

# Eine Fläche, drei Effekte

*Ein kombinierter Spritzgieß- und Reaktionsprozess erzeugt Hochglanz, Tiefe und Struktur in einem Akt*

Spritzgussteile in einem Schuss mit hochglänzenden Hartlackschichten, edlen Tiefeneffekten oder haptisch überzeugenden Strukturoberflächen herzustellen, ist keine Vision mehr. Nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit zeigt ein am Fahrzeuginterieur orientiertes Projekt: Mit dem sogenannten ColorForm-Verfahren lassen sich diese Ansprüche mit nahezu null Ausschuss und zu günstigen Kosten umsetzen.

Designfreiheit hoch drei: Kunststoffbauteile mit Hochglanz, Tiefe und Struktur lassen sich mit einem Schuss herstellen. Die glänzenden und matten Partien können direkt nebeneinander liegen (Bilder: KraussMaffei)



Ein Kunststoffkoffer, der auf der K2010 mit drei grundlegend verschiedenen, jedoch allesamt eleganten Oberflächen produziert wurde [1], gab die Initialzündung für ein ehrgeiziges Vorhaben: Spritzgussteile mit High-end-Oberflächen so zu fertigen, dass sie nach dem Entformen bis auf das Entfernen der Angüsse einbaufertig sind. Der Anlagenbauer KraussMaffei und der Automobilzulieferer Weidmann Plastics Technology schmiedeten daraufhin eine Partnerschaft für die Entwicklung eines Interieurbauteils als Demonstrator, ausgerichtet auf die heute erkennbaren Anforderungen von morgen. Um die geforderte Bandbreite abdecken zu können, nahmen die beiden Partner frühzeitig einen hoch qualifizierten Werkzeugbauer (Hofmann Tool Manufacturing) sowie den Lackhersteller (Pana-

dur) und den Produzenten des Basispolymers (Bayer Material-Science) mit ins Boot.

Zum Projektstart führte Weidmann Plastics Technology bei einer handverlesenen Gruppe von OEM eine Marktanalyse durch und stellte die Anforderungen in einer Matrix zusammen. Zu diesen Designanforderungen steuerte KraussMaffei eine Auflistung der technischen Möglichkeiten des ColorForm-Verfahrens bei, das den Lackierprozess ins Spritzgießwerkzeug integriert und 2010 seine Premiere auf der K-Messe feierte. Daraus entstand eine Designmatrix, aus der die Geometrie des Interieurmusterbaus abgeleitet wurde. Um die Potenziale dieser Technologie aufzuzeigen, ergänzten die Partner die Matrix um einen Vergleich mit der herkömmlichen, nachgelagerten Lackierung (**Tabelle 1**).



**Bild 1.** Flächen in Pianoblack und in Ausstattungsfarbe mit Tiefeneffekt veredeln Interieurteile zu verkaufsfördernden Hinguckern. Nahtlos harmonisieren hochglänzende und matt strukturierte Flächen. Selbst filigrane Schriften können in die sofort nach dem Entformen einbaufertigen Bauteile integriert werden

### *Lastenheft aus Marktanalyse abgeleitet*

Zunächst definierten die Projektpartner die Schnittmenge der Kundenwünsche und der kunststofftechnischen Machbarkeit. So entstand das Lastenheft für das Interieurmodell mit einer präzisen Ausrichtung auf die Designanforderungen, die künftig zunehmend an Kunststoffverarbeiter gestellt werden: Das Interieurbauteil muss im einstufigen Spritzgießverfahren unter wirtschaftlich attraktiven Bedingungen herstellbar sein, und die Frontansicht des Bauteils soll nicht nur einfarbig sein, sondern mehrere Effekte aufweisen.

