

coating

International

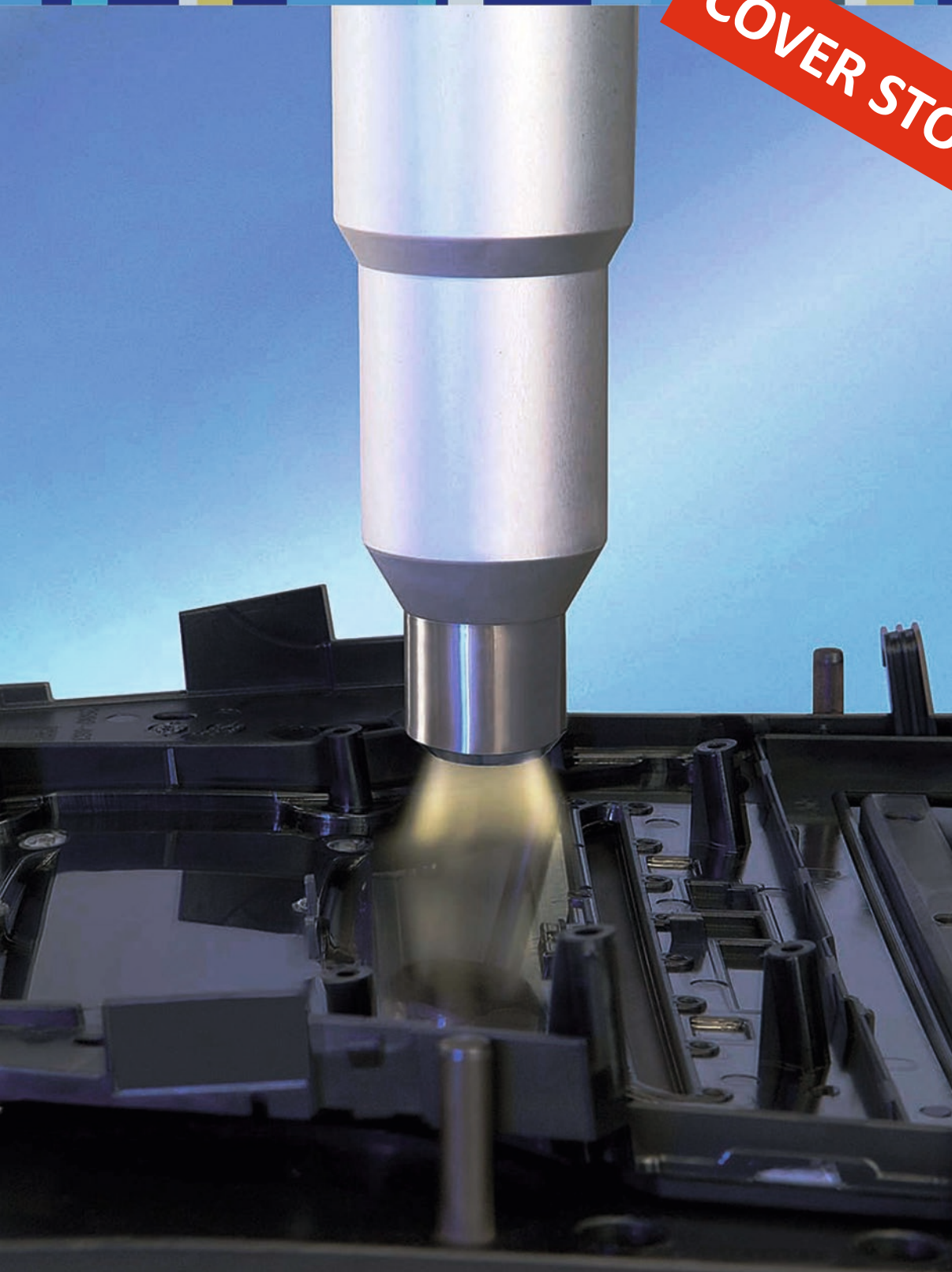
Anlagen und Verfahren zur Beschichtung und Veredelung

Machinery and Processing for Coating and Converting

11-2014

www.coating.ch

COVER STORY



FUNKTIONALE BESCHICHTUNGEN

FUNCTIONAL COATINGS

- ▶ Lösemittelfreie Funktionalisierung von Textilien
- ▶ Solvent-free functionalizing of textiles

