



In die Bedienblende sind sogenannte Verschwinde- bzw. Dead-Front-Effekte integriert. © IWK

### Hinterspritzen funktionalisierter PET-Folien

# Bedienoberflächen mit „Wisch und weg“

Bedienblenden, in denen die Funktions- und Dekorschicht durch Heißprägen bzw. Kleben nachträglich auf das Bauteil aufgebracht werden, kommen in großer Stückzahl aus Asien. In der Schweiz hat das IWK zusammen mit einigen Industriepartnern kürzlich ein Projekt zu Ende geführt, das die Herstellung solcher Bauteile auf einen Spritzgießprozess verkürzt und diesen damit auch für Verarbeiter in Westeuropa attraktiv macht.

**S**martphones und viele weitere Geräte aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik werden heute wie selbstverständlich durch Berühren einer kapazitiven Oberfläche bedient. Inzwischen tritt diese Technik ihren Siegeszug auch bei Haushaltsgeräten sowie im automobilen Innenraum an. Damit sind einige wesentliche Vorteile verbunden. Zum einen lassen sich immer mehr Funktionen in eine Bedienblende integrieren, ohne dass die Komplexität der Module steigt. Im Gegenteil: Eine Vielzahl an Tasten, Kippschaltern, Drehknöpfen und Rollrädern wird auf diese Weise durch ein einziges Bauteil substituiert, das sich zudem durch ein ansprechendes Design auszeichnet. Zum anderen erlaubt es diese Technik, ein hohes Maß an Standardisierung mit der Einführung neuer Geschäftsmodelle zu verbinden – ein wichtiger Trend in der Automobilindustrie. Konkret funktioniert das so, dass der Fahrzeughersteller einzelne Funktionen, die sich hinter der semitransparent bedruckten Folie an der Bauteiloberfläche verbergen, nur freischaltet, wenn der Kunde sie bucht.

Doch der OEM profitiert nicht nur auf der Erlös-, sondern auch auf der Kostenseite. Da mehrere Einzelteile wie die genannten Schalter wegfallen, für die bisher eigene, oft in 2K-Technik ausgeführte Spritzgießwerkzeuge hergestellt werden mussten, genügt nun eines. Weiteres Plus: Der OEM erspart sich die Produktion mehrerer ähnlicher Modultypen mit verschiedenen Funktionalitäten – samt der dahinterliegenden Lieferlogistik –, denn in einem Bauteil sind alle Funktionen ohne Mehraufwand bereits integriert.

### *Hightech im Hochlohnland*

Um diese Technik am Wirtschaftsstandort Schweiz zu etablieren, hat das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) in Rapperswil mit vier Industriepartnern die Rahmenbedingungen für eine Umsetzung in die Serie untersucht. Das IWK ist im Kanton St. Gallen am Ostufer des Zürichsees beheimatet und laut Institutsleiter Prof. Dr. Frank Ehrig eines der größten Institute im

Departement Technik der Ostschweizer Fachhochschule (OST). Zu den Projektpartnern zählen in diesem Fall hauptsächlich der Spritzgießverarbeiter A. & J. Stöckli AG und die Kurz-Gruppe, Hersteller auf Trägerfolien applizierter Dekorations- und Funktionsschichten, sowie zwei Endkunden, die ihre Produkte bei Stöckli fertigen lassen, namentlich aber nicht genannt werden wollen. Auf Vorschlag des IWK zudem mit an Bord: der Heißkanalhersteller Günther.

