

## » Für jede Anwendung die passende Oberfläche

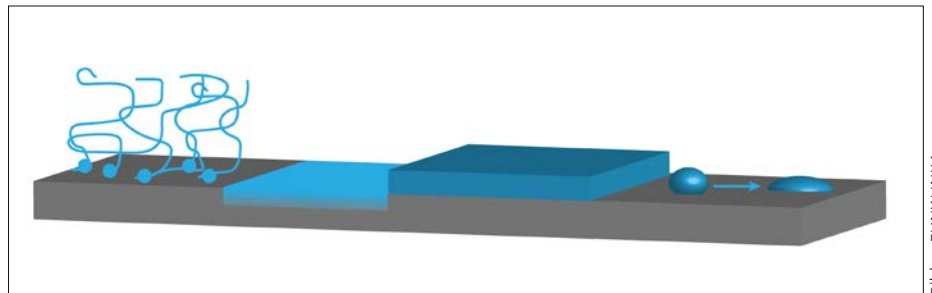
# Neue Eigenschaften für Kunststoffoberflächen

Oberflächen von Kunststoffbauteilen lassen sich durch gezieltes Einstellen der Eigenschaften mit völlig neuen Funktionen ausstatten. Das Institut für nanotechnische Kunststoffanwendungen (INKA) an der FHNW stellt seine Strategien zur Oberflächenfunktionalisierung vor und zeigt anhand von Praxisbeispielen, wie sich damit ein grosser Mehrwert erzielen lässt.

### » Sonja Neuhaus<sup>1</sup>

«Gott schuf das Volumen – der Teufel die Oberfläche.» Dieses Zitat von Wolfgang Pauli geht wohl jedem, der sich mit Oberflächen beschäftigt, gelegentlich durch den Kopf. In Bezug auf die Kunststoffwelt findet sich schnell eine Interpretation für diese Aussage: Die thermischen und mechanischen Eigenschaften des Produkts hat man im Griff, die Herstellung läuft rund und der Prozess ist wirtschaftlich. Aber dann kommt die Oberfläche ins Spiel, und damit die Interaktion mit der Umwelt! In der weiteren Verarbeitung ist unter anderem wichtig, ob sich das Bauteil gut beschichten, lackieren oder verkleben lässt. Darüber entscheidet die Benetzbarkeit der Oberfläche, zum Beispiel durch den Kleber. Den Endverbraucher wiederum interessiert, wie sich das Produkt anfühlt und ob es ansprechend aussieht. Kratzer auf einer glatten Oberfläche können die Freude an einem Produkt oder dessen Funktionalität genauso trüben wie eine starke Neigung zur Verschmutzung. Wer auf guten Durchblick bei transparenten Produkten angewiesen ist, kann ein Beschlagen zur Unzeit nicht gebrauchen – ebenso wenig wie der Naturliebhaber oder Sportler auf wasserabweisende Textilien verzichten kann. Selbst bei einem vermeintlich perfekten Kunststoffprodukt liegt also nicht unter, sondern an der Oberfläche ein Meer von Möglichkeiten. Durch gezieltes Einstellen der Oberflächeneigenschaften können Bauteile auf weitere Verarbeitungsschritte vorbereitet, gegen Angriffe von aussen gerüstet

<sup>1</sup> Dr. Sonja Neuhaus, Leiterin Kompetenzfeld Oberflächenfunktionalisierung, FHNW, Hochschule für Technik, Institut für nanotechnische Kunststoffanwendungen (INKA)



Bilder: FHNW INKA

Verschiedene Strategien für massgeschneiderte Oberflächen: Grafting, Skin Crosslinking, Beschichten und Aktivieren.

oder mit einer völlig neuen Funktion ausgestattet werden. Im Vergleich zu Metallen und Keramiken stellen Kunststoffe eine besonders grosse Herausforderung dar. Denn die Zusammensetzung der Oberfläche kann sich mit der Zeit verändern, z.B. durch Migration von Bestandteilen. Dass sich die Mühe aber auch auf wirtschaftlicher Ebene lohnt, wird am Beispiel von Beschichtungen deutlich: Der Markt für Beschichtungsformulierungen soll sich im Zeitraum von 2012 bis 2024 verdoppeln, wobei Nischen-Funktionalitäten (z.B. antifingerprint) überdurchschnittlich profitieren.

