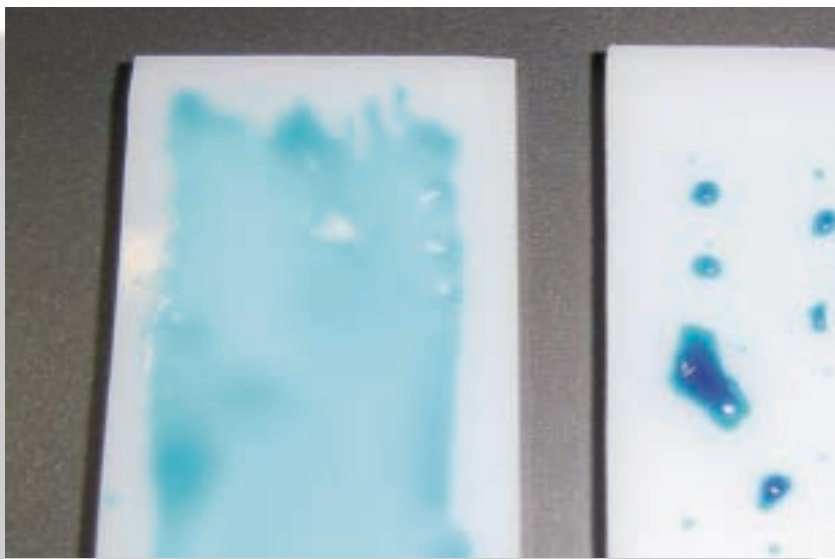


## Fluorierung von Kunststoffen

# Das A und O für gute Haftung



*Benetzende und nicht benetzende Polymeroberfläche*

Kunststoffteile werden vor einem Druck- oder Klebevorgang mit einer Corona-Entladung aktiviert, um die Kleber- oder Farbhafung auf dem Bauteil zu gewährleisten. Wenn das zu aktivierende Bauteil jedoch eine komplizierte Geometrie besitzt, reicht eine 2D-Vorbehandlung meist nicht aus. In diesem Fall ist eine Fluorierung besonders geeignet, da die gesamte Bauteilgeometrie gleichmäßig erfasst wird. Das wiederum eröffnet neue Möglichkeiten für das Design.

Flüssigkeiten verhalten sich auf ebenen Flächen ganz unterschiedlich. Auf sauberen beziehungsweise gut benetzenden Flächen bildet Wasser einen geschlossenen Film, während es auf fettigen beziehungsweise inaktiven Oberflächen zur Tropfenbildung kommt. Zu den hydrophoben, das heißt wasserabstoßenden Substanzen, gehören neben Fetten und Wachsen auch die meisten Kunststoffe. Für eine optimale Haftung von lösemittelhaltigen Druckfarben, Lacken und Klebstoffen reichen eine weniger aktive Polymeroberfläche ( $\sim 36 \text{ mN/m}$ ) beziehungsweise der polare Charakter beispielsweise von PVC aus. Dagegen ist auf unpolaren Werkstoffen wie Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) eine Aktivierung nötig. Auch für die Applikation von wasserbasierenden Systemen auf Kunststoffen ist eine Oberfläche mit hoher Oberflächenenergie ( $> 44 \text{ mN/m}$ ) erforderlich, um eine gute Benetzung zu erreichen. Die Aktivierung des Substrats und die aufzutragende Beschichtung müssen immer aufeinander abgestimmt werden.

Die Fluorierung ist ein trockenchemischer Prozess, bei dem Wasserstoffatome (H) der Polymerkette durch Fluoratome (F) substituiert werden. Es entstehen neue chemische Bindungen. Da es sich bei den Kohlenstoff-Fluorbindungen um echte chemische Bindungen (Atombindungen/Bindungsdissoziationsenergie  $\text{H}_3\text{C-F} \sim 450 \text{ kJ/mol!}$ ) handelt, resultiert daraus eine sehr gute Langzeitstabilität der Oberflächenmodifizierung. Modifiziert werden nur die obersten Moleküllagen (etwa  $15 - 30 \text{ \AA}$ ), so dass das Gesamtgefüge des Bauteils unbeeinflusst bleibt. In Gegenwart von Sauerstoff können sich an den geschaffenen Radikalstellen auch Hydroxyl- (OH) und Carboxyl- (COOH) Gruppen bilden. Diese funktionellen Gruppen erhöhen in den meisten Fällen den polaren Anteil der Oberflächenenergie zusätzlich und sorgen so für eine bessere Haftung.

