelkonsole ein zweites Display, das in der Regel nicht direkt fahrrelevante Inhalte wie Navigation, Infotainment und Bedienung darstellt. Häufig verfügt es über eine Touch-Funktion. Der Trend geht seit Jahren ungebrochen dahin, dass Anzahl, Diagonale und Auflösung der Displays zunehmen.

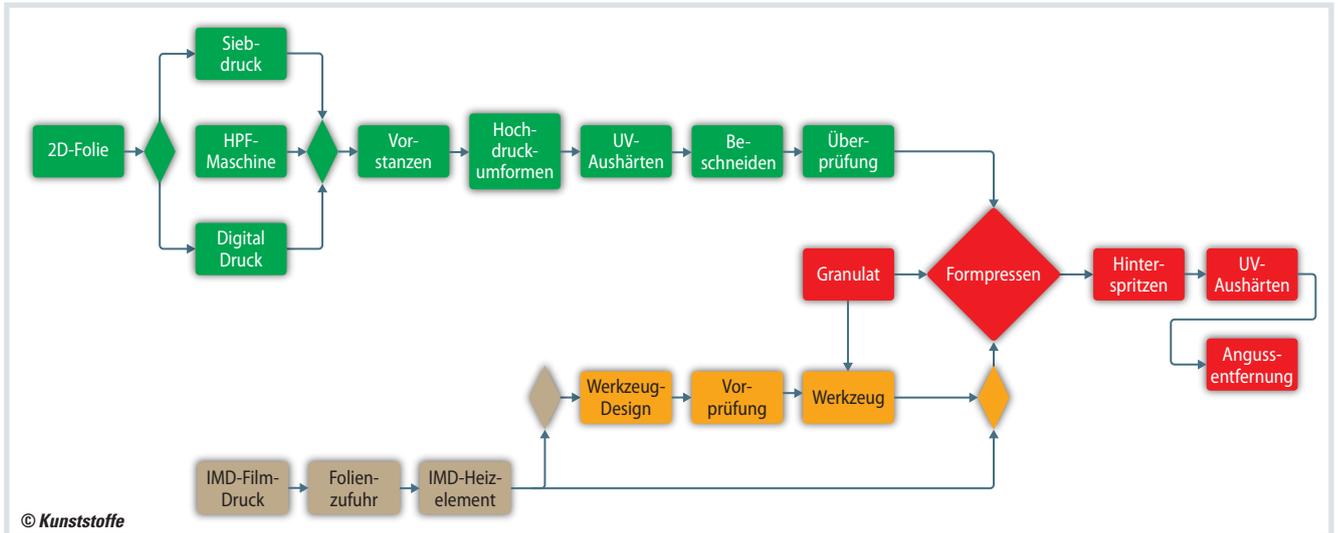
Die technischen Eigenschaften solcher nebeneinander angeordneten Displays möglichst exakt zu harmonisieren (Weißpunkt, Farbtemperatur, Farbkoordinaten, Schwarzhomogenität) stellt eine große Herausforderung dar. Eine weitere besteht darin, die Displayoberflächen

harmonisch in die Linienführung eines Cockpits zu integrieren. Displays auf Glasbasis erweisen sich als etwas sperrig. Die erreichbare Krümmung liegt bei ihnen etwa bei 800 bis 3000 mm Radius. Wesentlich bessere Voraussetzungen bieten flexible Anzeigen wie AMOLED-Displays (Active Matrix Organic Light Emitting Diode). Allerdings benötigen AMOLED zwingend eine Schutzschicht, um für den vergleichsweise rauen Fahrzeugeinsatz mit Touch-Bedienung geeignet zu sein.

### Durchgehende 3D-Kunststoffblende

Um diese Herausforderung zu lösen, hat das Unternehmen Continental AG, Hannover, eine durchgehende 3D-Kunststoffblende entwickelt (Titelbild). Sie schützt die dahinter liegenden beiden AMOLED-Displays mit 12,3 Zoll vor mechanischer Beschädigung. Außerdem lässt die par-

tiell bedruckte Blende die Bildschirme nahtlos mit der umgebenden Fläche verschmelzen, wodurch die gesamte gekrümmte Fläche wie ein einziges durchgehendes Instrument wirkt. Für diese Innenraumverkleidung wurden mehrere Sonderproduktionsverfahren miteinander kombiniert. Das sogenannte High-Pressure Forming (HPF) dient etwa zur Umformung der zweidimensional bedruckten Folie in die dreidimensionale Kontur des finalen Bauteils. Dieses wird im Anschluss in ein Werkzeug eingelegt und hinterspritzt. Dieser Prozess nennt sich Film Insert Molding (FIM). Beim In-Mold-Decoration-Verfahren (IMD) wird schließlich im Rolle-zu-Rolle-Prozess schon im Spritzgusswerkzeug die Hardcoat-Beschichtung auf das Bauteil aufgebracht. In Kombination mit dem Spritzprägeverfahren sorgt das für sehr geringe Spannungshaushalte im Bauteil. Die Herausforderung bei der »