### Oberflächenfunktionalisierung am INKA

Man kann es schon erahnen: Die geforderte Eigenschafts- und Funktionspalette für Kunststoffoberflächen ist breit gefächert und variiert je nach Anwendung. Die Gruppe Oberflächenfunktionalisierung am Institut für nanotechnische Kunststoffanwendungen hat in Projekten mit Industriepartnern schon verschiedenste Problemstellungen bearbeitet. Oberflächen mit massgeschneiderter Benetzbarkeit kommen zum Beispiel in Verpackungen zur Reduktion von Foodwaste zum Einsatz oder bei wasserabstossenden Funktions-

textilien, welche in Zukunft ohne fluorierte Chemikalien hergestellt werden müssen. Um die Ablagerung von unerwünschten Verschmutzungen zu verhindern, wurden Vliesmaterialien mit antibakterieller Wirkung und Platten mit Antifouling Eigenschaften entwickelt. Spezielle Funktionalitäten können auch mit innovativen strahlenhärtbaren Beschichtungen erzielt werden.

Die zur Lösung der Problemstellungen eingesetzten Strategien lassen sich im Wesentlichen in vier Kategorien einteilen:

Bei der Grafting-To Methode werden Polymere mit funktionalen Gruppen zum Beispiel mittels Elektronenbestrahlung auf der Oberfläche kovalent verankert und können so die Benetzbarkeit und weitere Eigenschaften verändern.

Bei gewissen Kunststoffen bietet sich die Elektronenbestrahlung auch für das so genannte Skin Crosslinking an. Dabei wird die äusserste Schicht des Materials vernetzt und wird so resistenter gegenüber thermischen, chemischen und mechanischen Belastungen.

Fast universell einsetzbar und extrem vielseitig sind Beschichtungen. Diese ermöglichen zum Beispiel, eine Materialoberfläche kratzbeständiger oder schmutzabweisend zu machen. Beschichtungen, die

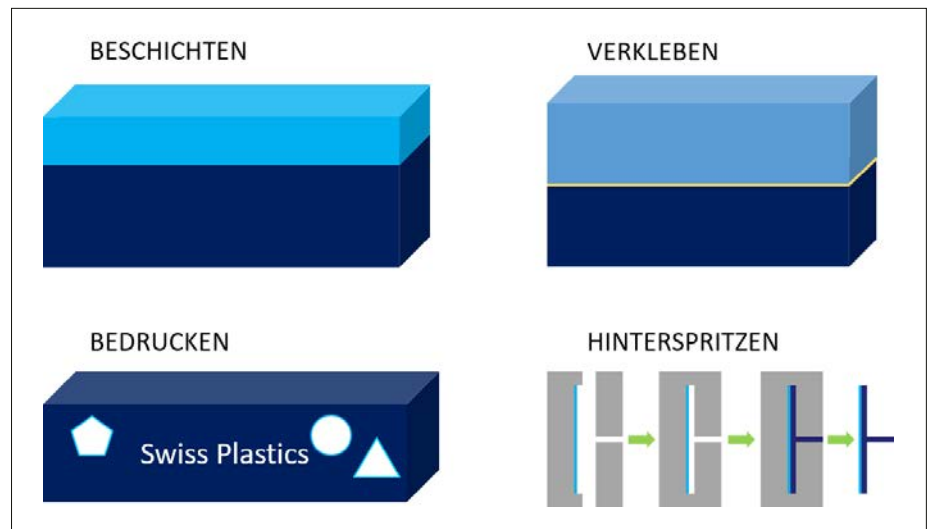
mittels UV- oder Elektronenstrahlen ausgehärtet werden, sind für den Einsatz auf Kunststoffen besonders attraktiv. Denn bei diesen Prozessen kann die thermische Belastung des Substrats gut kontrolliert werden.

