



Die Oberfläche weist eine hohe Ritzhärte nach Erichsen auf

PMMA. Mit einem neu entwickelten Beschichtungssystem lassen sich Bauteile aus PMMA direkt im Spritzgießwerkzeug mit einem Reaktivsystem aus multifunktionalen Acrylaten beschichten. Die so erzeugten Oberflächen sind sehr kratz- und verschleißfest sowie gegen viele Chemikalien beständig. Das Verfahren soll als kosteneffektive Alternative zur klassischen Lackierung zum Einsatz kommen.

Kratzfest in einem Schritt

SVEN SCHRÖBEL U. A.

Transparente Kunststoffbauteile finden sich in zahlreichen Anwendungen: beispielsweise als Blenden bei Haushaltsgeräten, als Abdeckungen für Instrumente in Kraftfahrzeugen oder als Displays. Die einwandfreie Transparenz dieser Bauteile ist nur dann gewährleistet, wenn die Oberfläche während der Gebrauchsphase nicht durch Kratzer oder Abrieb beschädigt wird. Daher müssen die Oberflächen besonders hohe optische und mechanische Anforderungen erfüllen sowie gegenüber zahlreichen Chemikalien beständig sein. PMMA ist unter den thermoplastischen Werkstoffen derjenige mit der höchsten Oberflächenhärte und Kratzfestigkeit, dennoch müssen für besonders hohe Ansprüche auch

PMMA-Artikel gegen Verkratzen oder andere Verschleißerscheinungen beschichtet werden. Hierzu werden die Bauteile oftmals in einem weiteren aufwendigen Arbeitsschritt mit einer Kratzfestbeschichtung ausgestattet.

Mit CoverForm bieten Evonik und KraussMaffei nun eine kosteneffektive Alternative zur klassischen Lackierung an. Bei diesem Verfahren werden Bauteile aus PMMA direkt im Spritzgießwerkzeug mit einem Reaktivsystem überflutet. Die auf diese Weise hergestellten Oberflächen sind sehr kratzfest und zeichnen sich durch herausragende Ver-

schleißfestigkeit und Chemikalienbeständigkeit aus. Das Überfluten im Werkzeug verlängert zwar die Zykluszeit im Vergleich zum Standard-Spritzgießen; in der Summe überwiegt jedoch die deutlich größere Zeiteinsparung, die CoverForm im Vergleich zur konventionellen Beschichtung von PMMA-Bauteilen bietet. Denn mit CoverForm lassen sich zahlreiche nachgelagerte Prozessschritte einsparen, die mit einem verhältnismäßig großen Aufwand verbunden sind. Dazu gehören beispielsweise die Reinigung der Bauteiloberfläche sowie der Auftrag und das Ablüften von Primer und Hardcoat.

Als Beschichtungsmaterial kommt im CoverForm-Verfahren ein von Evonik entwickeltes, lösemittel- und siloxanfreies Zwei-Komponenten-Reaktivsystem auf Basis multifunktionaler Acrylate zum Einsatz. Das Reaktivsystem härtet unter Temperatureinfluss und durch UV-Strah-

i Kontakt

CoverForm
 coverform@evonik.com
 → www.coverform.de

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
 Dokumenten-Nummer KU110297

