

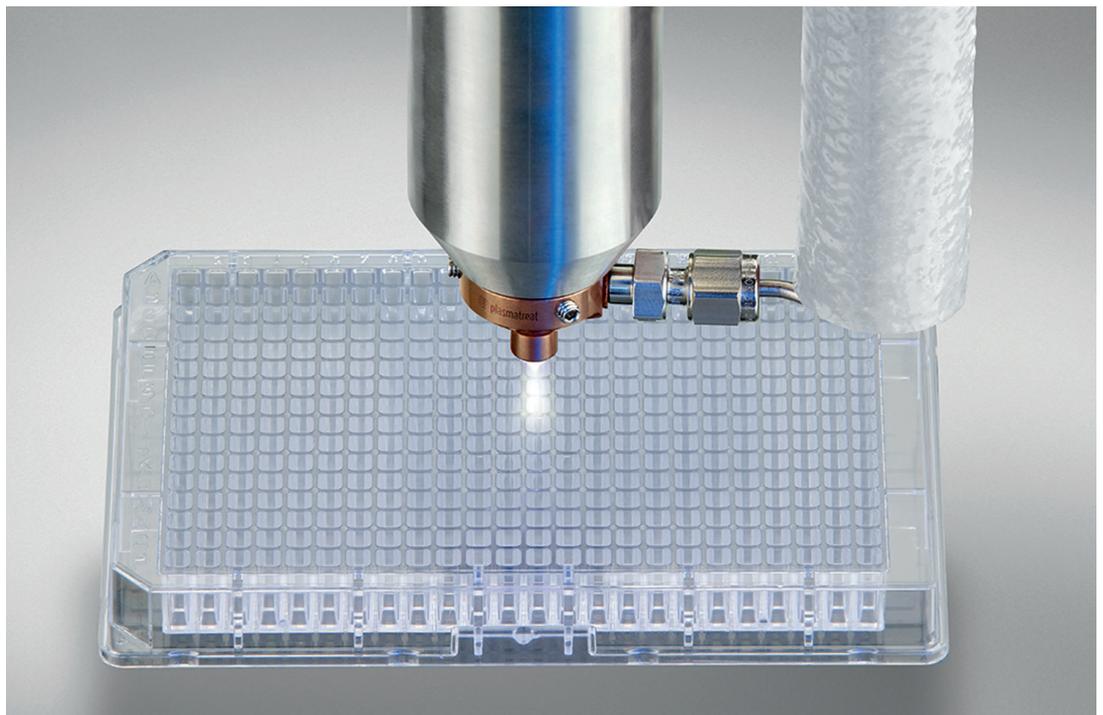
Wie Plasmatechnologie die Kunststoffverarbeitung verändert

Moderne Werkstoffe, neue Haftverbunde, erweiterte Einsatzfelder

Die Plasmatechnologie erweitert durch eine gezielte Veränderung der Oberflächeneigenschaften das Einsatzspektrum von Kunststoffen und Rezyklaten. Die Plasmateat GmbH beherrscht die ganze Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten, wie Beispiele aus der Praxis belegen.

PMMA, COC oder COP: Testkits für Laboranalysen erhalten eine superhydrophobe Beschichtung, die eine vollständige Ausnutzung des Testmediums ermöglicht, damit die Effizienz steigt und zu Kostensenkungen beiträgt

© Plasmateat



Unzählige bahnbrechende Entwicklungen in sämtlichen Lebensbereichen wie Mobilität, Gesundheit, Kommunikation oder Freizeit sind ohne Kunststoffe undenkbar. Steigende Rohstoffpreise, zunehmende Qualitätsansprüche und das Streben nach mehr Nachhaltigkeit erfordern ständig neue Technologien in der Verarbeitung des wertvollen Werkstoffs. Moderne Produkte, die auf neue Materialien, einen sparsamen Kunststoffeinsatz und/oder die Verwendung von Rezyklaten setzen, werden zunehmend nachgefragt. So lag die Einsatzmenge von Rezyklaten im Jahr 2019 bei ungefähr 1,9 Mio. t und ist somit um 10,2% im Vergleich zum Jahr 2017 gestiegen [1]. Das Kunststoffrecycling und die Verwendung

von Rezyklaten haben sich damit als ein wesentlicher Bestandteil der Kunststoffbranche und der Rohstoffversorgung etabliert.

