

Eine bezahlbare Alternative zu konventionell lackierten Teilen

Polyurealacke ermöglichen makellose Oberflächen in einem kombinierten Spritzgieß- und Reaktionsprozess

Das sogenannte ColorForm-Verfahren verbindet die in herkömmlicher Verarbeitungsweise getrennten Schritte Spritzgießen und Lackieren zu einem einstufigen Prozess. Daraus ergeben sich vielfältige Qualitäts- und Kostenvorteile. Die dafür verwendeten komplett löse- und trennmittelfreien Lacksysteme sind in nahezu allen denkbaren Farbkombination verfügbar und haben alle relevanten Prüfungen für den Einsatz in der Großserie erfolgreich bestanden.



Exakt aufeinander abgestimmte Werkstoff- und Verfahrenstechnik vereint das ColorForm-System „weltmeisterlich“ in einem löse- und trennmittelfreien Prozess (Bilder: KraussMaffei)

Die große Faszination der Spritzgießtechnik liegt in der Vielfalt der technischen Möglichkeiten mit immer mehr Verfahrenskombinationen. Mehr Farben ins Spiel bringen, die Haptik verbessern, Teile im Entstehungsprozess montieren oder mit bestimmten Funktionen versehen – das Mehrkomponenten-Spritzgießen eröffnet dem Anwender eine Fülle von Gestaltungsvarianten. Dazu gehört z.B. die Kombination von Thermoplasten und Elastomeren, mit der in einem Schuss Gehäuseabdeckungen mit integrierten

Dichtungen erzeugt werden können. Andere Mehrkomponenten-Spritzgussteile kombinieren die Eigenschaften von zwei Thermoplasten zu Strukturteilen mit hoher Steifigkeit, deren Oberflächen zumindest partiell weich ausgeprägt sind, wie es etwa bei Griffen von Bohrhämmern der Fall ist.

Gleiches gilt für das sogenannte Skin-Form-Verfahren, in dem thermoplastische Interieurteile mit lederähnlichen, sich weich anfühlenden Oberflächen aus Polyurethan (PUR) veredelt werden. Da-

raus abgeleitet hat die KraussMaffei Technologies GmbH, München, auf der K 2010 zum ersten Mal die ColorForm-Technologie präsentiert. Dieser Prozess ist einerseits auf die wirtschaftliche Produktion thermoplastischer Kunststoffteile mit allen Freiheitsgraden des Spritzgießens ausgerichtet, die andererseits High-end-Oberflächen für höchste optische und haptische Ansprüche aufweisen sollen (**Titelbild**). Den Designnutzen dieses Verfahrens beschreibt ein kürzlich erschienener Artikel [1]. Ergänzend dazu beleuchtet dieser Beitrag das Lacksystem, das KraussMaffei, der Lackhersteller Panadur und Dura Automotive als Spezialist für Exterieur-Kunststoffblenden in enger Zusammenarbeit entwickelten (**Tabelle 1**).

Spritzgießen und Reaktionstechnik in einem Schritt vereint

Kunststoffteile mit anspruchsvollem Design – vorwiegend Interieur- und Exterieurteile im Automobilbau, aber auch Sichtteile für die Unterhaltungselektronik, Weiße Ware und Kommunikationsgeräte – werden bislang in mehrstufigen Verfahren hergestellt. Am Ende einer typischen Prozesskette stehen oft die durch viele Arbeitsschritte gekennzeichnete Nass- oder Pulverlackierung sowie hohe Kosten und Ausschussquoten.

Um der Industrie hierzu eine wirtschaftliche Alternative zu bieten, hat KraussMaffei zusammen mit Partnerunternehmen das einstufige ColorForm-

Entwicklungspartner	Internet-Adresse	Projektbeitrag
KraussMaffei Technologies GmbH, München	www.kraussmaffei.com	Entwickler und Technologieanbieter des ColorForm-Prozesses für die Hochglanzlackierung – auch mit gleichzeitiger partieller Mattierung – im Spritzgießwerkzeug
Panadur GmbH, Halberstadt	www.panadur.de	Hersteller des lösemittelfreien Zweikomponenten-Polyurea-Lacksystems
Dura Automotive Systems	www.duraauto.com	Erstellung des Anforderungskatalogs für Exterieurteile sowie Mitwirkung an Tests und Validierungen zusammen mit mehreren OEM