VORBEHANDLUNG

PRE-TREATMENT

- ▶ Sichere Folienverklebung mit Atmosphärendruckplasma
- ▶ Safe touch-foil adhesion with atmospheric pressure plasma

MESSEN / REGELN / PRÜFEN

MEASURING / REGULATING / CONTROLLING

- ▶ Bestimmung des Gleitreibungskoeffizienten von bahnförmigen Packstoffen
- ▶ Determining the dynamic friction of web-shaped packaging materials

MESSEN | EVENTS

- ▶ TAPPI Nano Konferenz Nachbericht
- ▶ Review TAPPI nano conference

Sichere Folienverklebung mit Atmosphärendruckplasma

Safe touch-foil adhesion with atmospheric pressure plasma

Von Inès A. Melamies, Fachjournalistin, Facts4You.
By Inès A. Melamies, trade journalist, Facts4You.

Im Klimatest versagte plötzlich die bis dahin gut haftende Verklebung der Touchfolie mit dem neuen Polycarbonat-3D-Bedienfeld. Mit dem Einsatz von Atmosphärendruckplasma konnte ein süddeutscher Automobilzulieferer die Serienproduktion sicherstellen. Dass sich auch eine vermutlich gute Klebverbindung unerwartet wieder lösen kann, zeigt sich manchmal erst dann, wenn ein Stresstest wie z.B. eine Klimaprüfung ansteht. Diese Erfahrung musste auch der zu Joyson Electronics gehörende deutsche Automobilzulieferer Preh in der Entwicklungsphase eines neuen Bediensystems für den neuen Ford Lincoln MKZ machen. Das sogenannte Center-Stack ist das Herzstück der Mittelkonsole und ein Funktionspackage auf engstem Raum (Abb. 1). In der unteren Hälfte verfügt es über Slider mit kapazitiver Touch-Funktion zur Einstellung von Lautstärke und Gebläse sowie über berührungssensitive Flächen mit entsprechenden Icons für weitere Funktionen. Bei der im Spritzguss gefertigten Polycarbonat-Blende des Center-Stacks wird die bereits mit einem Klebefilm versehene PET-Touchfolie mittels einer Laminiervorrichtung auf die Blendenrückseite geklebt. Die Folie hat mehrere übereinander im Siebdruck aufgebraute Druckschichten, die bereits alle spezifischen elektrischen Funktionen enthalten.

DELAMINATION IM KLIMATEST. Haftungstests im Automobilbau erfolgen bekannterweise unter Extrembedingungen. Ein Klimatest stellt an eine Folienverklebung höchste Ansprüche. In ihm wird das Langzeitverhalten des Produkts unter verschärften Umweltbedingungen simuliert. Dabei gilt es, Produktschwächen zu entdecken, die vorher nicht erkennbar waren. Die Ford Spezifikation verlangte, dass sich die Haftung der Klebverbindung in einer einhundertstündigen Klimalagerung bei 85 °C und 85 % Luftfeuchte beweisen musste. Doch als die Blende die Klimakammer verließ, standen die Entwickler vor einem unerwarteten Phänomen: In der Grenzschicht zwischen Kunststoffträger und Folie hatten sich große Blasen gebildet, der Kontaktkleber des Klebefilms hatte sich an diesen Stellen gelöst. Martin Geis, Fertigungstechniker bei Preh berichtet: «Eine solche Delamination würde zum Versagen der späteren Funktionen führen. Zur Abhilfe haben wir zunächst nach alternativen Klebstoffen gesucht und die unterschiedlichsten getestet, vom einfachen Industrieklebstoff bis hin zu OCAs (Optical Clear Adhesives).» Bei den einfachen Klebstoffen zeigten sich große Blasen, bei den Hightech-Klebstoffen waren die Blasen minimiert, aber das Problem blieb dasselbe: Der Klebefilm löste sich.

The adhesive bond between the touch-foil and the new polycarbonate 3D control panel, despite initially appearing to bond reliably, failed the climatic test. A South German automotive component supplier turned to atmospheric pressure plasma to safeguard its series production. The unexpected failure of an apparently successful adhesive bond sometimes comes to light only when a stress test is performed, for example a climatic test. German automotive component supplier Preh, which is part of Joyson Electronics, made this discovery during the developmental phase of a new control system for the new Ford Lincoln MKZ. Known as the 'centre stack', this control system lies at the heart of the central console and packs functions into the tightest of spaces (Fig. 1). The lower half of the centre stack has sliders with capacitive touch functions for volume and fan adjustment as well as touch-sensitive areas with corresponding icons for other functions. A laminator is used to bond the PET touch-foil complete with adhesive backing to the back of the injection-moulded polycarbonate panel of the centre stack. The touch-foil has multiple layers of screen-printed circuit containing all the specific electrical functions.