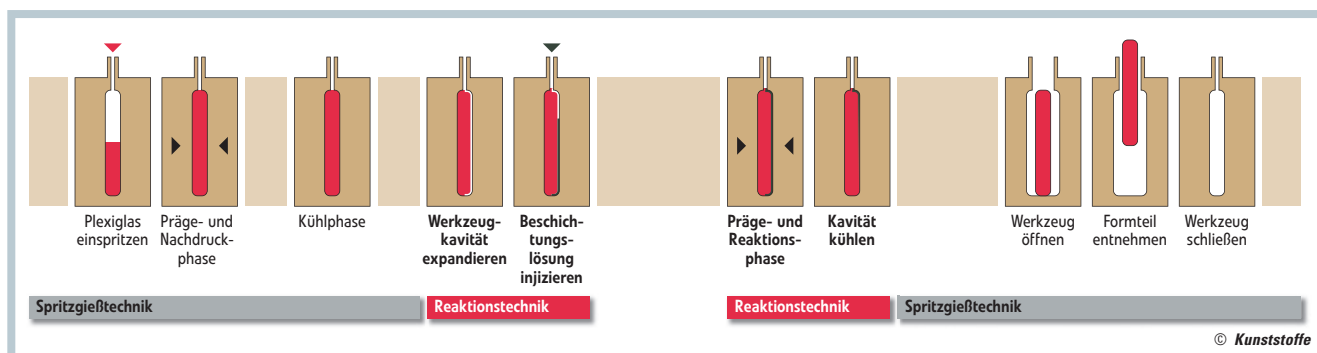


Bild 1. Schematische Darstellung des CoverForm-Prozesses

lung aus. Bei der thermoplastischen Komponente für das CoverForm-Verfahren handelt es sich um speziell entwickelte PMMA-Formmassen, die Evonik exklusiv unter der Bezeichnung Plexiglas cf anbietet. Da die beiden Materialsysteme exakt aufeinander abgestimmt sind, zeigt die Beschichtung herausragende Haftungseigenschaften auf der thermoplastischen Oberfläche.

Der Ablauf des Verfahrens

Beim CoverForm-Prozess kombiniert KraussMaffei haus eigene Kompetenzen aus Spritzgieß- und Reaktionstechnik. Um die Bauteile zu beschichten, wird die Spritzgießmaschine mit einer Flutungsgruppe ergänzt. Eine Injektordüse bringt die flüssige Beschichtung in das Spritzgießwerkzeug ein. Diese Injektordüse ist ähnlich wie ein Heißkanal in das Werkzeug integriert.

Der Verfahrensablauf bei der Herstellung der beschichteten PMMA-Bauteile lässt sich in drei Phasen aufteilen (Bild 1): In der ersten Phase wird das plastifizierte PMMA in das Werkzeug eingespritzt. Durch einen Werkzeughub wird die zu

beschichtende Oberfläche geprägt, danach kühlt das Bauteil im Werkzeug ab. In der zweiten Phase wird die Kavität erweitert, sodass an der Bauteiloberfläche ein Spalt entsteht, der mit einem flüssigen Reaktivsystem geflutet wird. Danach führt das Werkzeug eine weitere Prägebewegung aus. Gleichzeitig erhöht sich die Werkzeugtemperatur und im Beschichtungsmaterial beginnt der Aushärtungsprozess. In der dritten Phase entnimmt ein Industrieroboter das beschichtete Bauteil aus dem Werkzeug und führt es einem UV-Bestrahlungstunnel zu. Dort wird die Beschichtung nachgehärtet (Bild 2). Die Angussabtrennung erfolgt mittels Laser (Bild 3).

Die Prozesse beherrschen

Beim CoverForm-Verfahren kommt das von KraussMaffei mit entwickelte Werkzeugtemperiersystem Dynamic Mould Heating (DMH) zum Einsatz. Dabei sind die beiden Werkzeughälften mit jeweils zwei Temperierebenen ausgestattet. Eine Temperierebene befindet sich sehr nah an der Kavität, die andere ist etwas weiter von der Kavität entfernt. Im Ausgangszustand

versorgt ein Temperierkreislauf alle vier Temperierkreisläufe im Werkzeug. Zum Heizen und Kühlen werden nur die kavitätennahen Temperierkanäle für kurze Zeit auf eine höhere bzw. niedrigere Temperatur umgeschaltet. Die kavitätenfernen Temperierkanäle halten das Temperaturniveau konstant und dienen als Speicher für den schnellen Temperaturwechsel. Auf diese Weise kann das Werkzeug sehr präzise und schnell auf verschiedene Temperaturniveaus gebracht werden.