Tabelle 1. An der erfolgreichen Umsetzung des Prozesses in die Praxis wirkten diese drei Unternehmen mit

Verfahren entwickelt. Diesem liegt das Spritzgießen eines thermoplastischen Grundkörpers zugrunde, der während des gesamten Prozesses in einer Werkzeughälfte verbleibt. Somit wird eine freie Schwindung des Thermoplasts verhindert. Noch vor dem Entformen schließt sich der zweite Prozessschritt an: das Überfluten des Grundkörpers in der Lackkavität.

Für das kombinierte Verfahren stehen im Prinzip alle bekannten Techniken des Mehrkomponenten-Spritzgießens zur Verfügung. Um in Großserienanwendungen einen simultanen Prozess zu erreichen, kann die Drehteller- oder Wende-

plattentechnik (Typ: SpinForm) eingesetzt oder auf Indexplattenwerkzeuge zurückgegriffen werden. Zeitgleich zum Überflutungs Vorgang wird in einer zweiten Werkzeugkavität bereits der nächste Grundkörper gespritzt (**Bild 1**). In der Prototypenphase reichen meist Schiebetischwerkzeuge aus, in denen die beiden Prozessschritte nacheinander erfolgen.

Zweikomponentenlack mit einzigartigen Merkmalen

Die Anforderungen an das Lacksystem sind sehr vielschichtig: Hochglanz, Tiefe, Struktur, Kratzfestigkeit und Farbechtheit,

aber auch die Beständigkeit gegenüber Chemikalien und Witterungseinflüssen müssen ebenso gewährleistet sein wie Lösemittelfreiheit zur Einhaltung der VOC-Richtlinie und Geruchsneutralität der fertigen Bauteile. Zusätzlich steht die trennmittelfreie Verarbeitung mit Reaktionszeiten von wenigen Sekunden im Raum, angepasst an die kurzen Zyklen des hoch produktiven Spritzgießverfahrens. Die geforderte Trennmittelfreiheit verlangt eine hohe Adhäsion des Lacks am thermoplastischen Grundkörper. Der aliphatische Polyurealack von Panadur erfüllt die gestellten Anforderungen in der gesamten Bandbreite. »

Ähnlich wie bei den Standard-Lackierverfahren eignen sich für die Beschichtung mit dem Polyurealack besonders die Thermoplaste ABS, PC+ABS, PC+PBT, ASA und SAN. Zu guter Letzt muss das ColorForm-System so prozesssicher arbeiten, dass der Ausschuss auf ein Minimum reduziert wird – unabhängig davon, ob die Teile für den gewünschten Tiefeneffekt mit Klarlack, Klavierlack oder Lack in einer nahezu beliebigen Farbe beschichtet werden (**Bild 2**).

Damit steigende Designansprüche bezahlbar bleiben, ist das System aus dem Zweikomponentenlack und dem einstufigen ColorForm-Prozess auf Wirtschaftlichkeit ausgelegt. Dazu muss es die Nachteile der auf konventionellem Weg ein- oder mehrfarbig beschichteten Kunststoffteile ausklammern. Dass dies gelungen ist, zeigt sich daran, dass mehrfarbige Teile sowie Teile mit mehreren dicht an dicht nebeneinander liegenden, auch grundverschiedenen Oberflächenbeschaffenheiten mit dem genannten Verfahren von KraussMaffei und dem Lacksystem von Panadur kosten-

