

Die Linear Plasma-Behandlung erlaubt, Oberflächen von 8 mm dickem Schaumstoff zu veredeln

(Bilder: Softal)

# Molekulare

## Funktionalisierung von Polymeroberflächen

**Atmosphärendruck-Plasma** eignet sich sehr gut, um Oberflächen von thermisch empfindlichen Polymeren zu behandeln. Zudem können auf diese Weise Materialien beliebiger Dicke bearbeitet werden. Eine weitere Anwendung von Plasma in kontrollierter Gasatmosphäre ermöglicht, nasschemische Haftvermittler zu ersetzen.

**FRANK FÖRSTER**

Seit vielen Jahrzehnten finden die Atmosphärendruck-Plasma- und die Corona-Technik als Oberflächenbehandlung eine breite industrielle Verwendung bei der Extrusion und Veredelung von Polymeren. Dabei eröffnen sich den Atmosphärendruck-Plasmen stets neue Anwendungsbereiche. Zentrale Themen sind die Adaption der Plasmaquellen an Materialien bzw. Geometrien und die plasmainduzierte Oberflächenfunktionalisierung. Vor diesem Hintergrund hat die Softal Corona & Plasma GmbH, Hamburg, die Linear Plasma-Technik und die Aldyne-Atmosphärendruck-Plasmabehandlung entwickelt.

### Plasma startet chemische Reaktionen

Ziel einer Corona-Behandlung ist es, die Oberflächenenergie gezielt einzustellen und so die Haftung von Farben, Lacken, Klebstoffen und Beschichtungen zu verbessern. Die Volumeneigenschaften der Polymermatrix werden dabei nicht ver-

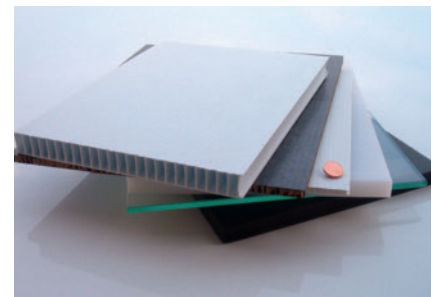
**ARTIKEL ALS PDF** unter [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de)  
Dokumenten-Nummer KU110545



**Bild 1.** Neben Schaumstoffen mit unterschiedlichen Oberflächen können auch Stegplatten mit dem Plasma-Verfahren behandelt werden, die klassische Corona-Behandlung ist hier nicht anwendbar

ändert. Neben der guten Wirkung begünstigen die Steuerbarkeit, die einfache Handhabung und die niedrigen Kosten den Einsatz.

Während der Vorbehandlung aktiviert das Plasma eine Vielzahl chemischer Reaktionen in der im Elektrodenspalt befindlichen Luft und an der Polymeroberfläche. Das Endresultat ist die chemische Bindung von funktionellen Gruppen wie Hydroxiden, Ketonen, Ethern und Carbonsäuren an die Polymeroberfläche. Diese Gruppen sind polar und erhöhen die Oberflächenenergie. In der Praxis ist die klassische Corona-Technik jedoch auf zweidimensionale Materialien mit Dicken von wenigen Millimetern begrenzt (**Bild 1**).



Mit der Linear Plasma-Oberflächentechnik lassen sich erstmals Materialien beliebiger Dicke behandeln (**Bild 2**). Das Atmosphärendruck-Plasmaverfahren modifiziert im Sub-Nanometerbereich die Oberfläche von Kunststoffplatten, Polymerschäumen und Verbundmaterialien, sodass Klebstoffe, Druckfarben, Lacke und andere Beschichtungen zuverlässig haften. Die hohe Effizienz der Plasmaquelle ermöglicht auch die Behandlung thermisch sehr empfindlicher Materialien. Auch Stegplatten oder Wabenstrukturen können auf diese Weise aktiviert werden. In offenporigen Schäumen besteht keine Gefahr für lokalisierte Vorzugsentladungen, und geschlossporige Schäume werden nicht perforiert (**Titelbild**). Wei-



**Bild 2.** Mit der Oberflächentechnik lassen sich erstmals Materialien beliebiger Dicke behandeln, das Atmosphärendruck-Plasma modifiziert dabei im Sub-Nanometerbereich die Oberfläche

terhin wird der Randbereich durch die Plasmaentladung nicht beschädigt. Eine Anpassung der Materialbreite an die Elektrodenbreite ist nicht erforderlich. Zudem kann das System in bestehende Extrusions- und Veredelungslinien installiert werden.

### Oberflächenbehandlung durch kontrollierte Gasatmosphäre

Das Alkyne-Verfahren – eingesetzt als Oberflächenbehandlung in einer kontrollierten Gasatmosphäre – erreicht die Leistungsfähigkeit nasschemischer Beschichtungsverfahren bei einem Bruchteil der Kosten. Damit ist es möglich, die chemischen Vorgänge im Plasma und letztlich an der zu behandelnden Oberfläche ge-

zielt zu steuern. Im Ergebnis entstehen funktionale Beschichtungen von der Dicke einer Monolage (typischerweise 0,3 bis 0,4 nm) aus beispielsweise Amido-, Imido- oder Aminogruppen, die kovalent chemisch an die obersten Polymerketten gebunden sind. Aufgrund dieser Gruppen ist dann eine Verbundhaftung des Polymeren zu Klebstoffen und anderen Beschichtungen möglich (Bild 3).