Das Projekt wurde von Innosuisse, der Schweizerischen Agentur für Innovationsförderung, kofinanziert. Ehrig, Mitgründer des IWK 2005, erläutert die Hintergründe: „Die Technologie selbst ist nicht neu, sie geht auf den Oberflächenspezialisten Kurz zurück und wird in einigen Anwendungen schon länger praktiziert. Die Produkte, über die wir hier reden, kommen heute größtenteils aus Asien. Dort werden die Folien allerdings nachträglich auflaminiert, sowohl das Dekor als auch die funktionalisierte Oberfläche.“ Derart personalintensive Prozesse seien in einem Hochlohnland natürlich nicht möglich. „Deshalb sah das Projektziel nicht nur vor auszuloten, wie solche Geräte zukünftig aussehen können, wenn man diese Technologie einsetzt, sondern auch, wie man sie vollautomatisch fertigen kann“, so Ehrig weiter.

### *Spritzgießen, Dekoration und Funktionsintegration in einem Schritt*

Um zu veranschaulichen, wie bei der Herstellung solcher Bedienblenden in einem Schuss Bedien-, Design- und Funktionsfläche miteinander verschmelzen, wirft Curdin Wick (**Bild 1**), Leiter des Fachbereichs Spritzgießen/PUR am IWK, beim Ortstermin ein Video des Prozesses an die Wand des Besprechungsraums. Im Grundsatz handelt es sich dabei um eine Kombination des IMD- und IML-Verfahrens auf den beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Werkzeugs.

Auf der beweglichen Seite des Werkzeugs (**Bild 2**) wird das Bauteil im IMD-Verfahren (In-Mold Decoration) mit einer Dekoroberfläche veredelt, indem während des Spritzgießprozesses ein mehrschichtiges Lackpaket im kundenspezifischen Design auf das Kunststoffbauteil übertragen wird. Nach jedem Zyklus wird die Folie (Hersteller: Kurz) von einem auf der Aufspannplatte der Maschine positionierten Folienvorschubgerät wie von einer Filmrolle nachgeführt, während unterhalb der Schließenheit die verbrauchte Trägerfolie aufgewickelt wird. Dabei stoppt das jeweilige Einzelbilddekor automatisch in der richtigen Position und wird mit einem Klemmrahmen an der Kavität fixiert. Anschließend wird die Luft zwischen der Trägerfolie und der Kavität evakuiert.

Gleichzeitig legt ein Linearroboter auf der festen Werkzeugeite eine auf Maß zugeschnitte-



**Bild 1.** Curdin Wick ist am IWK Fachbereichsleiter Spritzgießen/PUR und Dozent Maschinentchnik. © IWK

ne Sensorfolie ein, die ebenfalls mit Vakuum in Position gehalten wird. Diese Folie, hergestellt von PolyC, einem Tochterunternehmen von Kurz, ist mit einer leitfähigen Mikrostruktur bedruckt und wird im IML-Verfahren (In-Mold Labeling) hintergespritzt. „Wenn das Werkzeug zufährt, wird der Kunststoff seitlich über einen Filmanguss in den 2 mm breiten Spalt zwischen die beiden Folien eingespritzt“, erklärt Wick. Auf diese Weise entsteht ein funktionsfähiges Bauteil in einem Schritt.

### *Der Tail verschwindet im Werkzeug*

In mehreren Projektphasen untersuchten die Schweizer Kunststoffspezialisten sowohl die Prozessauslegung als auch die Gestaltungsmöglichkeiten für die Blende und die Kompatibilität verschiedener Materialkombinationen. Dazu wurde zunächst ein Werkzeug zur Herstellung einer einfachen, nahezu ebenen Versuchsblende gebaut. Curdin Wick fasst zusammen: „Damit haben wir verschiedene Aufbauten des Dekors und mehrere transparente Materialien wie Polycarbonat, PMMA oder den Copolyester Tritan getestet, auch bezüglich ihrer Kratzfestigkeit. Je nachdem, muss das Dekor noch mit UV-Strahlung ausgehärtet werden. Auch die Einspritztemperatur »

## Info

Kontakt zu den Projektpartnern:

[www.ost.ch/iwk](http://www.ost.ch/iwk)

[stockli.ch](http://stockli.ch)