Plasmabehandlung als Schlüsseltechnologie

Die Auswahl eines Materials aus ökonomischen und ökologischen Gründen kann einen gesamten Prozess beeinflussen, z.B. in Bezug auf die Fähigkeit zur Adhäsion, zum Bedrucken und vieles mehr. Bei unterschiedlichen Kunststoffen hat sich die Plasmatechnologie als sichere, effiziente und umweltfreundliche Lösung etabliert. Mit Plasma lässt sich die Oberfläche von Kunststoffen gezielt verän-

dern, um in industriellen Anwendungen die Haftfestigkeit von Klebstoffen und Lacken zu verbessern und sogar ursprünglich nicht kompatible Kunststoffe zusammenzufügen. So profitieren Anwender von einer erweiterten Materialauswahl. Sie können z.B. kostenintensive technische Kunststoffe durch günstigere Standardkunststoffe ersetzen.

Auch die Umweltbilanz lässt sich verbessern durch die zuverlässige Verarbeitung von Recycling-Kunststoffen in Nachfolgeprozessen oder den Einsatz lösungsmittelfreier Lacke und Klebstoffe. „Die Plasmatechnologie schafft dafür die entscheidenden Voraussetzungen“, erklärt Dr. Alexander Knospe, Head of Innovations der Plasmateat GmbH. Das Familien-

unternehmen aus Steinhagen, Nordrhein-Westfalen, ist führender Anbieter für atmosphärische Plasmatechnologie und hat eine Vielzahl von Verfahren für unterschiedliche Anwendungsbereiche entwickelt.

Die Plasmatechnologie beruht auf einem einfachen physikalischen Prinzip: Durch Energiezufuhr ändern sich Aggregatzustände. Wird einem Gas Energie zugeführt, so wird es ionisiert und geht in den energiereichen Plasmazustand als vierten Aggregatzustand über. Tritt Plasma mit seinem hohen Energieniveau in Kontakt mit Materialien, so verändern sich die Oberflächeneigenschaften, z. B. von hydrophob zu hydrophil. Das nutzt Plasmacreat für die verschiedenen Anwendungen in unterschiedlichsten Branchen.

Plasma verändert die Oberflächeneigenschaften von Kunststoff

Für hochwertige Endprodukte und einen sicheren Prozess muss man die entscheidenden Parameter kontinuierlich im Griff haben. Deshalb vereinigen die Plasmacreat-Systeme eine Vielzahl von Steuerungs-, Regelungs- und Überwachungsfunktionen, um eine gleichbleibend hohe Qualität und Reproduzierbarkeit der Plasmabehandlung sicherzustellen. Beispielsweise werden Geschwindigkeit, Abstand des Düsenkopfes zum Substrat und die Intensität des Plasmastrahls präzise auf die zu behandelnde Region der Oberfläche eingestellt. Die Festlegung der geeigneten Parameter sowie speziell angepasste Düsenköpfe zählen zu den Kernkompetenzen von Plasmacreat und sichern eine verlässliche Vorbehandlung.

Bei der Behandlung mit sogenanntem Openair-Plasma werden sauerstoff- und stickstoffhaltige Gruppierungen in die meist unpolaren Kunststoffe eingebracht, um deren Oberflächenenergie zu erhöhen. Diese Aktivierung verbessert die Benetzbarkeit der Oberfläche, bewirkt eine signifikante Steigerung der Adhäsionsfähigkeit und ermöglicht auf diese Weise eine langzeitstabile Haftfestigkeit von Klebstoffen, Farben und Lacken. Mit Hilfe der PlasmaPlus-Technologie lassen sich Nanobeschichtungen auf Oberflächen aufbringen. So werden gezielt funktionalisierte Oberflächen geschaffen, die z. B. sowohl superhydrophob als auch superhydrophil sein können.