Bei vielen Anwendungen, die durch Corona-Behandlung keine ausreichende Haftung erlangen, finden haftvermittelnde flüssige Primer Anwendung. Dabei erhöhen die Substanz, der Auftragsprozess und das Entfernen von organischen Lösemitteln die Herstellungskosten. Durch die Behandlung in einer kontrollierten Gasatmosphäre werden die flüssigen Primer auf Polymeroberflächen wie Polypropylen (PP), Polyethylen (PE) und Polyethylenterephthalat (PET) ersetzt. Im Vergleich kostet die Vorbehandlung mit diesem Verfahren bei gängigen Produktionsverhältnissen ein Zehntel von einer Behandlung mit gängigen Primern.

Flüssige oder feste Materialien sind an der Oberflächenbehandlung nicht beteiligt, entsprechende Rückstände und Verunreinigungen können sich demzufolge nicht absetzen. Da keine Lösemittel eingesetzt werden, entfallen Reinigung sowie Trocknung und die damit verbundenen Stillstandzeiten. Auch eine Gefahr des Einlagerns von diesen ist nicht gegeben.

Die für das Verfahren benötigten Prozessgase sind hinsichtlich Gesundheit, Gefahrentechnik und Umwelt unbedenk-

lich, ebenso wie die Schichten wegen ihrer Zusammensetzung und der kleinen Substanzmengen. Da eine kovalente Bindung vorhanden ist, können sich die Mengen auch nicht verflüchtigen.

### Wassergekühlte Elektroden für Plasmaleistung

In der zweiten Anlagengeneration (Bild 4) sind nun wassergekühlte Elektroden integriert. Die benötigten hohen Plasmaleistungen können so auch bei verringerter Baugröße materialschonend abgesetzt werden, wobei die chemischen Vorgänge



**Bild 4.** Die Stationen sind für eine Inline-Behandlung ausgelegt und können unter anderem eine Bahnbreite von 2 m haben sowie Produktionsgeschwindigkeiten von 300 m/min erreichen

an der Materialoberfläche durch die konzentrierte Plasmaentladung intensiviert werden.

Zudem wurde das Gehäuse optimiert und neue Schleusensysteme eingebaut, sodass der Gasverbrauch reduziert wird und die Betriebskosten sinken. Die Wahl des Gaslieferanten ist für den Kunden dabei völlig frei. Stationen für beliebige Bahnbreiten und -geschwindigkeiten sind ebenfalls möglich. ■

#### DER AUTOR

DR. FRANK FÖRSTER, geb. 1961, ist Leiter Prozessentwicklung der Softla Corona & Plasma GmbH, Hamburg.

#### SUMMARY

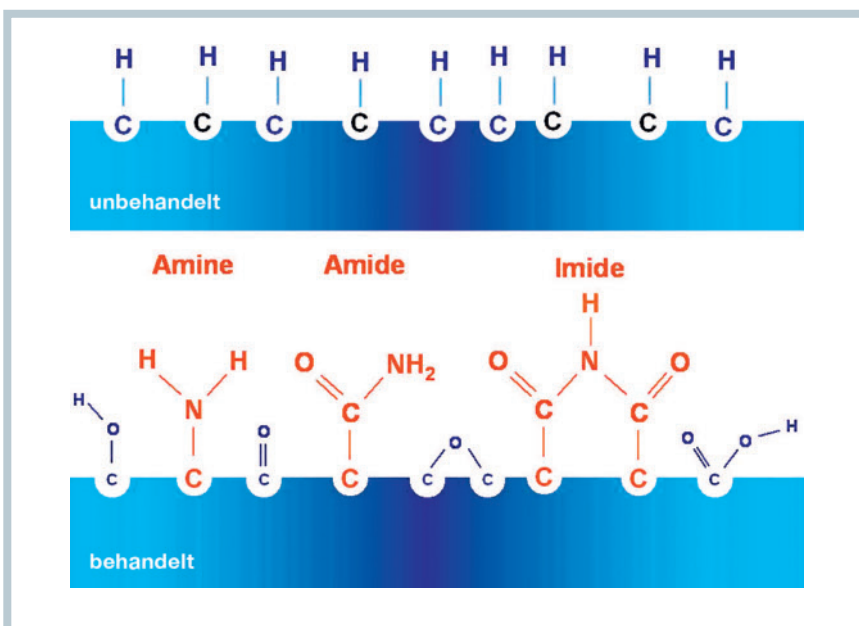
### MOLECULAR FUNCTIONALIZATION OF POLYMER SURFACES

ATMOSPHERIC PRESSURE PLASMA is highly suitable for treating the surfaces of thermally sensitive polymers. This method can also process materials of any desired thickness. In another application, plasma in a controlled gas atmosphere offers a replacement for wet-chemical adhesion promoters.

Read the complete article in our magazine

*Kunststoffe international* and on

[www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)



**Bild 3.** Auf einer unbehandelten Oberfläche sind ausschließlich Kohlenwasserstoffverbindungen, durch die Behandlung in kontrollierter Gasatmosphäre entstehen funktionale Beschichtungen, die einen Film mit haftvermittelnden Monolagenprimer bilden