Platzsparendes und effizientes Fertigungssystem

Die innovative Systemlösung CoverForm integriert die Bauteilbeschichtung direkt in den Spritzgießprozess und eröffnet damit zahlreiche wirtschaftliche Vorteile. Im Gegensatz zur nachträglichen Lackierung sind die Bauteile bereits einbaufertig beschichtet, wenn sie die Fertigungszelle verlassen. Der logistische Aufwand, der für die Bauteillackierung erforderlich ist, kann mit CoverForm eingespart werden. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens erhöht sich außerdem dadurch, dass die CoverForm-Anlage deutlich weniger Platz in

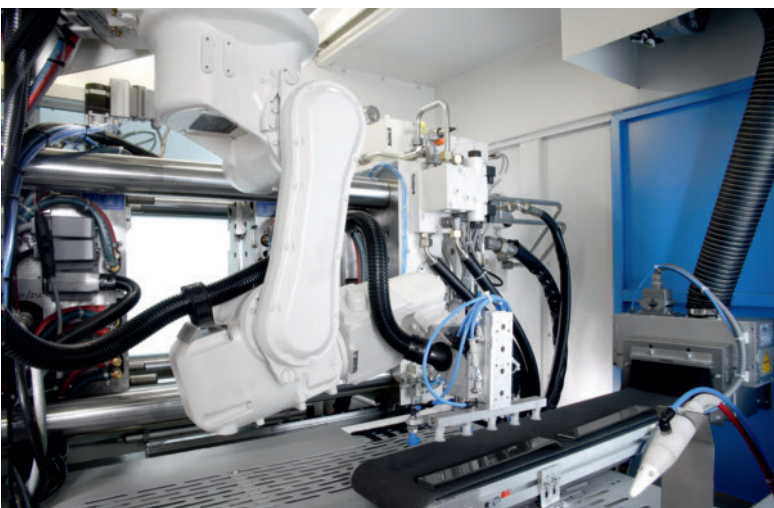


Bild 2. Nachvernetzung der funktionalen Schicht im UV-Tunnel (am Beispiel einer transparenten Displayabdeckung)

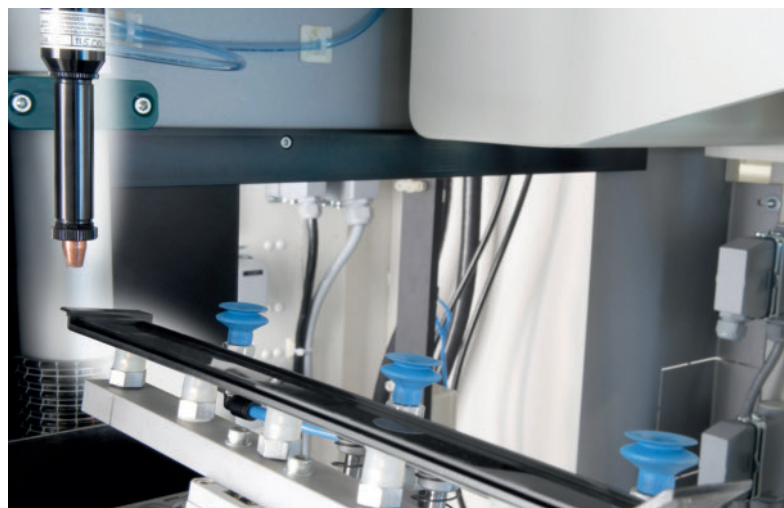


Bild 3. Angussabtrennung mittels Laser (am Beispiel einer transparenten Displayabdeckung)