**Bild 1.** Der Fertigungsprozess der Kunststoffblende erfolgt zunächst in zwei getrennten Prozessen, die danach zusammengeführt werden

(Quelle: Continental)

Entwicklung dieses Produktionsverfahrens lag in den Dimensionen der Blende: Das Muster misst rund 200 mm x 700 mm. Diese Größe konnte bisher weder im IMD- noch im FIM-Verfahren mit >100 mm Umformhöhe verarbeitet werden. Die verwendeten Maschinen sind bei Inbetriebnahme teilweise weltweit einzigartig.

Die 3D-Instrumentenblende ist aus drei Funktionslagen aufgebaut. Die Rückseite bildet eine bedruckte Folie (FIM) mit 375 µm Stärke, die Vorderseite ist eine 15 µm dünne Hartschicht, die von einer Transferfolie (IMD) aus übertragen wird. Der Kern des Bauteils besteht aus 2,1 mm dickem Polycarbonat (PC), das zwischen FIM-Folie und vorderseitige IMD-Folie eingespritzt wird. Anschließend bleibt es

bei homogenem Druck und Temperaturen von anfänglich 300 °C während der Abkühlphase im Werkzeug. Trotz der Größe von 200 mm x 700 mm wiegt das rund 2,5 mm dicke Endprodukt nur rund 350 g.

Ohne umfangreiche technische Erfahrung mit den eingesetzten Fertigungstechnologien wäre diese Integration nicht möglich gewesen. Bei der Kombination aller Schritte zusammen mit der dreidimensionalen Kontur der Blende handelt es sich nämlich um ein komplett neues Verfahren. Continental kamen dabei die viele Jahrzehnte Erfahrung mit der Bedruckung von Folien und deren Umformung, beispielsweise für Zifferblätter von klassischen Tachos, zugute. Auch die Erfahrung des Automobilzulieferers im Spritzen von

optischen und hochtransparenten Bauteilen wie Spiegel für Head-up-Displays und Deckgläser war enorm wichtig. Auch die Transferapplikation von dünnen Filmen wird bereits seit vielen Jahren in der Großserie genutzt, etwa um transparenten Zeigerfahnen ihre leuchtfarbige Oberfläche zu geben oder hochwertige und beständige Klavierlack-Oberflächen auf Kunststoffblenden zu erzeugen.

### Die passenden Rohstoffe finden

Neben den Fertigungstechnologien war auch die Auswahl der passenden Rohstoffe eine große Herausforderung. Die Anforderungen an die Materialien im Automobilbereich sind sehr hoch. Dazu zählen Wärmebeständigkeit, etwa gegenüber direkter Sonneneinstrahlung oder der Verlustwärme der Displays, Dimensionsstabilität, Kratzfestigkeit trotz zahlreicher Abriebhübe und optische Qualität, die dem Vergleich mit hochwertigen Materialien wie Mineralglas standhalten muss. Auch eine hohe Schlagzähigkeit ist notwendig, um im schlimmsten Fall selbst bei einem Kopfaufprall ein Splittern des Deckglases zu verhindern. Außerdem muss eine Touch-Bedienung integrierbar sein. Wie bei jeder Lebensdauerkomponente im Fahrzeug wird eine Dauerfestigkeit über 10 Jahre bzw. 300 000 km erwartet – und auch kompromisslos getestet. Aus diesem Grund kommen nur speziell ausgewählte Materialien infrage.

**Bild 1** zeigt die beiden Stränge des Fertigungsprozesses im Überblick. Der obere



**Bild 2.** Die FIM-Maschine für die 3D-Heißumformung großformatiger PC-Bögen arbeitet mit 60 bar

(© Continental)

Strang erzeugt die bedruckte Rückseite der Blende durch FIM, der untere Strang führt die Transferfolie mit der Hartbeschichtung zu. Am Zusammentreffen der beiden Stränge folgt die Hinterspritzung der beiden Folienschichten mittels Spritzprägen.