Zur Vorbehandlung oder Aktivierung der Oberfläche können Plasma- und Corona-Behandlung sowie Elektronenbestrahlung oder Beflammen eingesetzt werden. Als Zwischenschritt in der Verarbeitung sind sie von entscheidender Bedeutung, um die Oberfläche für nachfolgende Prozesse vorzubereiten.

Um die modifizierten oder vorbehandelten Oberflächen zu charakterisieren, stehen unterschiedliche Testmethoden zur Verfügung. Die Benetzbarkeit mit verschiedenen Flüssigkeiten kann mit einem Kontaktwinkelmessgerät bestimmt werden. Daraus lässt sich auch die Oberflächenenergie berechnen. Chemische Funktionalitäten lassen sich mit einer speziellen Form der Infrarot-Spektroskopie untersuchen. Die Topographie der Oberfläche wird je nach erforderlicher Auflösung mit verschiedenen Mikroskopen abgebildet und ausgewertet. Anwendungsspezifische Verfahren wie Verschleisstests und Kratztests werden am INKA umgesetzt oder in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner durchgeführt. Zwei Projekte sollen im Folgenden einen detaillierteren Einblick vermitteln.

## Elektronen – vielseitige Helfer für bessere Kabeloberflächen

Bei Huber + Suhner werden in der Produktion routinemässig Kabel mit hochenergetischen Elektronen vernetzt. Die Anlagen zum Strahlenschutz (Bunker) sowie das Know-how im Umgang mit Elektronenstrahlquellen sind bereits vorhanden. Es war also naheliegend, mit Hilfe des niederenergetischen Elektronenstrahl-Emitters am INKA (Comet EBLab 200) neue Möglichkeiten für bessere Oberflächen zu erforschen. In einem von der KTI geförderten Projekt wurden mittels Skin Crosslinking vielversprechende Ergebnisse erzielt. Beim Abrollen von schweren Kabeln kommt es ohne Vorbehandlung immer wieder zu Beschädigungen der Oberfläche, wenn verklebte Stellen aufgerissen werden. Die Klebrigkeit von Kabelmateria-



Die Vorbehandlung und Aktivierung von Kunststoffoberflächen ist für zahlreiche Prozesse unerlässlich.

lien konnte durch Vernetzung der äussersten Schicht des Kabels mittels Elektronenbestrahlung deutlich reduziert werden. Die Abriebbeständigkeit von dünnen Kabeln ist kritisch für verschiedene Anwendungen und wird in einem strengen Prüfverfahren ermittelt. Auch hier führte die Bestrahlung mit Elektronen zu einer deutlichen Verbesserung.

Um eine genügende Haftung von Tüllen auf den fertigen Kabeln zu erzielen, brauchte es in der Vergangenheit aufwändige Vorbehandlungen. Durch Elektronenbestrahlung ergab sich eine signifikante Haftungsverbesserung zwischen Tülle und Kabel. Dabei genügte ein einziger Schritt als Vorbehandlung und bedenkliche Chemikalien kamen gar nicht erst zum Einsatz.