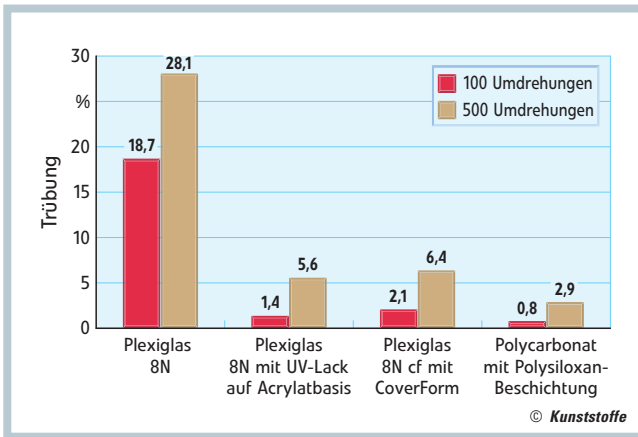


Bild 4. Mit CoverForm hergestellte Bauteile wiesen beim Taber Abraser Test vergleichbar gute Werte auf wie Plexiglas-8N-Bauteile, die mit auf Acrylat basierenden Lacken beschichtet wurden

Anspruch nimmt als eine Lackieranlage. Auch bei der Bauteilqualität überzeugt CoverForm. Da die Flutung im geschlossenen Werkzeug erfolgt, gelangen keine Verschmutzungen zwischen Bauteiloberfläche und Beschichtung. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens sind die geringen Schwankungen der Dicke der Beschichtung, dies reduziert den Verbrauch von Beschichtungsmaterial. Zudem sind die Ausschussraten gering.

Diese Vorteile machen CoverForm zu einem platzsparenden, kostengünstigen und effizienten Fertigungssystem für PMMA-Bauteile mit hoher mechanischer und chemischer Beständigkeit.

Herausragende Oberflächeneigenschaften

Die Ergebnisse der Materialuntersuchungen an Musterbauteilen belegen die hervorragenden Gebrauchseigenschaften der mit CoverForm erzeugten Oberflächen. So wurde die Abriebbeständigkeit der beschichteten Bauteile im Taber Abraser-Test (Bild 4) sowie im Sandrieseltest unter-

sucht. Beim Taber-Test werden die Oberflächen der Probekörper durch zwei Reibräder, die sich in entgegengesetzter Richtung drehen, auf Gleitverschleiß geprüft. Bei einer Auflagekraft von 500 g lag die Trübung der CoverForm-Probekörper infolge Abriebbeanspruchung nach 500 Zyklen bei 6,4 %.

Beim Sandrieseltest wird 3 kg Sand bestimmter Körnung aus einer Fallhöhe von 1,6 m über Siebe gleichmäßig verteilt und

auf eine unter 45° auf dem Drehteller aufgebraachte Probe gerieselst. Anschließend wird die Zunahme der reduzierten Leuchtdichte als Maß für die von der geschädigten Oberfläche verursachten Lichtstreuung gemessen. Je geringer der Wert der Leuchtdichte, desto weniger wird die Oberfläche durch den Sand geschädigt. Mit einem Wert von 2,5 cd/lx m² liegt CoverForm hier auf vergleichbarem Niveau wie das zum Vergleich geprüfte Kronglas.

Um die Kratzfestigkeit der CoverForm-Oberfläche weiter zu bestimmen, kamen u. a. die Bleistifhärte sowie die Ritzhärte nach Erichsen 413 zum Einsatz. Zur Bestimmung der Bleistifhärte wird ein Bleistift mit einem zur Prüfoberfläche geeigneten Winkel von 45° in eine Vorrichtung eingespannt und anschließend über die Oberfläche des Probekörpers geschoben. Die Tests werden mit abnehmender Bleistifhärte durchgeführt, bis die Spitze keinen fühlbaren Kratzer mehr auf der Oberfläche hinterlässt. Bei den mit CoverForm beschichteten Bauteilen liegt dieser Wert bei 7 H, während unbeschich-