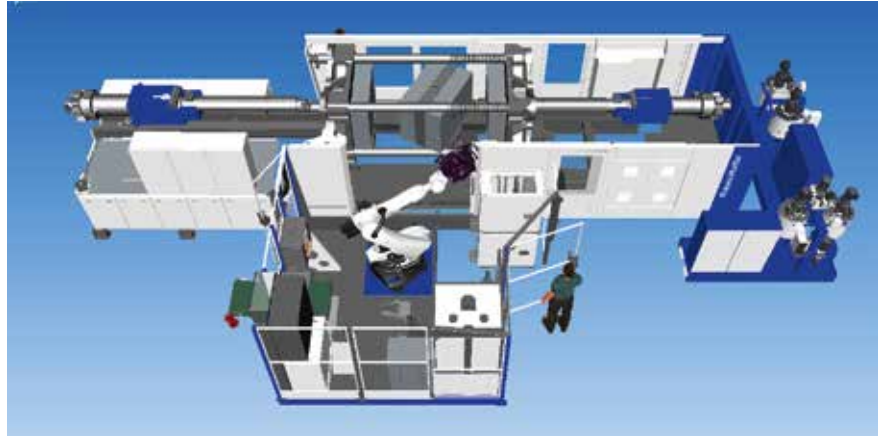


Bild 1. Ein einziger Steuerungsbefehl setzt den einstufigen Prozess zur Herstellung edler Sichtteile in Gang, die bereits beim Entformen fertig lackiert sind

günstig hergestellt werden können. Außerdem sind die Oberflächen kratzfest und beständig gegen viele Chemikalien sowie gegen alle relevanten Umwelteinflüsse.

Das Lacksystem ist lösemittelfrei, REACH-konform und hochreaktiv. Die chemische Basis bildet Polyurea, ein Reaktionsprodukt aus Polyamin und Polyisocyanat. Gemischt werden die beiden Partner der basischen Reaktion im Mischkopf der PUR-Anlage, also unmittelbar vor dem Überfluten des noch nicht entformten Spritzgussteils. Den Mischkopf entwickelte KraussMaffei eigens für die ColorForm-Technologie. Wenige Sekunden später ist die Aushärtung bereits so weit fortgeschritten, dass die Sauggreifer eines Roboters keine Beschädigungen verursachen und die fertigen Bauteile vollautomatisch verpackt werden können (**Bild 3**). Nach wenigen Stunden wird der Endzustand eines vollständig ausgehärteten und außerordentlich widerstandsfähigen Bauteils erreicht.

Kratz-, wind- und wetterfest, sicher zu verarbeiten

Der Polyurealack besitzt bei einer Verarbeitungstemperatur von ca. 70°C eine sehr niedrige Viskosität. Deshalb kann er nach der Homogenisierung im Mischkopf unter hohem Druck auch große Flächen bei geringen Schichtdicken überfluten. Dabei kann die Schichtdicke sogar über Kanten und enge Radien hinweg konstant bis auf 0,3 mm herab eingestellt werden. Die mechanische Widerstandsfähigkeit der Polyureabeschichtung haben inzwischen mehrere OEM und Zulieferer

untersucht, darunter auch Dura Automotive Systems, ein Hersteller von Automobil-Außenblenden.

Auch der Lackhersteller Panadur hat eine Vielzahl an Versuchsreihen durchgeführt und dabei sehr gute Ergebnisse erzielt. Beim Amtec-Kistler-Test traten im ColorForm-Verfahren erzeugte Polyurea-Oberflächen gegen die Oberflächen von nicht beschichteten Spritzgussbauteilen aus Polymethylmethacrylat (PMMA) und Styrol-Acrylnitril (SAN) sowie eine mit Acryl-Pulverlack beschichtete Referenzfläche an. Bezogen auf den Ausgangsglanzgrad des Serien-Pulverlacks sanken die „Glanzgrade nach dem Bürsten“ bei PMMA und bei SAN erheblich, die Polyurea-Oberfläche hingegen glänzte deutlich stärker als der Pulverlack und wies damit die geringsten Abriebspuren auf.

Weitere Tests wurden mit einer Schmissbeständigkeitsprüfung nach Oesterle und einem Crockmeter durchgeführt. Auch diese Tests bestätigten die hohe Kratzfestigkeit der Polyureabeschichtung. Besonders erwähnenswert ist, dass der Polyurealack sich sehr gut polieren lässt, d.h. auch nach starkem Zerkratzen wird durch einfaches Polieren mit hochwertiger Polierpaste der Ursprungsglanzgrad wieder erreicht.