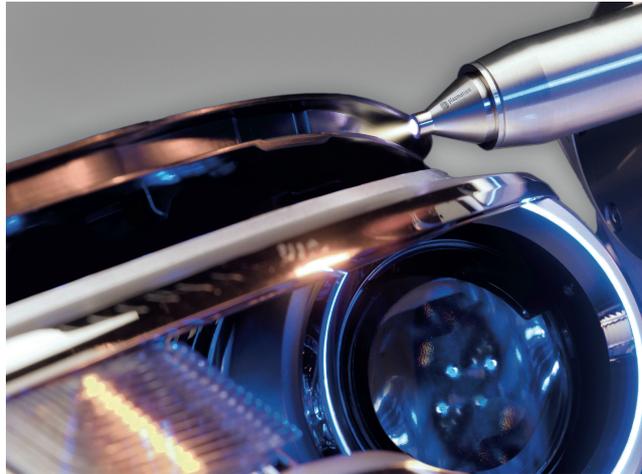


Bild 1. Polypropylen: In der Endmontage von Fahrzeugscheinwerfern sorgt die Openair-Plasma-Vorbehandlung u. a. für eine zuverlässige Verklebung und sichere Abdichtung der Bauteile

© Plasmacreat

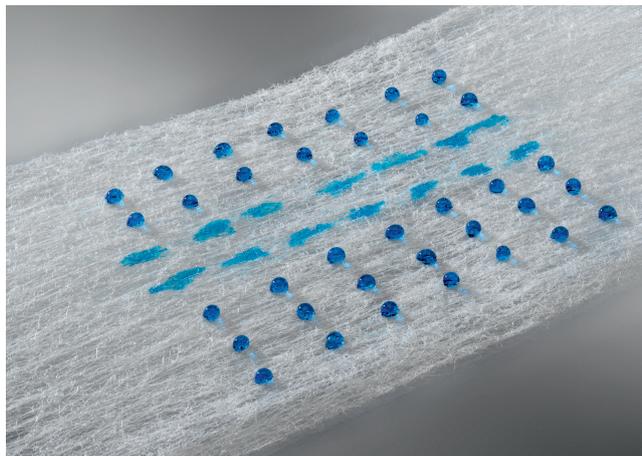


Bild 2. Polypropylen: Die Plasmabehandlung verändert textile Vliesstoffe in einem umweltfreundlichen Prozess entsprechend der gewünschten Funktionalisierung (z. B. höhere Permeation, wasserabweisend etc.) © Plasmacreat

Alle Plasma-Prozesse sind lösungsmittelfrei, ortsselektiv und inline-fähig. „Anwendungsbeispiele aus der Praxis mit verschiedenen Kunststoffen belegen den signifikanten Anstieg des Sauerstoffgehalts, der sich nach einer Plasma-Behandlung in der Kunststoffoberfläche messen lässt. Auch die Langzeitstabilität der Aktivierung nach Lagerung bei Raumtemperatur ist nachgewiesen. Von uns durchgeführte Versuche zeigen außerdem die verbesserte Klebfestigkeit von Kunststoffen nach einer Plasma-Behandlung auch unter Extrembedingungen“, so Knospé.

Paradebeispiel Frontscheinwerfer

Wie die Industrie die Plasma-Technologie bei der Verarbeitung von Kunststoff gewinnen kann, demonstriert eine langjährige Anwendung von Plasmacreat Systemen. In der Endmontage der Gehäuse von Fahrzeugscheinwerfern, meist aus Polypropylen (PP), kommt es auf eine zuverlässige Verklebung und sichere Abdichtung gegen eindringende Feuchtigkeit an. Die Bauteile werden im

Bereich der umlaufenden Klebenut mit Openair-Plasma vorbehandelt, indem das unpolare Material an den entscheidenden Stellen gleichmäßig aktiviert wird (**Bild 1**).

Aufgrund der hohen Reaktivität des Plasmastrahls werden im Klebespalt befindliche, aus dem Spritzgießprozess übertragene Formtrennmittel entfernt. Diese Vorbehandlung der gesamten Klebefuge (Boden- und Wandbereiche) sorgt für eine zuverlässige Haftfestigkeit des Klebers und eine langzeitstabile Abdichtung der Scheinwerfer. Insgesamt zeichnet sich das Verfahren durch hohe Präzision bei wettbewerbsfähigen Kosten aus.