Am Anfang des oberen Stranges steht jeweils ein großer Bogen aus PC-Folie (Typ: Makrofol HF; Anbieter: Covestro AG, Leverkusen). Das Makrofol HF eignet sich wegen seiner hohen Wärmeformbeständigkeit und Transparenz sowie der sehr guten Formbarkeit und Elastizität über einen großen Temperaturbereich optimal für den Anwendungszweck. Diese 375 µm dünne Folie wird zunächst in einem Kombinationsverfahren aus Digital- und Siebdruck mit Funktions- und dekorativen Drucken sowie farbigen Elementen versehen. Der Digitaldruck dient dazu, anspruchsvolle Farbverläufe und grafische Muster zu erzeugen. Selbst fotorealistische Drucke sind umsetzbar.

### 3D-Umformen großer Teile

Heizkacheln erwärmen in einer HPF-Maschine den fertig gedruckten 2D-Folienbogen, bis er bei 150 °C seine Glasübergangstemperatur erreicht. Nun wird der aufgeheizte Bogen über dem 3D-Werkzeug positioniert, und das Umformwerkzeug schließt sich. Luftdruck mit rund 60 bar legt die Folie an die 3D-Kontur der Form an (Bild 2). Nach der Entnahme aus der Maschine härtet der umgeformte Film dann unter UV-Licht aus. Bei der Prototypfertigung wird der 3D-Rohling anschließend mit einem Fräsverfahren allseitig auf die Bauteilkontur beschnitten, und gegebenenfalls erforderliche Bohrungen werden durchgeführt. Das Ergebnis dieses Prozesses ist die Rückseite der späteren Instrumentenblende. Die verwendete HPF-Maschine des Herstellers Niebling GmbH, Penzberg, ermöglicht ein echtes 3D-Umformen großformatiger Bauteile mit Ziehtiefen von ≤150 mm bei Bogengrößen von 1150 mm x 650 mm. Das formgebende Werkzeug wurde speziell für diesen Prozess entworfen.

In dem unteren Strang der in Bild 1 dargestellten Fertigung wird der Trans-

ferfilm mit der Hartbeschichtung vorbereitet. Dieser IMD-Film wird der Spritzgießmaschine als Rollenmaterial zugeführt. Durch das dreidimensionale und großformatige Design der Displayblende war es auch in diesem Fertigungsabschnitt notwendig, über die bisher bestehenden technologischen Grenzen hinauszugehen.

Vor dem Hinterspritzen wird der bedruckte 3D-Film in das komplexe Spritzgießwerkzeug eingelegt. Die beiden Werkzeughälften wiegen zusammen über 16 t. Zudem verfügt das Werkzeug aufgrund seiner Komplexität über eine gewisse Intelli-

genz in Form einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), die u. a. die Bedienung via Smartphone und über WLAN unterstützt. Die SPS ist zuständig für die Überwachung und Koordination der mehr als 60 Aktoren und Sensoren, die sich in dem Werkzeug befinden. Sie wickelt eigenständig das Zusammenspiel mit Spritzgießmaschine und zwei weiteren Sekundärperipherien ab. Während des Einlegens des FIM wird die IMD-Schutzfolie (Typ: Bright View; Anbieter: Leonhard Kurz Stiftung GmbH & Co KG, Fürth) von einem speziellen Folienszuführgerät im Werkzeug positioniert. »

## HB-THERM® THERMO-5

Kraftvoll, tiefergelegt und effizient 

Die neue Baugröße 4

- max. Vorlauftemperaturen 100 / 140 / 160 °C
- drehzahlgeregelte Radialradpumpe bis 220 L/min
- Heizleistungen bis 32 kW
- Kühlleistungen bis 110 kW @ 60 Kelvin
- Gerätehöhe nur 650 mm



[www.hb-therm.ch](http://www.hb-therm.ch)



**Bild 3.** Der zwölfteilige Spannrastermechanismus für die Positionierung der IMD-Folie sorgt für eine exakte Fixierung der Folie vor dem Hinterspritzen

(© Continental)

Für die Fixierung der Folie im Werkzeug dient ein zwölfteiliges Klemmrahmenkonzept. Dieses fixiert die Folie mit einer exakt definierten Abfolge geschwindigkeits- und positionsgeregelt im Werkzeug (**Bild 3**). Unter Vakuum legt sich die Transferfolie faltenfrei in die Form.