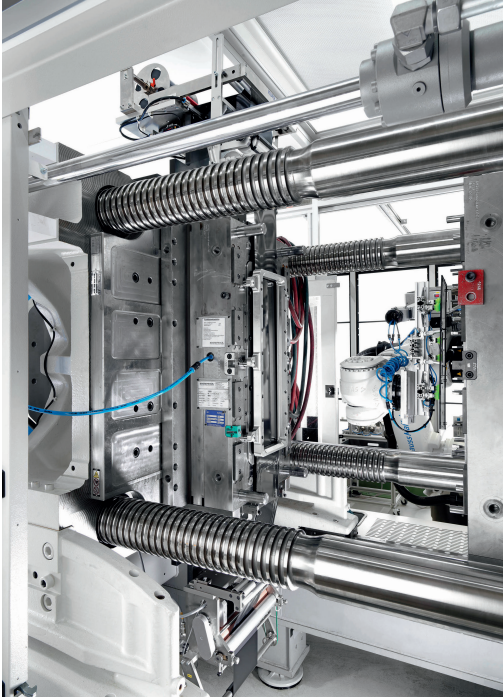
[www.kurz.de](http://www.kurz.de)

[www.guenther-heisskanal.de](http://www.guenther-heisskanal.de)

### Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter

[www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)



**Bild 2.** Ober- und unterhalb des Werkzeugs sieht man das Equipment zur Nachführung der IMD-Folie (links), der Sechachsroboter im Hintergrund legt gerade die IML-Sensorfolie ein (rechts). © Stöckli

spielt eine Rolle, wie sauber das Dekor auf das Material übertragen wird, da gibt es schon prozessbedingte Einschränkungen. Wir haben dann evaluiert, welche Materialkombination am besten passt.“ Ergebnis: Die Folien werden mit PMMA hinterspritzt.

Mit dem Versuchswerkzeug hat das Team um Wick auch einen Prozesskniff entwickelt: Für gewöhnlich ragt der sogenannte Tail an der IML-Folie – ein Fortsatz, mit dem das Bauteil schließlich elektrisch angeschlossen wird – beim Spritzgießprozess seitlich über die Werkzeuggestaltung hinaus. Mit dem modifizierten Werkzeugeinsatz lässt sich der Tail in der Kavität verstecken. „Durch können wir den Tail nun auch in der Mitte platzieren, weil er nicht mehr hinterspritzt werden kann – normalerweise befindet er sich am Rand“, hebt Wick einen weiteren Vorteil hervor.

### **Foliendesign mit Verschwindeeffekt**

Im nächsten Schritt entwickelte das IWK mit seinen Projektpartnern eine Blende für einen Demonstrator (**Titelbild**) von Grund auf neu. Nun ging es darum, gewölbte Oberflächen umzusetzen (**Bild 3**). „Welche Umformgrade macht das Dekor noch mit? Welche Designideen und Foliengrößen sind überhaupt möglich? Das wollten wir feststellen, auch um die verschiedenen Anforderungen unserer Projektpartner zu berücksichtigen“, erläutert Wick. Dabei habe man sich auf Erfahrungswerte gestützt, die Kurz über viele Jahre gesammelt habe. „Wir sind nahe an die Grenze des Machbaren gegangen, haben diese aber nicht ausgereizt, weil man sonst Gefahr läuft,

dass durch Faltenwurf an den Ecken der Lack nicht sauber übertragen oder sogar die ganze Folie verzogen wird, dann stimmt das Muster nicht mehr“, so der Projektleiter.

Allerdings wird nur das Dekor (IMD) auf die 3D-verformte Bauteilpartie aufgebracht, bei der Sensorfolie bleibt es bei 2D (bzw. 2,5D in eine Richtung). Dass die Sensorfolie flach im Werkzeug liegt, sieht man am fertigen Bauteil an einer feinen Linie – das ist der Vakuumpalt im Werkzeug, der sich auf der Oberfläche der Folie abzeichnet.