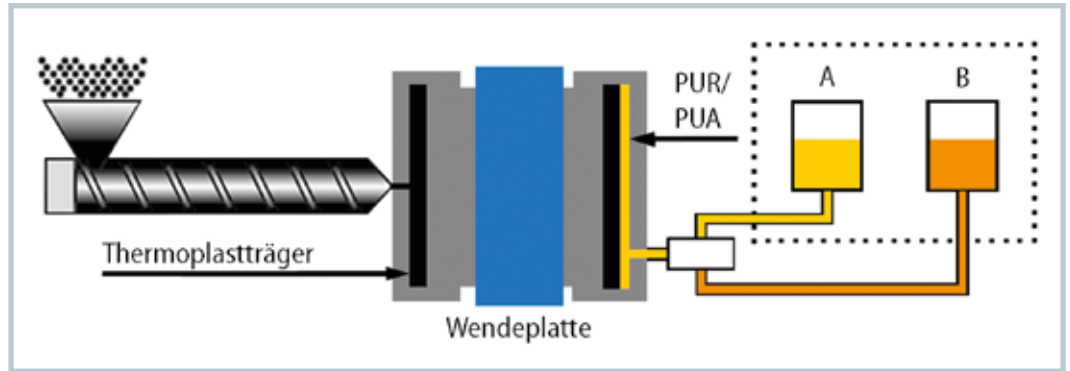
Um diese Anforderungen zu erfüllen, entschieden die Projektpartner, die durchgängige Front in zwei Bereiche zu unterteilen: An eine schwarze Hochglanzfläche schließt sich eine durch Klarlacküberflutung dargestellte Fläche mit einem brillanten Tiefeneffekt an. Zudem war auf dem Versuchsträger eine matt strukturierte Partie vorgesehen, mit messerscharfen Übergängen zur Hochglanzfläche.

Der Gedanke dahinter war, anspruchsvollen Designern die Möglichkeit zu geben, Elemente wie Designlinien oder Schriftzüge und Symbole abzubilden, die bei herkömmlichen Lackierprozessen einen hohen Aufwand bedeuten. Solche Teile werden in naher Zukunft das Interieur von Automobilen und hochwertigen Elektrogeräten aufwerten und verkaufsfördernd wirken. Wie dies aussehen kann, zeigte KraussMaffei mit der ColorForm-Technik bereits auf der K2013 (**Bild 1**).

Um wirklich allen im Trend liegenden Designanforderungen gerecht zu werden, integrierten die Entwickler des Automobilzulieferers noch einen Lichtleiter aus transparentem Polycarbonat mit exakt berechneter Mikrostrukturierung zur Lichtauskopplung auf der Rückseite. Dieser hat die Aufgabe, das Licht von fünf LEDs von einer stirnseitig angeordneten Mini-Platine auf drei postkartenweit entfernte Effektluchtfenster homogen zu verteilen (**Titelbild**).

Einen vielversprechenden Ansatz für die Herstellung des Design-Demonstrators bot ein kombinierter Prozess aus Spritzgieß- und Reaktionstechnik (**Bild 2**). Da KraussMaffei als einziger Hersteller am Markt sowohl Spritzgießmaschinen als auch reakt-

**Bild 2.** ColorForm ist eine Kombination aus Spritzgieß- und Reaktionstechnik. Während ein Bauteil in der Kavität mit Polyurea-Lack beschichtet wird, wird an der anderen Seite der Wendepalte bereits der nächste Grundkörper gespritzt



**Tabelle 1.** Der Systemvergleich zeigt die Designfreiheiten des einstufigen ColorForm-Verfahrens und dessen Vorteile gegenüber der nachträglichen Nasslackierung von Hochglanz-Bauteilen

Kriterien	ColorForm	Lackierung
Tiefeneffekt	durch Lackschichtdicke individuell realisierbar	aufgrund der Lackschichtdicke nur bedingt möglich
Durchbrüche	PUR/PUA zeigt keine Binde-nähte	problematisch, Lacknebel und Lackaufbau an den Kanten
Mehrfarbigkeit	in einem Schuss umsetzbar	nur mit hohem Aufwand (Maskierungen) umsetzbar
unterschiedliche Oberflächenstrukturen	detailgetreue Abbildung direkt im Prozess möglich	nicht oder nur sehr begrenzt möglich
prägnante Designkanten	darstellbar	Lackaufbau (Fettkante) / Lackläufer
enge Radien	1:1 aus dem Werkzeug darstellbar	Lackaufbau (Fettkante) / Lackläufer

**Tabelle 2.** Spitzenleistungen zu erzielen, erfordert die Zusammenarbeit von Spezialisten auf mehreren Gebieten. An der erfolgreichen Umsetzung des Interieur-Designmusters wirkten diese fünf Unternehmen mit