Sind beide Folien positioniert, werden die Werkzeughälften geschlossen und mit bis zu 300 °C heißem PC (Typ: Makrolon Ai, Anbieter: Covestro) hinterspritzt. Das bedruckte FIM und der transparente IMD-Schutzlack werden durch die hohen Temperaturen und Drücke ein fester Bestandteil der Blende. Um eine gleichmäßig hohe optische Qualität der

späteren Blende sicherzustellen, wird der Kunststoff in die noch leicht geöffnete Kavität eingespritzt und diese erst nach dem vollständigen Einspritzen komplett geschlossen. Das sorgt für einen niedrigen Fülldruck und eine homogene Druckverteilung während der Abkühlphase. Aufgrund der dabei entstehenden Auftriebskräfte muss die Hydraulik der Maschine Schließkräfte von bis zu 1500 t erzeugen. Beim Öffnen der Maschine löst sich der IMD-Transferfilm von der Vorderseite der 3D-Blende, während die Hart-schicht (Schutzlack) auf dem PC verbleibt.

### *Haptisches Feedback erhöht Sicherheit*

Das PC mit seiner glasartigen Transparenz, einer hohen Schlagzähigkeit auch bei niedrigen Temperaturen und der guten Dimensionsstabilität gibt der 3D-Instrumentenblende ihre Festigkeit. Nach dem Abkühlen härtet der IMD-Schutzlack der fertigen Blenden unter UV-Licht aus. Anschließend werden die Angüsse entfernt und sind nun bereit für das optische Dry-Bonding der beiden 12,3 Zoll großen AMOLED-Displays.

Bei Blenden aus Kunststoffen können auf der Vorderseite zusätzliche 3D-Strukturen erzeugt werden, die den Finger des Fahrers bei der Bedienung der Mittelkonsole führen (**Bild 4**). Damit lassen sich etwa digitale Bedienelemente wie Schieberegler zur Lautstärkenverstellung nachbilden. Durch diese fühlbaren Orientierungshilfen sinken die Anforderungen an die Hand-Auge-Koordination. Der Fahrer muss den Blick kürzer von der Straße abwenden und behält das Verkehrsgeschehen



**Bild 4.** Oberflächentopografien auf der Blende erleichtern die Blindbedienung von Funktionen auf dem Display. Dadurch ist der Fahrer weniger vom Straßengeschehen abgelenkt (© Continental)

besser im Blick. Zusätzlich können dem Fahrer mit der 3D-Instrumentenblende taktile Rückmeldungen gegeben werden. Er fühlt z.B. an der Fingerspitze, sobald er eine Touch-Eingabe gemacht hat. Kontrollblicke werden kürzer oder entfallen ganz, was die Sicherheit steigert.

### *Vorteile des kombinierten Prozesses*

Mit den Fertigungsprozessen aus FIM-3D-Umformung, Rolle-zu-Rolle-IMD-Beschichtung und Spritzprägen lassen sich optisch hochwertige großformatige Instrumentenblenden erzeugen. Neben ihrem geringen Gewicht besitzen sie mehrere zentrale Vorteile. Der kombinierte Prozess erlaubt die Integration gekrümmter Displayoberflächen, was vor allem die Mittelkonsole besser in den bogenförmigen Greifraum der rechten Fahrerhand rückt. Die Bedienung der im Mittelkonsolendisplay integrierten Funktionsumfänge wird dadurch ergonomischer. Die Möglichkeit, zusätzlich dreidimensionale Strukturen auf der Oberfläche der Blende zu erzeugen, macht die Bedienung während der Fahrt noch sicherer und intuitiver. Und schließlich ermöglicht der Prozess die nahtlose Integration einzelner AMOLED-Displays ohne sichtbare Übergänge zwischen Bildschirm und Blendenfläche. Dadurch entsteht ein harmonisches Cockpit mit attraktiv gespannten Bogenverläufen.

Die neuartige Fertigungstechnik mit eigens dafür angepassten Maschinen hat sich in der Herstellung von Prototypblenden bewährt. Das neuartige Verfahren kann somit für künftige Serieneinsätze genutzt werden. ■

## Die Autoren

**Martin Lenz** ist Expert Plastic Design für Manufacturability und technischer Projektleiter für 3D-Kunststoffblenden bei Continental in Babenhausen;  
Martin.Lenz@continental.com

**Kai Hohmann** arbeitet als Produktmanager für Displayprodukte bei Continental in Babenhausen;  
Kai.Hohmann@continental.com

## Service

### Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2020-03](http://www.kunststoffe.de/2020-03)

### 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)