Wick zufolge lautete eine weitere Projektvorgabe, in die Bedienblende sogenannte Verschwinde- bzw. Dead-Front-Effekte zu integrieren. Hierbei präsentiert sich die Blende im ausgeschalteten Zustand möglichst unauffällig, meist als glatte schwarze Oberfläche. Nach dem Einschalten erscheint durch Hinterleuchtung ein Bedienfeld oder ein transluzentes Dekor. Dieser Wechsel zwischen blickdichten nahtlosen Designfronten und illuminierten Funktionsfeldern oder Dekoren lässt sich nur mit einem speziellen Schichtaufbau generieren, der bei Kurz in mehreren Schritten auf die Oberfläche der IMD-Folie gedruckt wird.

Als technische Basis für die kapazitiven Sensortasten überträgt der Folienhersteller PolyIC im Siebdruckverfahren ein hochfeines „Metal Mesh“, eine Art silberhaltige Tinte, auf ein dünnes (ca. 75 µm), flexibles PET-Substrat, mal als Gitternetzstruktur, mal in Form eines Diamant- oder, wie in diesem Fall, Backgammon-Musters. Damit lassen sich Bedienelemente in verschiedenen Größen sowohl auf ebenen als auch gewölbten Oberflächen erzeugen. Gemessen an ihrem filigranen Aufbau sind die Folien erstaunlich robust. Die Einspritzphase verläuft ohne besondere Rücksichtnahme, denn, so Wick, die Elektronik befindet sich auf der Rückseite, nicht auf der Einspritzseite. „Die Kunststoffschmelze kommt somit nur mit der PET-Trägerfolie in Kontakt, nicht mit den Leiterbahnen.“

»



**Bild 3.** Ansprechende Designideen mit möglichst gewölbten Oberflächen umzusetzen, war Zielsetzung der zweiten Projektphase. © IWK



**Bild 4.** Günther als bevorzugter Heißkanalpartner steuerte die Nadelverschlussdüse 12NHT2 (hier in der Version LA) bei.

© Günther Heißkanaltechnik

Dennoch war es dem IWK wichtig, für das Projekt einen bestimmten Heißkanalhersteller zu nominieren. Der Fachbereichsleiter dazu: „Die Heißkanalsysteme und Düsen von Günther haben schon in vergangenen Projekten sehr zuverlässig funktioniert. Gerade wenn, wie in dieser Anwendung hohe optische Anforderungen, eine geringe Scherbeanspruchung sowie variable Angusspunkt-Querschnitte und eine hohe Prozesssicherheit gefragt sind, macht sich die ausgereifte Technik bezahlt.“ Er hebt darüber hinaus das eindeutige Öffnungsverhalten, die gleichbleibende Angussqualität und die Möglichkeit des sequenziellen Einspritzens hervor. „Die Zusammenarbeit mit Günther besteht schon lange und umfasst auch einige Extras. Beispielsweise läuft aktuell ein Projekt, bei dem wir 2K-Schäume herstellen. Hier hat Günther für uns eine neue Coaxialdüse entwickelt, mit der wir die zwei Komponenten im Sandwichverfahren verarbeiten können“, so Wick weiter.

### **Lob für die beste Nebenrolle**

Für das Bedienblendenprojekt war eine Standard-Nadelverschlussdüse vom Typ 12NHT2–300S (**Bild 4**) ausreichend. Die Systemdüse mit konventionellem Heizelement wird mit dem Verteiler verschraubt. In der Vorkammer-Ausführung LA (Nadelführung aus pulvermetallurgischem Stahl) ermöglicht sie ein Eintauchen bis auf den Artikel und ist somit konturgebend. Im Bedarfsfall kann die Nadelführung ohne großen Aufwand gewechselt werden. Durch Austausch der Nadelführung und der Nadel lässt sich der Durchmesser des Angusspunkts ohne Nacharbeit am Formnest vergrößern bzw. verkleinern. In der Sonderausführung mit einem Titanring als thermische Isolierung kann der Anwender den Einsatzbereich der Düse auf Hochleistungskunststoffe wie

PBT, PEEK oder flüssigkristalline Polymere (LCP) erweitern.