Entwicklungspartner	Internet-Adresse	Projektbeitrag
KraussMaffei Technologies GmbH, München	<a href="http://www.kraussmaffei.com">www.kraussmaffei.com</a>	ColorForm-Prozess für die Hochglanzlackierung – auch mit gleichzeitiger Mattierung – im Spritzgießwerkzeug
Weidmann Plastics Technology AG, Rapperswil/Schweiz	<a href="http://www.weidmann-plastics.com">www.weidmann-plastics.com</a>	Design des Interieurmusterteils, Lichttechnik (Leuchtmodul sowie Berechnung und Mikrostrukturierung des Werkzeugeinsatzes)
Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH, Lichtenfels	<a href="http://www.hofmann-innovation.com">www.hofmann-innovation.com</a>	Werkzeughersteller, Lackkavität mit komplexer Oberflächen-gestaltung, die drei Effekte (Hochglanz, Tiefe, Struktur) ermöglicht
Panadur GmbH, Halberstadt	<a href="http://www.panadur.de">www.panadur.de</a>	Hersteller des Zweikomponenten-Polyurea-Lacksystems
Bayer MaterialScience AG, Leverkusen	<a href="http://www.bayermaterialscience.com">www.bayermaterialscience.com</a>	Hersteller der thermoplastischen Kunststoffe

tionstechnische Anlagen zur Verarbeitung von Polyurethan aus einer Hand anbietet, lag es nahe, diese Verfahren miteinander zu kombinieren. Die Idee dazu entstand bereits vor einigen Jahren aus Kundenanforderungen, die Interieurbauteilen mit lederartigen Softtouch-Oberflächen galten und für die das sogenannte SkinForm-Verfahren entwickelt wurde [2].

### **Trennmittelfreie Kombination von Thermoplast und PUR-Lack**

Auf Basis dieses Erfolgs entwickelten die Ingenieure von KraussMaffei das Verfahren weiter, um auch das nachträglich so aufwendige Hochglanzlackieren von Kunststoffbauteilen in einen kombinierten Produktionsprozess einzugliedern. So entstand ein neuer Technologieansatz, mit dem sich Bauteile mit haptisch und optisch anspruchsvollen Oberflächen kostengünstig in einem geschlossenen Spritzgießwerkzeug produzieren lassen. Musste beim SkinForm-Verfahren noch ein Trennmittel zwischen Bauteil und Werkzeug eingebracht werden, wurde das Polyurea-Lacksystem des Oberflächenspezialisten Panadur für die ColorForm-Technologie so weit optimiert, dass es komplett trenn- und lösemittelfrei verarbeitet werden kann.

Welche Einsparpotenziale sich aus dieser Technologiefusion ergeben, wird klar, wenn man für das Spritzgießen mit anschließender externer Lackierung alle erforderlichen Arbeitsschritte auflistet. In dem schlanken, einstufigen ColorForm-Prozess entfällt die lange Prozesskette der nicht wertschöpfenden Tätigkeiten, wie zwischen-geschaltete Verpackungs-, Transport- und Reinigungsvorgänge.

Stattdessen greift KraussMaffei auf die bereits etablierten Techniken des Mehrkomponenten-Spritzgießens zurück, z.B. eine Spritzgießmaschine mit Wendepalte (**Bild 3**). Im ersten Prozessschritt wird ein thermoplastischer Grundkörper hergestellt. Dann dreht sich die Mittelplatte um 180° und positioniert das Bauteil für den Lackierschritt in der zweiten Kavität. Nun wird der Raum zwischen dem Vorspritzling und der Wand dieser Kavität mit den unmittelbar vor dem Einspritzen gemischten Reaktionspartnern des Lacks überflutet.

Nach Ablauf der aufeinander abgestimmten Kühlzeit des Thermoplasten und der Reaktionszeit des Lacksystems kann das nahezu einbaufertige Bauteil entnommen werden; lediglich die Angüsse müssen noch entfernt werden. Indem die Zahl der Prozessschritte reduziert wird, steigt die Bauteilqualität. Ausschuss durch Verschmutzung oder Beschädigung der Bauteile während des Transports sind kein Thema mehr.