Bild 5. Prüfung der Ritzhärte nach Erichsen 413

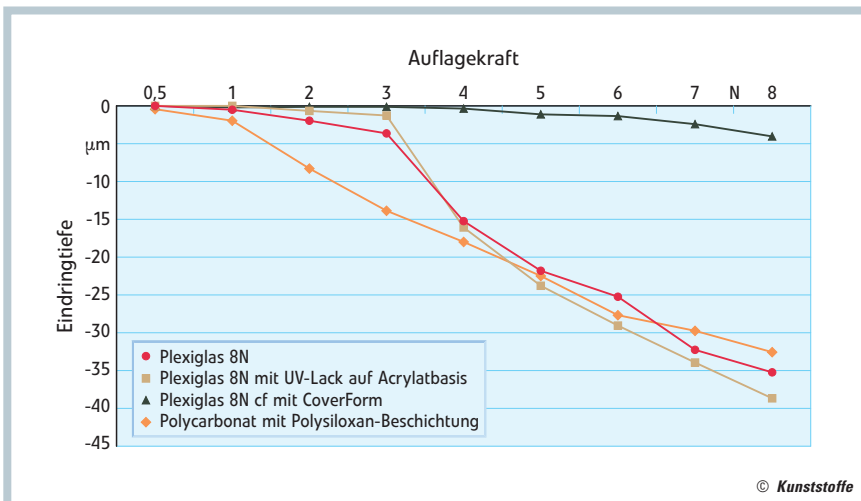


Bild 6. Der Ritzhärtest nach Erichsen belegt die mechanische Beständigkeit der CoverForm-Bauteile

tetes PMMA lediglich Werte von 5 H und unbeschichtetes Polycarbonat eine Bleistifhärte von B erreicht. Das mit einem Polysiloxan ausgerüstete Polycarbonat erreicht eine Bleistifhärte von H.

Bei der Bestimmung der Ritzhärte nach Erichsen werden in den Probekörper mit unterschiedlichen Ritzspitzen über einen Hebelarm mit verstellbarem Gewicht radiale Kratzer eingebracht (Titelbild, Bild 5). Die kleinste Gewichtskraft, die nach einer Drehung des Rundlauf Tellers noch eine durchgängige Kratzspur visuell erkennen lässt, wird Ritzhärte genannt. Die Auswertung kann neben visueller Beurteilung auch über die Bestimmung der Eindringtiefe erfolgen. Diese wird mit dem Rauheitsmessgerät Talysurf 120 (Hersteller: Taylor Hobson Ltd, Leicester, England)

bestimmt. CoverForm-Bauteile wiesen bei diesem Test eine deutlich geringere Eindringtiefe auf als vergleichbare Produkte aus PMMA mit UV-Lack oder PC mit Polysiloxanbeschichtung (Bild 6).

Die chemische Beständigkeit der CoverForm-Beschichtung wurde mit dem Sonnen- und Handcremetest nach PV 3964 geprüft. Nach dem Auftragen der Creme auf die Oberfläche werden die Prüfkörper 24 h lang bei 80°C im Trockenschrank gelagert. Anschließend werden Kratzfestigkeit und Haftung der Beschichtung bestimmt. Die Prüfungen ergaben, dass sich die Kratzfestigkeit durch die Creme-Einwirkung nicht verändert und die Oberfläche nicht beschädigt wird. Nach Einwirkung der Creme erreichten die CoverForm-Oberflächen bei der Gitterschnittprüfung den Gitterschnittkennwert GT 0. Auch nach Bewitterung zeigen die CoverForm-Teile eine sehr hohe Beständigkeit. Nach 4000 h Bestrahlung im Xenonbogergerät ergab die

Gitterschnittprüfung der Oberfläche wiederum den Gitterschnittkennwert GT 0.