Abb. 1.: Das sogenannte Center Stack ist das Herzstück der Mittelkonsole und ein Funktionspackage auf engstem Raum. In seiner unteren Hälfte verbirgt sich eine sensitive Touchfolie mit der gedruckten Elektronik.

Fig. 1: The 'center stack' lies at the heart of the central console and packs functions into the tightest of spaces. The bottom half houses a sensitive touch-foil with printed electronics, Copyright: Preh

URSACHENFORSCHUNG. Nachdem klar war, dass eine Klebstoffänderung keine Lösung brachte, konzentrierte man sich sofort auf das zu verklebende Bauteil, die PC-Blende. Man vermutete als wahrscheinlichste Ursache der Blasenbildung eine Ausgasung von Additiven im Kunststoff aufgrund der hohen Erwärmung im Klimatest bzw. auch eine Diffusion der Luftfeuchtigkeit in die Grenzschicht. Auch Luftsinschlüsse durch nicht sichtbare Feinstäube waren nicht auszuschließen. Da das Material der Blende jedoch nicht geändert werden konnte, gab es nur eine Lösung: eine effektive Vorbehandlung der Kunststoffoberfläche. Preh entschied sich für den Einsatz der von Plasmatreteat entwickelten Openair-Plasma Technologie.

VORBEHANDLUNG IM SEKUNDENTAKT. Das Verfahren basiert auf der Entwicklung von Plasmadüsen. Mit der heute weltweit angewandten Technologie wurde von dem deutschen Plasmaspezialisten erstmals vor bald 20 Jahren eine hochwirksame und umweltfreundliche Vorbehandlungsmethode geschaffen, bei deren Anwendung allein Luft als Prozessgas und elektrische Energie benötigt werden.

Das Plasma arbeitet unter normalen Luftbedingungen. Peter Langhof, Market- und Preh-Projektmanager bei Plasmatreteat erklärt: «Unser Verfahren erledigt drei Arbeitsschritte in einem einzigen, sekundenschnellen Vorgang: Es sorgt für die Feinstreinigung der Kunststoffoberfläche, bewirkt deren statische Entladung und simultan ihre ortsselektive Aktivierung. Dieser Mehrfacheffekt übertrifft die Wirksamkeit herkömmlicher Vorbehandlungssysteme bei Weitem. Die Folge ist eine homogene Benetzbarkeit der Materialoberfläche und eine langzeitstabile Haftung der Verklebung oder Beschichtung auch bei allerhöchster Beanspruchung.» Unpolare Kunststoffe haben meist eine mit Hilfe von Testtinten gemessene geringe Oberflächenspannung zwischen $< 28 - 40$ mN/m, zu niedrig für eine vollflächige Benetzbarkeit mit flüssigem Klebstoff oder einer Lackierung. Die Oberflächenenergie derartiger Kunststoffe muss durch Aktivierung erhöht werden, denn erst Oberflächenspannungswerte ab $38 - 42$ mN/m erlauben erfahrungsgemäß gute Haftungsvoraussetzungen.

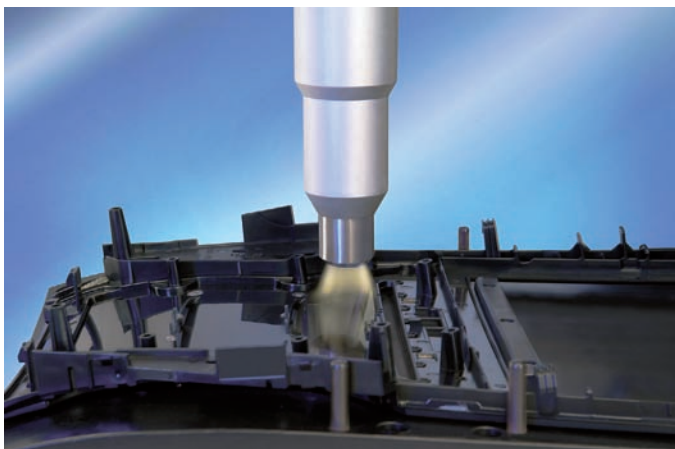


Abb. 2: Openair-Plasma arbeitet unter normalen Luftbedingungen. Die patentierte Rotationsdüse verteilt das Plasma schonend auf der Innenseite der Blende in genau dem Bereich, wo anschließend die Folienverklebung erfolgt.