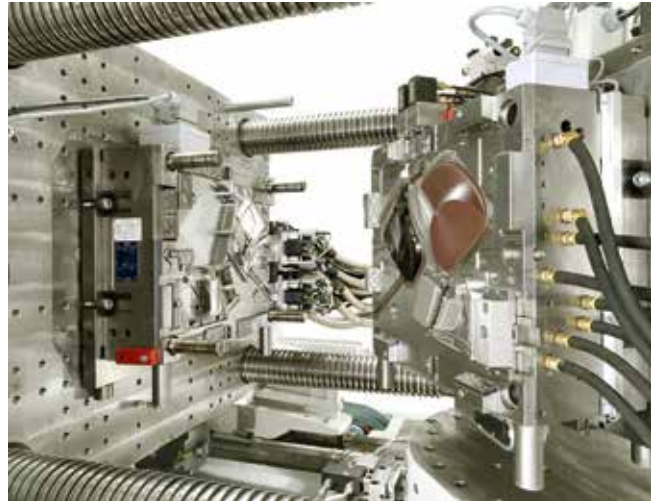
Die Vielschichtigkeit der Anforderungen verlangt natürlich, dass prozesstechnisches und werkzeugspezifisches Know-how schon frühzeitig in die Teilekonstruktion einfließen. Ferner muss das Fertigungsverfahren eine breite Werkstoffauswahl und eine konstante Lackschichtdicke ermöglichen – auch über scharfe Kanten sowie enge Radien hinweg, was bei einer nachträglichen Nasslackierung praktisch unmöglich ist. Bei der Produktion des Musterteils wurde der thermoplastische Grundkörper aus einem PC/ABS-Blend gespritzt und anschließend mit zwei verschiedenen Polyurea-Lacken überflutet.

### Mehrfarbige Bauteile mit einem Schuss

Der große Vorteil des ColorForm-Verfahrens besteht darin, eine durchgängige Fläche in unterschiedliche Lackbereiche unterteilen zu können. Somit sind, ganz im Sinne der Designer, alle Farbkombinationen denkbar. Soll die obere Hälfte eines Bauteils z. B. pianoschwarz beschichtet sein und die untere Hälfte in Ausstattungsfarbe mit einem zusätzlichen Tiefeneffekt, müssen die beiden Bereiche lediglich durch einen Steg im Werkzeug getrennt werden, der gegen das darunter liegende Kunststoffteil abdichtet. Dieser Steg trennt die beiden Räume und erlaubt das gleichzeitige Überfluten mit zwei verschiedenen PUR-Lacken. Schließlich darf das niederviskose PUR nicht von einer Fläche zur anderen fließen.

Als bald erkannten die Entwicklungspartner, wie sich diese technische Restriktion in raffiniertes Design ummünzen lässt: Zwischen den beiden unterschiedlich oder auch gleich beschichteten Partien können sie einen zarten Streifen in der Grundfarbe des Spritzgussbauteils anlegen, ähnlich den farbig kontrastierenden oder Ton in Ton angebrachten Ziernähten hochwertiger Lederausstattungen (**Bild 4**).

Dass die Herstellung von Hochglanzbauteilen, die obendrein mechanisch sehr widerstandsfähig und lichtecht sind, zu günstigen Kosten erfolgen kann, kommt den Herstellern von Großserienprodukten entgegen. Wie auch die Möglichkeit, eine Fläche in scharf getrennte hochglänzende und matte Zonen zu gliedern.



**Bild 3.** Die Lackkavität hat ihren Spiegelglanz und eine matt strukturierte Designlinie auf das Bauteil übertragen. Die Mischköpfe der PUR-Anlage sind fest am Werkzeug montiert

Selbst Beschriftungen lassen sich matt oder glänzend darstellen, zumal keine Grenzflächen zwischen beiden Bereichen erforderlich sind.

Auch diesem Schwierigkeitsgrad widmeten die Partner (**Tabelle 2**) eine Demonstrationszone auf ihrem Modellteil. Unter den Großbuchstaben des Firmennamens Hofmann steht in filigraner, nur 1 mm großer Schrift deutlich lesbar der Zusatz „tool manufacturing“ (**Bild 1 links**). Die Logos und Schriften der Partner wurden als matt strukturierte Stellen in die ansonsten auf Hochglanz polierte Lackkavität eingebracht.

Somit bietet sich z. B. die Möglichkeit eines dauerhaften Brandings, das sich nicht aus der Bauteiloberfläche entfernen lässt. Der Übergang zwischen matten und hochglänzenden Flächen erfordert keine Maskierung und keine mehrstufige Lackierung – mit all ihren Risiken im Hinblick auf die Ausschussquote. Mit dem einstufigen ColorForm-Verfahren verlieren solche »

**Bild 4.** Wie die Ziernähte hochwertiger Ledersitze trennt eine feine matte Sicke die beiden Flächen dieser Tür-Seitenverkleidung: die kleinere, hoch kratzfest beschichtete matt strukturierte Fläche von der ebenfalls widerstandsfähigen Spiegelglanzfläche (Bild: Weidmann)



## Die Autoren

**Jochen Mitzler** ist Leiter des strategischen Produktmanagements der KraussMaffei Technologies, München.

**Dipl.-Ing. (FH) Matthias Dykhuis** ist Produkt- und Technologiemanager bei KraussMaffei.

**Dipl.-Ing. Steffen Reuter** ist Vice President R&D der Weidmann Plastics Technology AG, Rapperswil/Schweiz.

**Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schelter** ist Entwicklungsingenieur bei Weidmann Plastics Technology.