Um die chemische Beständigkeit unter Alltagsbedingungen zu ermitteln, hat Panadur die Polyureabeschichtung aus dem ColorForm-Prozess über einen Zeitraum von bis zu zwei Wochen einer Reihe zum Teil aggressiver Flüssigkeiten ausgesetzt: Natronlauge (10%), Salpetersäure (10%), Essigsäure (10%), Salzsäure (10%), Wasserstoffperoxid (10%), Ethanol, Methanol, Xylol, Isopropanol, Aceton, Butyl-

Bild 2. Nahezu alle Farben sind darstellbar und die Oberflächen mechanisch und chemisch beständig



acetat, Diesel, Benzin, Motoröl, Maschinenöl, Bremsflüssigkeit sowie einem marktgängigen Haushaltsreiniger und einem Stechmückenprotector. Nach zwei Wochen zeigten die Prüfmuster keinerlei Veränderungen an den Oberflächen, denen auch Hautschweiß, Pankreatin, Sonnencreme, Glas- und Kunststoffreiniger, Lederpflegemittel, Cockpitreiniger und Spülmittellösung nichts anhaben können.

Unter OEM-Testbedingungen wurden Bauteile mit dem Polyurea-Schutz vom Testlabor SGS Servovam 4800 Stunden lang künstlich beansprucht – in feuchtem und heißem Klima bei Temperaturen bis 65°C und unter künstlicher Sonnenbestrahlung. Außerdem erfolgten Bewitterungstests nach Florida- und Arizona-Spezifikation. In Summe bestätigten alle Prüfungen die UV-Beständigkeit und Farbechtheit – der Glanz blieb erhalten

und die Oberflächenstrukturen nahmen keinen Schaden.

Die Steinschlagbeständigkeit ist ebenfalls erwiesen: Die Polyurea-Beschichtung übertraf die geforderte Schulnote 2,5, die die Teile mindestens erreichen müssen, mit einem „sehr gut“. Auch alle anderen Tests wurden positiv abgeschlossen: Kondenswasser-Konstantklima, Alterungsbeständigkeit, Feuchte-/Kältebeständigkeit, Temperaturwechseltest, Dampfstrahlbeständigkeit, Heißwassertest.

Ressourcenschonend einstellbare Eigenschaften und Farbtöne nach Maß

Im Gegensatz zu anderen Beschichtungen kann beim Polyurea-System eine ganze Reihe von Parametern anforderungsgerecht eingestellt werden. So lässt sich z.B. über chemische Modifikationen

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Mitzler ist Leiter des strategischen Produktmanagements der KraussMaffei Technologies GmbH, München.

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

Dr. Thomas Moch ist Geschäftsführer der Panadur GmbH, Halberstadt.

Ralf Gerndorf ist Leiter Projektmanagement Glas/Plastik bei Dura Automotive in Plettenberg.

Service

Literatur & Digitalversion

- » Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/911039

English Version

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

und die Beimengung von Additiven die Oberflächenhärte steuern und zuverlässig einhalten. Funktionale Oberflächen, die antimikrobiell, fungizid, wärmeleitend oder Infrarotstrahlen absorbierend eingestellt werden können, sind ebenfalls möglich.

Für die Polyurealacke von Panadur kommen als Referenztöne nahezu alle wichtigen Farbmusterskalen in Betracht: RAL Classic, NCS, Renolit und Pantone. Schwarze Hochglanzoberflächen („Piano-black“) und das Erzielen von Tiefeneffekten durch die Lackierung hochglän- »

Vorteile auf einen Blick

Die Produktion anspruchsvoller Designteile im ColorForm-Verfahren mit Polyureabeschichtung beschreibt einen einstufigen Prozess mit kurzen, großserientauglichen Taktzeiten. Nahtlos grenzen hochglänzende, matte, strukturierte oder mit Tiefeneffekt lackierte Flächen aneinander. Die Kunststoffteile werden noch vor dem Entformen in der geschlossenen Kavität lackiert. Bereits bei der Entnahme ist die Lackschicht so weit ausgehärtet, dass die Oberfläche nicht zerkratzt. Das spart nicht nur Zeit, sondern auch Kosten im Vergleich zu herkömmlichen, getrennten Lackierprozessen:

- Die Teile müssen nach dem Spritzgießen nicht mehr staubdicht verpackt und zur Lackiererei transportiert werden, um dort in aufwendigen Prozessen entfettet, vorbehandelt und manchmal sogar abgeklebt zu werden.
- Polyurealacke weisen keine Orangenhauteffekte auf.
- Das Lackieren von Hand oder per Roboter mit allen damit verbundenen Problemen (Lackläufer, Speckkanten, Luftblasen) entfällt ebenso wie etwaige Nacharbeiten. Die Ausschussrate sinkt auf ein Minimum.
- Die hohe mechanische Beständigkeit der Polyurea-Flächen hält das Risiko gering, dass in eine Verkleidung integrierte Designblenden bei den weiteren Montageschritten zerkratzt werden.

Fazit: Der Prozess lädt dazu ein, Funktions- und Designbauteile auf ein Teil zu reduzieren.

zender Flächen mit Polyurea-Klarlack standen bisher im Mittelpunkt der Entwicklung der trennmittelfreien Lacksysteme. Zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich aus der mehrfarbigen oder partiell einfarbigen Lackierung von Bauteilen. Außerdem lassen sich Bindenähte und andere Oberflächendefekte wie Einfallstellen oder Schlieren, die am Spritzgussteil zunächst noch sichtbar sind, überdecken (Bild 4). Das alles ist möglich ohne Lackläufer, Speckkanten und Orangenhauteffekte.

Da die Reaktion der unter Hochdruck eingespritzten Mischung aus Polyamin und Polyisocyanat durch eine Polyaddition mit hoher Reaktivität bereits in der Kavität des Werkzeugs erfolgt und damit der Lackierprozess vor dem Auswerfen des Bauteils abgeschlossen ist, muss kein beheizter



Bild 3. Bereits bei der Entnahme ist die Lackschicht so weit ausgehärtet, dass die Oberfläche nicht zerkratzt



Bild 4. Der kratz- feste, löse- und trennmittelfreie Polyurealack überdeckt beim Spritzgießen unvermeidbare Oberflächendefekte sowie Bindenähte

Trockner installiert werden. Dies stellt einen weiteren Vorteil des ColorForm-Verfahrens gegenüber der Nasslackierung dar. Außerdem werden bei der Reaktion keine schädlichen Dämpfe oder störenden Gerüche freigesetzt, weshalb Verarbeiter auch auf Entlüftungs- und Filtersysteme weitestgehend verzichten können. Zur Umweltverträglichkeit des Systems trägt überdies der sparsame Einsatz des Polyurealacks bei, der ohne den geringsten Overspray in minimaler Schichtdicke aufgebracht werden kann. Schlussendlich kommt auch die nahezu ausschließliche Erzeugung von Gutteilen der Umwelt zugute, da jedes Ausschussteil aus der Nasslackierung oder Pulverbeschichtung eine nicht unerhebliche Energie- und Ressourcenvernichtung bedeutet.

Schriften, Grafikelemente und Texturen

Komplett umdenken müssen Designer, wenn es um die Darstellung von Schriften

oder Grafikelementen auf Bauteilen geht. Denn während diese in konventioneller Technik entweder mithilfe von Schablonen aufgespritzt oder in Klebtechnik appliziert werden, können sie im ColorForm-Verfahren in die Bauteile integriert werden: als matte Hervorhebungen auf hochglänzenden Flächen oder als hochglänzende Bereiche auf matten oder strukturierten Flächen – auf Wunsch sogar erhaben, ähnlich einer positiven oder negativen Prägung.

Lediglich der farblich kontrastierenden Wiedergabe sind enge Grenzen gesetzt. Es ist nicht möglich, auf einer tief-schwarzen Klavierlackfläche ein weißes Logo zu integrieren – eine zusammenhängende weiße Fläche unter bestimmten Voraussetzungen hingegen schon. In diesem Zusammenhang müssen über das Beschichtungssystem hinaus zwingend die Möglichkeiten des Werkzeugbaus und der gesamte Produktionsprozess betrachtet werden. ■