### Polare Anteil um ein vielfaches erhöht

Die Tabelle verdeutlicht, dass sich der polare Anteil der untersuchten Polymere um ein Vielfaches erhöhen lässt. Die Gesamtenergie einiger fluorierter Werkstoffe liegt nur unwesentlich über dem Ausgangswert, das heißt nicht allein der Wert der Gesamtenergie ist haftungsentscheidend, sondern auch die Höhe des polaren Anteils hat einen wesentlichen Einfluss. Zudem wird die Oberfläche durch die Substitutionsreaktion vergrößert. Die aufgetragene Substanz kann sich leichter verankern, was ebenfalls zu besseren Haftwerten führt. Einige der in der Tabelle aufgeführten Oberflächenenergien sind im Bild grafisch dargestellt. Es zeigt die starke Er-



Dipl.-Ing. Simone Fischer ist Prokuristin bei der Fluor Technik System GmbH in Lauterbach.

Material	Oberflächenenergie [mN/m] unfluorierter Werkstoff		Oberflächenenergie [mN/m] fluorierter Werkstoff	
	polarer Anteil	Gesamtenergie	polarer Anteil	Gesamtenergie
PE weiß	2,8	35,2	18,8	48,5
PP schwarz	1,7	34,7	23,5	54
PA 6 GF 15	9,8	39,9	27,2	51,1
PPD	2,5	43,3	19,2	55,7
Silikon	0,6	25	9,8	34,6
ABS	8,9	50,7	23,7	56,3
PE-Folie	3,6	34,9	12,1	43,7
PP-G-Folie	3,6	44,5	41,7	68,9
P.J.-Folie	7,8	35,7	9,1	37,8
PE-Folie	6,5	31,4	17,0	23,6

Oberflächenenergien fluorierter und unfluorierter Werkstoffe  
(Quelle: Fluor Technik)

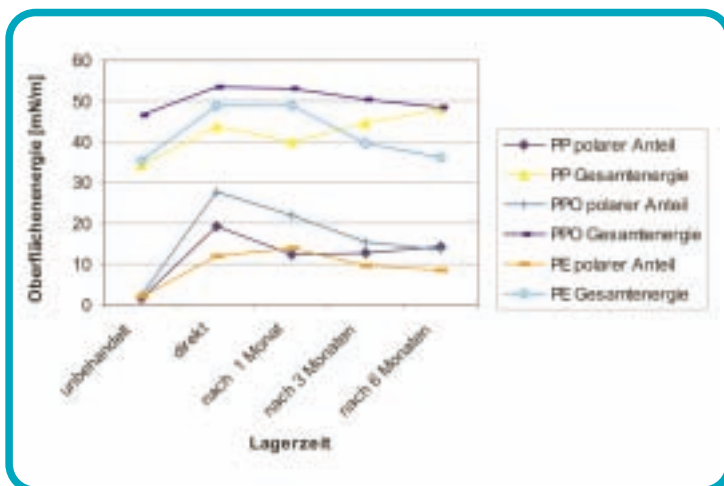
höhung des polaren Anteils der Oberflächenenergie. Dieser bleibt über dem Untersuchungszeitraum von 6 Monaten auf hohem Niveau, so dass eine prozesssichere Haftung der aufgetragenen Substanz auch nach längerer Lagerung gewährleistet ist.

### Unabhängig von der Bauteilgeometrie

Die Fluorierung eignet sich für nahezu alle Polymere mit Ausnahme von PTFE. Da sie in der Vakuumkammer durchgeführt wird, spielt die Geometrie des

Bauteils keine Rolle. Lüftergitter, Zahnräder, Kondensatorbecher, 3K-Membranen, Schalterelemente, Haltegriffe, Führungsprofile oder Radiotasten werden rundum gleichmäßig aktiviert. Je nach Produkt und Anforderung werden die Teile als Schüttgut, Stapelware oder auf Lackieraufnahmen in die Kammer eingebracht.

Folien und technische Textilien werden im Inline-Verfahren von Rolle zu Rolle fluoriert. Die Bahn durchläuft eine Kammer, in der die Aktivierung stattfindet. Je nach Materialtyp und gewünschter Vorbehandlung werden Fluorkonzen-



Langzeitstabilität der Fluorvorbehandlung  
(Bilder: Fluor Technik)

tration und Durchlaufgeschwindigkeit gewählt.

Die Fluorierung ist für viele Produkte die richtige Vorbehandlung, wenn andere Verfahren aufgrund komplexer Bauteilgeometrien, der geforderten Langzeitstabilität der Aktivierung, des vorgege-

benen Materials (2K- oder 3K-Teile, talkum- oder glasfaserverstärkt) oder des gewünschten einschichtigen Auftrags von wässrigen Lack- oder Klebesystemen keinen Erfolg bringen.