## Fortsetzung

Der aktuelle Entwicklungsstand der Lacksysteme wird in der nächsten Ausgabe von *Kunststoffe* in einem eigenen Artikel beschrieben.

## Praxisnutzen

Selbst wenn neue Maschinen und Peripherieeinrichtungen beschafft werden müssen, lässt die schlanke Produktion eine kurze Amortisationszeit erwarten. Denn unzählige Arbeitsschritte, die bei der nachträglichen Hochglanzlackierung von Spritzgussteilen erforderlich sind, entfallen komplett: die Qualitätskontrolle nach dem Spritzgießen, die Verpackung und Zwischenlagerung sowie der Transport zur Lackieranlage, das Auspacken und Reinigen der Teile und auch deren Vorbehandlung und Grundierung. Ebenso entfallen die Lackierung per Hand oder mit dem Roboter sowie die Endkontrolle. Das Wichtigste ist jedoch, dass bei der Herstellung von Teilen im ColorForm-Verfahren nahezu 100% Gutteile entstehen. Schließlich gibt es keine Lackläufer und können in dem reproduzierbaren Fertigungsprozess alle erforderlichen Parameter eingehalten werden, u.a. eine konstante Schichtdicke des Lacks – selbst an scharfen Kanten und engen Kurvenradien.

## Service

### Literatur & Digitalversion

➤ Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/882932](http://www.kunststoffe.de/882932)

### 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)

Problemzonen ihren Schrecken, da sie sich prozessstabil herstellen lassen.

### *Bislang kaum machbare Effekt-Paarungen*

Für die Herstellung des Design-Demonstrators wurde die noch junge ColorForm-Technik mit klarem Fokus auf hochwertige Oberflächen weiterentwickelt. Die gestalterischen Freiheiten werden dadurch beachtlich groß. Folgende Effekt-Paarungen sind dabei möglich:

- Hochglanz und Strukturierung auf einer Fläche und in einem Schuss,
- Hochglanz direkt neben der Mattierung,
- Hochglanz, Tiefeneffekt und Struktur als direkte Nachbarn auf einer Fläche,
- Hochglanz und Struktur, auf einem Bauteil direkt nebeneinander.

Ohne auf das letzte technische Detail einzugehen, lässt sich daraus der Merksatz ableiten, dass auf einer Fläche drei Effekte erzielt werden können: Hochglanz, Tiefe und Struktur.

Es ist bemerkenswert, wie schlank der Produktionsprozess dafür ist. Der Handhabungsroboter entnimmt die durch ihre optische und haptische Qualität hervorstechenden Designbauteile. Die ohne Löse- und Trennmittel hergestellten Teile zeichnen sich außerdem durch eine hohe mechanische und chemische Beständigkeit sowie eine hohe UV- und Temperaturwechselbeständigkeit aus.

### *Kein Grund für Reklamationen*

Da sich der Polyurea-Lack im Werkzeug hervorragend mit Thermoplasten verbindet, gibt es bei den fertigen Teilen selbst unter starken Temperaturschwankungen keine Ablösungen – und damit keine Reklamationen, die unweigerlich zum Austausch der Teile führen würden. Das Designmodell aus einer nicht sichtbaren Unterschale aus braunem PC+ABS und einer Oberschale, also einem Sichtteil, das im ColorForm-Verfahren teils hochglänzend mit tiefschwarzem und teils mit glasklarem PUR überflutet wurde und obendrein eine matte Partie besitzt, wurde auf der K2013 auf dem Messestand von KraussMaffei auf einer Spritzgießmaschine vom Typ GXW550-2000/380 mit einer Schließkraft von 5500 kN hergestellt. Dass bei der Produktion der Teile weder Trenn- noch Lösemittel eingesetzt wurden, wurde – wie das anspruchsvolle Design – als positiv und voll im Trend liegend beurteilt. ■