Fig. 2: Openair plasma operates under normal air conditions. The patented rotary nozzle gently distributes the plasma on the inside of the panel in exactly those areas where the touch-foil will subsequently be applied. Copyright: Plasmatreteat

DELAMINATION DURING CLIMATIC TESTING. The automotive industry is renowned for performing adhesive tests under extreme conditions. A climatic test represents a formidable challenge for a touch-foil adhesive bond. The climatic chamber is set up to simulate the long-term behaviour of the product under toughened environmental conditions. The aim is to reveal product weaknesses, which have not previously been identified. The Ford specification required the adhesive bond to withstand one hundred hours in the climatic chamber at 85°C and 85% air humidity. When the panel was removed from the climatic chamber, the developers found themselves faced with an unexpected phenomenon: Large bubbles had formed in the boundary layer between the plastic substrate and the touch-foil; the contact adhesive of the adhesive backing had detached in these areas.

Martin Geis, production engineer at Preh explains: «Delamination like this would ultimately cause functions to fail. To remedy the problem we initially looked for alternative adhesives, ranging from simple industrial adhesives to OCAs (optical clear adhesives), and subjected them to a variety of tests.» The simple adhesives produced large bubbles, the high-tech adhesives produced smaller bubbles, but the problem remained the same: The adhesive film lifted.

INVESTIGATING THE CAUSES. Once it became clear that changing the adhesive was not going to solve the problem, the focus turned to the component itself, the PC panel. The most likely cause of bubble formation was thought to be a release of gases from additives in the plastic due to intense warming in the climatic test or air moisture diffusing to the boundary layer. Air pockets caused by invisible dust particles could not be ruled out either. However, since changing the panel material was not an option, there was only one solution: an effective pre-treatment of the plastic surface. Preh decided to use the Openair plasma technology developed by Plasmatreteat.

PRE-TREATMENT IN THE BEAT OF SECONDS. The process is based on the development of plasma nozzles. Almost 20 years ago the German plasma specialist developed a highly effective and environmentally friendly technology; a pre-treatment process requiring nothing other than air and electrical energy, which is now used throughout the world.

The plasma process operates under normal air conditions. Peter Langhof, marketing and Preh project manager at Plasmatreteat, explains: «Our process performs three operations in a single step lasting only a matter of seconds: It simultaneously brings about the microfine cleaning, electrostatic discharging and locally selective activation of the plastic surface. This triple action far outweighs the effectiveness of conventional pre-treatment systems.

This produces a homogeneous wettability of the material surface and a long-time stable adhesion of a bond or coating even under the most challenging load conditions.» When measured with test inks, the surface tension of non-polar plastics ranges in most of the cases from < 28 to 40 dyne, generally too low for liquid adhesive or paint to fully wet the surface. The surface energy of these types of plastics must be increased by activation, since experience shows that only surface tensions from 38 to 42 dyne offer the right conditions for adhesion.

SCHONENDE BEHANDLUNG. Nachfolgende Prozesse wie das Beschichten, Verkleben oder Bedrucken können unmittelbar nach der Plasmabehandlung vorgenommen werden (Abb. 3 + 4). Die Einwirkzeit des mit hoher Geschwindigkeit auf die Oberfläche auftreffenden Plasmas ist so kurz, dass weder thermische noch andere Beeinträchtigungen an den Bauteilen auftreten. Darüber hinaus ist dieser Plasmaprozess praktisch potentialfrei, was seine Anwendbarkeit vor allem im Elektronikbereich stark erweitert. «Bei elektronischen oder anderen empfindlichen Bauteilen», so der Plasmaexperte weiter, «setzen wir zudem besonders schonend arbeitende patentierte Rotationsdüsen ein, die die Vorbehandlungswirkung durch das Rotationsprinzip sehr gleichmäßig auf die Arbeitsflächen verteilen.»