Auch die Streu- und Abdeckscheiben der Scheinwerfer aus Polycarbonat (PC), die eine besondere Kratz- und Stoßfestigkeit besitzen müssen, werden einer Plasma-Behandlung unterzogen. Die empfindlichen Scheiben erhalten zum Schutz gegen mechanische Abnutzung als Finish-Schicht einen Kratzschutzlack, meist auf Acrylbasis. Vor dieser sogenannten Gießlack-Beschichtung wird die PC-Schicht mit Openair-Plasma aktiviert. Dies »

sorgt für einen gleichmäßigen Lackverlauf und reduziert die Ausschussquote durch anhaftende Partikel.

Eine PlasmaPlus-Beschichtung auf der Innenseite der Scheiben erzielt schließlich einen Anti-Fog-Effekt, um das Beschlagen durch mögliche Feuchtigkeit im Inneren der Scheinwerfer zu verhindern. Der Einsatz der Plasma-Technologie ist bei vielen namhaften Scheinwerferherstellern längst Standard.

Vorbehandlung von textilen Vliesstoffen und Wood Plastic Composites

Die Vorteile der Plasma-Technologie lassen sich auf viele weitere Kunststoffe übertragen. Synthetische Vliesstoffe für Hygieneartikel wie Windeln sind High-tech-Produkte, die sich nach einer Vorbehandlung mit Openair-Plasma besser mit Wasser benetzen lassen – eine wichtige Voraussetzung zur Verwendung wasserbasierter Imprägnierungen, die eine chemische Behandlung ersetzen (**Bild 2**). Gleichzeitig kann die Vorbehandlung den Einsatz von Klebstoffen um bis zu 40% reduzieren. Mit einer hauchdünnen Plasma-Plus-Beschichtung ist es möglich, neue Oberflächeneigenschaften zu erzielen, z.B. Wasser-, Sauerstoff- und CO₂-Barrieren und Oberflächen schmutzabweisend auszustatten.

Ob Fensterprofil oder Terrassenboden – der Einsatz einer Plasmabehandlung eröffnet der Baubranche neue Designmöglichkeiten. Im Fensterbau können Kunststoff-Verbundstoffe wie WPC (Wood Plastic Composites) eingesetzt werden. Diese unpolaren, oft recycelten Werkstoffe be-



Bild 3. EPDM: Die Oberflächenbehandlung aktiviert das unpolare Material für Tür- und Fensterdichtungen von Fahrzeugen und bereitet die nachfolgende Beschichtung in einem schnelleren und vor allem saubereren Prozess vor © Plasmatreteat

nötigen eine effiziente Oberflächenbehandlung mit Openair-Plasma, damit eine sichere Haftung z.B. zwischen Fensterprofil, Laminat oder Umleimer erzielt wird. Auf diese Weise lässt sich WPC im dekorativen Bereich einsetzen und macht die Verwendung des Rezyklats auf hoher Wertschöpfungsstufe möglich.

Anwendungsbeispiele für Polyamid und EPDM

Ein Smartphone-Gehäuse der jüngsten Generation für 5G-Anwendungen, bestehend aus einem Polyamid 12 (PA 12), soll mit einem zuverlässigen Flammenschutzmittel ausgestattet werden. Dies beeinträchtigt jedoch die Möglichkeit, das Material zu verkleben. Auch hier setzen Hersteller auf einen Plasma-Prozess, der die

Nassreinigung nach dem Spritzgießen ersetzt und verbesserte Eigenschaften im Klebprozess erzielt.

Türdichtungen von Fahrzeugen bestehen aus EPDM-Mischungen. Sie sollen spaltfüllend, geräuschreduzierend, optisch und haptisch ansprechend sowie kostengünstig sein und dürfen bei niedrigen Temperaturen nicht an der Karosserie festfrieren. Dafür werden Beschichtungen in Form von Flock oder Gleitlacken aufgebracht. Um eine gute Haftung auf den unpolaren Elastomeren zu erzielen, wurden sie in der Vergangenheit mit rotierenden Drahtbürsten vorbehandelt. Einfacher, sauberer, schneller und besser reproduzierbar ist eine Openair-Plasma-Vorbehandlung (**Bild 3**). Die Profilabschnitte werden nach der Extrusion für die nachfolgenden Prozessschritte vorbereitet. Der staubfreie Plasmaprozess erzielt eine gleichmäßig hohe Adhäsion. Dadurch wird die Qualität der Beschichtung oder der Beflockung nachhaltig verbessert, ist kostengünstiger und umweltfreundlicher.