Auch die Dickschichttechnik BlueFlow von Günther ist für Curdin Wick eine Überlegung wert: „Wir haben bei uns auch Düsen mit der BlueFlow-Technologie im Einsatz. Insbesondere in Zeiten der Energiekrise ist diese Technologie sicher eine interessante Möglichkeit für die Verarbeiter. In unseren Forschungsprojekten kommt es darauf meist noch nicht so an, da sind andere Kriterien entscheidend wie etwa die Prozesssicherheit und die Produktqualität.“

### **Designideen werden spielerisch materialisiert**

Die spritzgegossene Blende lässt sich im Nu einbauen. Nachdem der Filmguss per Laserbeschnitt oder Fräsen abgetrennt worden ist, wird der Tail in seiner Funktion als simpler Standardanschluss in die Elektronik einer Leiterplatte geklippt. Damit ist die Bedienblende bereit zur Montage. „In einem realen Bauteil hätte man lediglich noch Schnapper oder Dome zur Verschraubung integriert“, so Wick. Als Beispiel für eine Blende in der Größe des Demonstrators nannte er eine Kaffeemaschine. Auch hier wünschten Designer sich heute ebene unterbrechungsfreie Flächen, die im ausgeschalteten Zustand deaktiviert seien.

Das Sensorfeld der Folie lässt sich nahezu beliebig programmieren. Je nachdem, ob mit einem Touch ein Tastendruck oder die Bewegung eines Schiebereglers (Slider) ausgeführt werden soll, die Steuerung wertet Näherung und Position der Finger aus. Veranlasst wird der Schaltvorgang de facto durch eine Kapazitätsänderung. Vorteil: Man kann verschiedene Produktvarianten in einem Schuss realisieren. Nach einem Folientausch (Designänderung) zum Beispiel muss einfach eine andere Software aufgespielt werden.

Um Interessenten und potenziellen Kunden vorführen zu können, welche Designideen sich auf diese Weise fast spielerisch materialisieren lassen, haben Curdin Wick und sein Team die neue



**Bild 5.** Demonstrator für die Bedienblende eines Backofens mit verschiedenen Funktionstasten und einem Slider zur Temperatureinstellung: Jede Seite auf dem Display kann anders gestaltet werden.

© Hanser / C. Doriat



**Bild 6.** Im Zentrum der Fertigungszelle für die kombinierte IMD/IML-Anwendung steht eine Spritzgießmaschine des Typs KM 400/2000 GX von KraussMaffei. © Stöckli

Bedienblende zu einem funktionalen „Backofen-Demonstrator“ verbaut (**Bild 5**). Der Controller für das Auslesen der Sensorfolie und für die Ansteuerung der Funktionen wurde dabei komplett vom Institut für Kommunikationssysteme (ICOM) der OST entwickelt. Wenn man die „nackte“ Blende gegen das Licht hält, sieht man die Bedienfelder

bereits durchschimmern. Aber erst, wenn sie im eingebauten Zustand hinterleuchtet wird, sind die verschiedenen Tasten, Slider und Symbole in voller Schönheit sichtbar. Beim Ausschalten verschwinden die Icons wieder.