Abb. 3.: Unmittelbar nach der Plasmabehandlung wird die Polycarbonat-Blende in die Laminiervorrichtung eingelegt.

Fig. 3: The polycarbonate panel is inserted in the laminator immediately after the plasma treatment. Copyright: Plasmatreat

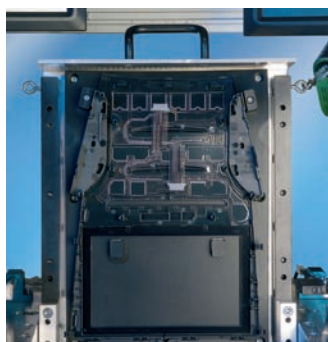


Abb. 4.: Die mit einem Klebefilm und allen elektrischen Funktionen versehene PET-Touchfolie klebt blasenfrei auf dem plasmaaktivierten Kunststoffträger.

Fig. 4: The PET touch-foil complete with adhesive backing and all electrical functions is bonded bubble-free to the plasma-activated plastic support. Copyright: Plasmatreat

ERFOLG MIT PLASMA. Schon die ersten Labortests verliefen positiv. Die Oberflächenspannung war von 25 mN/m im unbehandelten Zustand auf über 50 mN/m, also auf mehr als das Doppelte, nach der Plasmabehandlung angestiegen. Ob dieser Wert jedoch ausreichte um eine Blasenbildung und die Delamination der Folie zu verhindern, das musste sich erst noch zeigen. Die Spezifikationsversuche liefen gut und der Plasmaprozess erwies sich als prozesssicher und aufs Genaueste reproduzierbar. Doch noch musste der Klimatest den endgültigen Haftungsbeweis bringen. Als diesmal die PC-Blende nach über vier Tagen Lagerung in Extremhitze und hoher Luftfeuchtigkeit der Klimakammer entnommen wurde, konnten die Entwickler aufatmen. Markus Ledermann, Ingenieur für Fertigungstechnik bei Preh, erinnert sich: «Nicht eine Blase war erkennbar. Die Folienhaftung war zu einhundert Prozent gegeben und damit hatte die Verklebung die hohen Anforderungen erfüllt.» Ein zusätzlicher, sich anschließender Funktions-Klimatest des fertig bestückten Center Stacks verlief ebenso positiv. Zum einen hatte das Plasma eine mikrofein gereinigte Oberfläche sichergestellt. Zum andern aber, und das war der entscheidende Punkt, war die plasmaaktivierte Kunststoffoberfläche nun eine viel festere Verbindung mit dem Klebstoff eingegangen. Die Haftung von Folie und Blende war jetzt so stark, dass Ausgasungen aus dem Kunststoff oder Luftfeuchte aus der Folie nicht mehr die Kraft besaßen, bis in die Grenzschicht vorzudringen.

PLASMA IM WORKFLOW. Das Plasmasystem reiht sich nahtlos in die halbautomatische Fertigungslinie ein (Abb. 5). Die im Halbkreis angeordneten Fertigungszellen werden manuell bestückt. Auf die im hauseigenen Spritzguss produzierte Polycarbonat-Blen-
de werden zunächst im Heißstempverfahren die Slider-Chrom-
spangen fixiert. Bereits im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Vor-
behandlung mit dem Atmosphärendruckplasma. Eine von einem
Dreiachsroboter gesteuerte Rotationsdüse des Typs RD1004 ver-
teilt das Plasma gezielt auf der Innenseite der Blende in genau
dem Bereich, wo anschließend die Folienverklebung erfolgt. Der
rotative Düsenstrahl erfasst jeden Winkel der 3D-Kontur. Nach 10
Sekunden ist die Kunststoffoberfläche porontief gereinigt und akti-
viert. Etwa alle zwei Minuten wird ein behandeltes Bauteil entnom-
men und ein neues eingelegt. Die Verklebung mit der Touchfolie
erfolgt im unmittelbaren Anschluss an die Plasmabehandlung. Da
diese eine hohe Anfangshaftung gewährleistet, kann die Presse
schnell wieder geöffnet werden, was kurze Taktzeiten ermöglicht.



Abb. 5: Die im Halbkreis angeordnete Center Stack-Fertigungslinie. Von links: Peter Langhof (Plasmatreat GmbH) sowie Martin Geis und Markus Lederman (beide Preh GmbH) begleiteten den Plasmaprozess.