Geeignet auch für POM und PUR

Polyoxymethylen (POM) eignet sich durch seinen sehr geringen Reibungskoeffizienten hervorragend für Drehsysteme, z.B. für Produkte aus der Medizintechnik wie Stellrädchen von Inhalern. Um eine korrekte Verwendung der Geräte sicherzustellen, müssen die erforderlichen Aufdrucke klar und dauerhaft sein. Aufgrund der geringen Oberflächenenergie und der damit unzureichend vorhandenen Benetzbarkeit lässt sich das Material allerdings nur schwer bedrucken. Eine Behandlung mit Openair-Plasma aktiviert die Oberfläche und sorgt für ein zuverlässiges Anhaften der Druckfarbe.

Die Autorin

Anne-Laureen Lauven ist Leiterin Marketing der Plasmatreteat GmbH, Steinhagen; pr@plasmatreteat.com

Service

Literatur & Digitalversion

➤ Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

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

Bild 4. Polyurethan: Eine Behandlung mit Openair-Plasma ermöglicht dauerhaft beständige Druckbilder auf Objekten, die hohem mechanischen Stress ausgesetzt sind © Plasmatreteat



Polyurethan (PUR) ist ein beliebter Werkstoff, wenn Eigenschaften wie geringer Abrieb, hohe Dehnbarkeit und gute Elastizität gefragt sind. In den heute verwendeten Fußbällen sind mehrere Lagen solcher PUR-Elastomere miteinander verschweißt. Das macht die Balloberfläche elastisch, verschleißfest und langlebig. Eine Vorbehandlung mit Openair-Plasma sorgt für die Feinstreinigung des schwer bedruckbaren Materials und aktiviert es für weitere Arbeitsschritte (**Bild 4**). Aufgetragene Lacksysteme benetzen dadurch deutlich besser. Auf diese Weise lassen sich dauerhafte Druckbilder auf Objekte wie Fußbälle, die hohem mechanischen Stress ausgesetzt sind, aufbringen.

Behandlung von Testkits für Laboranalysen

Ein sehr aktuelles Thema ist die Behandlung von Kits für Laboranalysen, wie sie für den Nachweis einer Covid-19-Erkrankung und andere Nachweisverfahren erforderlich sind (**Titelbild**). Eine Anforderung dabei ist es, beim Testen so wenig Analysemedium wie möglich zu verwenden, um die Ergiebigkeit zu erhöhen und gleichzeitig die Kosten für jeden Test zu minimieren. Eine superhydrophobe Plasma-Beschichtung, die hinsichtlich Dichtigkeit und Transparenz höchste Laboranforderungen erfüllt, wird gezielt in dem Bereich des Tests aufgebracht, der mit der

Flüssigkeit in Kontakt kommt. So lässt sich die Testflüssigkeit bis zum letzten Tropfen ausnutzen.

„Die beschriebenen Beispiele belegen eindrucksvoll die Leistungsfähigkeit von Plasma-Behandlungen bei der Verarbeitung von Kunststoffen. Die Anfragen von Anwendern mit ungelösten Problemen in der Kunststoffverarbeitung tragen dazu bei, dass wir unser Portfolio ständig erweitern. In unseren Webinaren zum Thema ‚Aktivierung von Kunststoffen‘ zeigen wir die Möglichkeiten der Plasmabehandlung und die erweiterten Anwendungsbereiche für verschiedene Kunststoffe auf“, erklärt Alexander Knospe abschließend. ■

Arburg engagiert sich für Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung

Verpackungen mittels digitaler Wasserzeichen sortenrein sortieren

Ein effizientes und hochwertiges Recycling ist nur möglich, wenn Kunststoffabfälle sinnvoll gesammelt und sortenrein sortiert werden und alle industriellen Prozesse des Wertstoffkreislaufs digitalisiert und miteinander verknüpft sind. Genau hier setzt die „HolyGrail 2.0“-Initiative für digitale Wasserzeichen auf Verpackungen an. Das Projekt ist jüngst in die nächste Runde gegangen und wird seit September 2020 unter der Schirmherrschaft des europäischen Markenverbands AIM vorangetrieben. Dabei ist die **Arburg GmbH + Co KG**, Loßburg, unter den mehr als 85 Unternehmen und Organisationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette als einziger Hersteller von Spritzgießmaschinen beteiligt.

„Bereits in der Pilotprojekt-Phase von HolyGrail haben wir am Beispiel von IML-Bechern aus Monomaterial gezeigt, dass die Technologie mit digitalen Wasserzeichen prinzipiell ausgezeichnet funktioniert“, erklärt Bertram Stern, Packaging und Circular Economy Manager bei Arburg. An dem europaweiten Projekt, das im Sommer 2022 abgeschlossen werden soll, beteiligt sich Arburg in verschiedenen Arbeitskreisen. Der Verband AIM mit Sitz in Brüssel koordiniert die Aktivitäten unter Berücksichtigung der aktuellen EU-Gesetzgebung. „Der rege Austausch mit Verbänden und namhaften Partnern wie Beiersdorf, Dow, Henkel, Nestlé und Sick bringt sicher viele Impulse“, ist Stern überzeugt. Nach Entwicklung eines Verpackungskonzepts ist geplant, im Frühjahr 2021 mit der semi-industriellen Testphase zu beginnen. Die EU-Gesetzgebung sieht vor, dass bis zum Jahr 2030 europaweit alle Kunststoffverpackungen wiederverwendbar, leicht recycelbar oder kompostierbar sind. Die Wiederverwertungs- und Recyclingquote soll dabei 60% betragen.

Die digitalen Wasserzeichen sind für den Endverbraucher unsichtbare, briefmarkengroße Kodierungen direkt auf der Oberfläche oder dem zugehörigen Label. Die einzelnen Kachelmuster werden über mikrotopologische Variationen im Trägermaterial erzeugt und zu einer mosaikartigen Grafik vervielfacht. Sie bilden einen „digitalen Pass“, von dem ein Bruchstück aus-



Digitale Wasserzeichen: Für den Endverbraucher unsichtbar (links), sind Informationen als „digitaler Pass“ direkt auf dem Label hinterlegt (rechts visualisiert) © Arburg

reicht, um z. B. Angaben zum Hersteller, den verarbeiteten Materialien und zur Einteilung in „lebensmitteltauglich oder nicht“ abzurufen. In Sortieranlagen lassen sich die Informationen mit einer hochauflösenden Kamera auslesen. An Supermarktkassen oder für Endverbraucher funktioniert dies über Scanner oder per App mit mobilen Endgeräten. Auf diese Weise lassen sich über die gesamte Lebensdauer des Produkts beliebige Zusatzinformationen, z. B. auch zur Verfügbarkeit, Verwendung oder Entsorgung, abfragen.

Arburg hat bereits Erfahrung mit dieser Technologie gesammelt. In der Pilotphase fertigte eine hybride Spritzgießmaschine des Typs Allrounder 820 H in Packaging-Ausführung in einer Zykluszeit von 5,8 s je zwei IML-Becher aus biobasiertem PP. Eine IML-Automation legte die zugehörigen PP-Label mit digitalem Wasserzeichen des Partners Verstraete ein und entnahm gleichzeitig die Fertigteile. Über die passende App konnten darüber Inhalte zur Monomaterial-Verpackung sowie zur Verwendung und Entsorgung des Produkts abgefragt werden. „Jetzt geht es darum, das Projekt europaweit auszubauen mit dem Ziel, Kunststoffverpackungen auf diese Weise auch im großen Maßstab sortenrein zu trennen sowie smart und betriebswirtschaftlich zu recyceln“, so Bertram Stern.

Arburgs Aktivitäten zu Circular Economy und Ressourcenschonung:
www.arburg.com/de/arburggreenworld/