### Die Blende wird zum HMI

Das Projekt lief insgesamt zweieinhalb Jahre, und Stöckli, der in Netstal im Glarner Land ansässige Verarbeiter, hat die Anlage für die kombinierte IMD/IML-Anwendung in dieser Zeit zur Serienreife gebracht (**Bild 6**). Vorläufiges Fazit von Professor Frank Ehrig: „Wir haben unsere Projektziele erreicht und gezeigt, dass man durch das Hinterspritzen funktionalisierter Folien großflächige 3D-geformte Blenden mit Touchbedienung wirtschaftlich fertigen kann. Zwar lohnt sich die Umsetzung nur bei entsprechenden Stückzahlen, aber der Bedarf wird steigen. Denn nur optische und haptische Anforderungen zu erfüllen, wird in Zukunft nicht mehr reichen. Mit zunehmender Digitalisierung müssen Blenden in vielen Bereichen zum Human Machine Interface werden.“ ■

*Dr. Clemens Doriat, Redaktion*

## Engel und Glassomer schließen Kooperationsvertrag Spritzgussteile aus Glas



Spritzgießen, Entbindern, Sintern – ein nachhaltiger Weg zu hochwertigen Glasbauteilen in optischer Qualität. © Engel

Die Engel Austria GmbH und die Glassomer GmbH entwickeln gemeinsam neue Anwendungen für das Glasspritzgießen. Die beiden Unternehmen haben hierfür einen Kooperationsvertrag geschlossen. 2018 als Start-up gegründet, hat sich Glassomer mit Sitz in Freiburg auf die Verarbeitung von Quarzglas im Spritzgießverfahren und die Produktion von hochwertigen Glasbauteilen spezialisiert. „Die Technologie bietet viel Potenzial, unter anderem für die Bereiche Optik, Medizintechnik, Solartechnik, Chemie und Automotive. Unser Ziel ist es, dieses Potenzial zu erschließen“, sagt Clemens Kastner, Produktmanager Technologien bei Engel.

Bei dem von Glassomer entwickelten und patentierten Material handelt es sich um eine Kunststoff-Glas-Mischung, die der Spritzgießmaschine auf herkömmliche Weise als Granulat zugeführt und bei Temperaturen von 130°C und Zykluszeiten von unter 20 s verarbeitet wird. Der Kunststoff wird im Anschluss an

den Spritzgießprozess durch Entbindern entfernt. Die Bauteile werden gesintert, wobei die Bauteilgeometrie bis in die Mikrostrukturen exakt erhalten bleibt. Ohne Nachbehandlung lassen sich hochwertige Oberflächen in optischer Qualität erhalten.

Üblicherweise erfordert die Formgebung von Glas sehr hohe Temperaturen und toxische Chemikalien. Die Spritzgießproduktion stellt hier eine deutlich energieeffizientere, wirtschaftlichere und nachhaltigere Alternative dar. Eine weitere Motivation für die Verarbeitung von Glas im Spritzgießverfahren ist die größere Designfreiheit. Es lassen sich nahezu beliebige Formen in kürzester Zeit herstellen – viele davon wären in der klassischen Glasverarbeitung nicht denkbar.

In den neuen Produktionshallen von Glassomer laufen bereits die ersten Abmusterungen für Serienanwendungen. Engel hat dafür eine vollelektrische Spritzgießmaschine e-motion 50 TL mit integriertem Linearroboter (Typ: viper) in Reinraumausführung zur Verfügung gestellt. Die Maschinenbaureihe e-motion TL wurde ursprünglich für die Herstellung von Smartphone-Kameralinsen aus Polycarbonat und Cycloolefin-Copolymeren entwickelt und findet in dieser Industrie vielfach Einsatz. „In der Optik sorgt die Herstellung immer kleinerer Lichtquellen für immer höhere Energiedichten und macht die Herstellung feiner Linsenstrukturen in chemisch und thermisch hochstabilem Glas nötig“, erklärt Kastner die Motivation von Engel, sich mit dem Werkstoff Glas zu beschäftigen. Darüber hinaus bietet das Glasspritzgießen für Sensorikanwendungen etwa im Automobil sowie im Bereich der Mikrofluidik, unter anderem für Lab-on-a-Chip-Anwendungen, viel Potenzial, höchste Abformpräzision mit einer hohen Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit zu vereinen.

[www.engelglobal.com](http://www.engelglobal.com)

[www.glassomer.com](http://www.glassomer.com)