Fig. 5: The center stack production line arranged in a semicircle. From left: Peter Langhof (Plasmatreat GmbH) along with Martin Geis and Markus Lederman (both Preh GmbH) supervised the plasma process. Copyright: Plasmatreat

FAZIT. Mit der Plasmaaktivierung und der genauen Reproduzierbarkeit des Verfahrens konnten eine hohe Prozesssicherheit erreicht und damit die Spezifikationen des Autoherstellers erfüllt werden. Über 150.000 plasmabehandelte Center Stacks verlassen jährlich das Werk in Bad Neustadt. Einhunderttausend Zyklen, das entspricht einer durchschnittlichen Lebensdauer von 10 Jahren, muss die Touch-Folie nun mindestens aushalten, bevor sie Schwäche zeigen darf. Die Erfüllung dieses Anspruches kann nur durch das hohe Qualitätsniveau gewährleistet werden. Zu ihm hat die eingesetzte Plasmatechnik einen entscheidenden Beitrag geleistet. ↙

Englische Fortsetzung von Seite 12

GENTLY DOES IT. Subsequent processes such as coating, bonding or printing can be carried out immediately after the plasma treatment (Fig. 3 + 4). The application time of the high-speed plasma impinging upon the surface is so short that the parts sustain neither thermal nor other damages. Furthermore, this plasma process is virtually potential-free, which greatly extends its applicability, especially in the electronics sector. «For electronic or

other sensitive components», the plasma expert goes on to explain, «we use patented rotary nozzles with a particularly gentle action which distribute the pre-treatment effect evenly across the surface of the component due to the rotation principle.»

SUCCESS WITH PLASMA. Preliminary laboratory tests were already very encouraging. Surface energy increased from 25 dyne in untreated state to over 50 dyne following plasma treatment; in other words, it more than doubled. However, whether this would be enough to prevent bubble formation and delamination of the touch-foil remained to be seen. The specification tests went well and the plasma process was found to be process-reliable and one hundred per cent reproducible. But the climatic test still had to furnish the final proof of adhesion.

This time when the polycarbonate panel was removed from the climatic chamber after four days' storage under extreme temperature and high humidity, the developers breathed a sigh of relief. Markus Ledermann, manufacturing technology engineer at Preh, recalls: «There was not a bubble to be seen. With the touch-foil adhesion fully intact, the adhesive bond had met the stringent requirements.» A subsequent functional climatic test of the fully assembled centre stack went equally well. Not only did plasma cleaning ensure that the surfaces were cleaned to a microfine level; plasma activation – and this was critical – ensured that the plastic surfaces formed a much stronger bond with the adhesive. The adhesive bond between the touch-foil and the panel was now so strong that gases emitted from the plastic or air humidity within the touch-foil no longer had the power to penetrate the boundary layer.

PLASMA IN THE WORKFLOW. The plasma system was seamlessly integrated into the semi-automated production line (Fig. 5). The production cells arranged in a semicircle are assembled manually. First the chrome trims for the sliders are fixed to the polycarbonate panel, which is injection molded in-house, by thermal staking. Pretreatment with atmospheric pressure plasma comes right after. An RD1004 rotary nozzle controlled by a 3-axis robot targets the plasma on the inside of the panel in the exact area where the touch-foil will subsequently be applied. The rotating jet reaches every part of the 3D contour. It takes 10 seconds to complete deep-pore cleaning and activation of the plastic surface. Every two minutes, a treated component is removed and a new one inserted. Bonding with the touch-foil is carried out immediately after plasma treatment. As the plasma ensures high initial adhesion, the press can be quickly reopened, which allows for short cycle times.

SUMMARY. Due to plasma activation and an exact reproducibility of the pre-treatment, a high degree of process reliability could be attained, thereby satisfying the vehicle manufacturer's specifications. Over 150,000 plasma-treated centre stacks leave the Bad Neustadt factory every year. The touch-foil must be able to withstand at least one hundred thousand cycles, equivalent to an average service life of ten years, before showing any signs of weakness. Only the high quality level can satisfy this stringent requirement. The plasma technology used has played a major role in ensuring this quality. ↙

Plasmatreat GmbH, D-33803 Steinhagen, www.plasmatreat.de
Preh GmbH, D-97616 Bad Neustadt a. d. Saale, www.preh.de
Facts4You, www.facts4you.de