Fazit

Mit CoverForm steht ein neues Verfahren zur Verfügung, um PMMA-Bauteile für besonders hohe Ansprüche mit kratzfesten und chemikalienbeständigen Oberflächen auszustatten. Im Vergleich zur nachträglichen Lackierung findet die Beschichtung direkt im Spritzgießwerkzeug statt. Dies führt zu einer deutlichen Verringerung der Herstellungskosten. Die hervorragenden Eigenschaften derartiger Oberflächen konnten in umfangreichen Materialuntersuchungen nachgewiesen werden. ■

DIE AUTOREN

SVEN SCHRÖBEL ist als Manager Business Development im Industriesegment Automotive & Surface Design des Geschäftsgebiets Acrylic Polymers bei

Evonik Röhm GmbH, Darmstadt, beschäftigt; sven.schroebel@evonik.com.

ARNE SCHMIDT ist bei der Evonik Röhm GmbH, Darmstadt, im Bereich Anwendungstechnik Formmassen als Bereichsleiter für die Spritzgießtechnik tätig.

THOMAS HÖRL ist Technology Manager CoverForm bei KraussMaffei Technologies GmbH, München; thomas.hoerl@kraussmaffei.com.

MARTIN EICHLSEDER ist Verfahrensentwickler bei KraussMaffei Technologies GmbH, München.

SUMMARY

SCRATCH-RESISTANT IN ONE STEP

PMMA. A newly developed coating system enables PMMA parts to be coated directly in the mold with a reactive system composed of multifunctional acrylates. The resulting surfaces are scratch- and wear-resistant as well as resistant to many chemicals. The method is intended as a cost-effective alternative to conventional coating.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on

www.kunststoffe-international.com

Schlagzäh in kürzester Zeit



Eine beispielhafte Anwendung von neu entwickeltem schlagzäh modifiziertem POM sind Scheibenwischerendkappen, die neben hoher Schlagzähigkeit zudem ausgezeichnete Dimensionsstabilität benötigen (Foto: Ticona)

Polyacetal. Das Portfolio ihres hochschlagzäh modifizierten Acetalcopolymer (POM) hat Ticona GmbH, Kelsterbach, um zwei neue Typen (Hostaform S 9362 und S 9363) ergänzt. Diese sind, wie auch das schon etablierte Produkt S 9364, im Vergleich zu den bisherigen, konventionell schlagzäh modifizierten POM-Typen leistungsfähiger. Somit erfüllen sie die wachsenden Anforderungen in Automobil-, Sicherheits-, Industrie- und Sportanwendungen. Durch die modifizierte Struktur besitzt das hochschlagzäh Hostaform S 9364 beispielsweise eine bis zu 75 % höhere Schlagzähigkeit sowie eine bis zu 300 %

höhere Bindehaftfestigkeit. Die neuen Hostaform-Typen S 9362 und S 9363 erlauben Produktivitätssteigerungen etwa durch schnellere Zyklen mit bis zu 40 % kürzeren Abkühlzeiten und weniger Aus-

fallzeiten durch geringere Belagbildung im Werkzeug. Außerdem bieten sie eine höhere Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT), einen höheren E-Modul und höhere Festigkeit als vergleichbare auf dem Markt erhältliche Typen.

Zu den typischen Anwendungen von schlagzäh modifiziertem POM gehören Befestigungselemente, bei denen es auf ausgezeichnete chemische Beständigkeit ankommt, ebenso wie Industrieanwendungen, die starke mechanische Eigenschaften erfordern. Auch für Scheibenwischerendkappen, die neben hoher Schlagzähigkeit zudem ausgezeichnete Dimensionsstabilität benötigen, bringt POM beste Voraussetzungen mit.

→ www.ticona.com

www.busse.cc

BUSSE

Heiz- und Kühlplatten,
Heiz- und Kühltische

Postfach 1107 • 32325 Espelkamp • Telefon (0 57 72) 97 75-0
Telefax (0 57 72) 97 75-55 • info@busse-heizplattentechnik.de