## Vom Problemfall zu neuen funktionalen Beschichtungen

UV LED basierte Lampen ersetzen zunehmend die traditionellen Quecksilberlampen bei der Aushärtung von UV Lacken. Nachteilig ist aber die unvollständige Oberflächenhärtung der Schichten beim Einsatz von LEDs, was eine klebrige, unbeständige Oberfläche zur Folge hat. Diese intrinsische Einschränkung durch Verwendung von UV LEDs bietet aber auch eine einzigartige Möglichkeit zur weiteren Funktionalisierung der Lack-Oberfläche. Da die nicht komplett ausgehärtete Oberfläche noch immer Doppelbindungen und andere reaktive Gruppen enthält, können diese als Reaktionspartner für eine nachträgliche

chemische Oberflächenfunktionalisierung genutzt werden. Zusammen mit der RadLab AG wurde, basierend auf dieser innovativen Idee, der sogenannte «reactive layer functionalization» (ReLaFun) Prozess entwickelt (Förderung: Aargauer Forschungsfonds). Funktionale Polymere mit reaktiven Gruppen werden dabei kovalent an die reaktive Oberfläche gebunden, wobei eine komplett ausgehärtete Schicht mit neuen Eigenschaften entsteht. Der Proof of Concept wurde durch die Herstellung von hydrophilen Antibeschlag-Schichten und kratzfesten Beschichtungen mit dem ReLaFun Prozess erbracht.

### Termine an der FHNW 2020

Im kommenden Jahr 2020 haben Sie gleich mehrfach die Gelegenheit, sich an der FHNW über die neusten Oberflächentrends zu informieren. Zum einen findet am 14. bis 15. Mai die internationale Konferenz «Polymer Replication on the Nanoscale» auf dem FHNW Campus statt. Hier steht die Oberflächenstrukturierung auf Mikro- und Nanoskala im Vordergrund – eine weitere vielseitige Strategie für funktionale Kunststoffoberflächen. Am 17. September organisieren wir erstmals die eintägige Veranstaltung «Massgeschneiderte Kunststoffoberflächen». Links zu den Veranstaltungen:  
[www.prn-conference.com](http://www.prn-conference.com)  
[www.fhnw.ch/oberflaechentagung](http://www.fhnw.ch/oberflaechentagung)

## Ausblick – auf zu neuen Oberflächenwelten

Funktionale Oberflächen gewinnen laufend an Bedeutung in einer Vielzahl von Anwendungen. Für die Zukunft besonders attraktiv ist die prozessintegrierte Oberflächenmodifikation, die zum Beispiel bereits im 2-Komponenten-Spritzguss zur Verbesserung der Haftung eingesetzt wird. In diesem Kontext ist die Herstellung von Kunststoffteilen mit gleichzeitiger Beschichtung ein spannendes Forschungsfeld, weil damit in einem Schritt ein funktionalisiertes

### Oberflächen: There is more than meets the eye

Dr. Sonja Neuhaus referiert als Keynote Speaker am Innovation Symposium anlässlich der Swiss Plastics Expo in Luzern

Datum: Mittwoch, 22. Januar 2020, um 10.05 bis 10.25 Uhr in der Halle 1

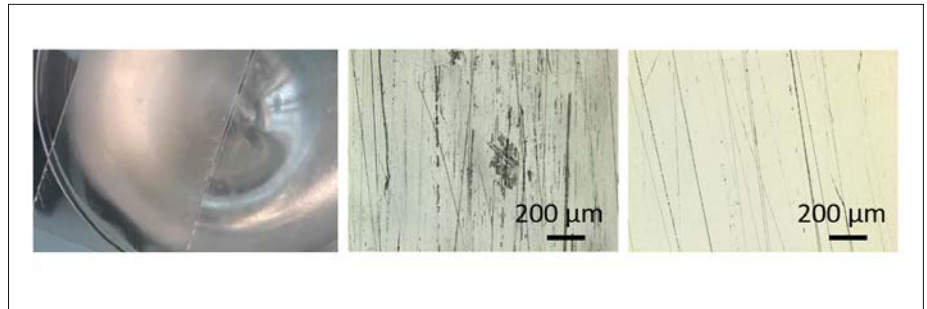


Bild links: Mit ReLaFun beschichtete Folie ohne (links) und mit (rechts) Antibeschlag-Effekt. Mikroskopieaufnahmen von beschichteten Kartonsubstraten nach dem Kratztest. Stark verkratzte Basisformulierung (Mitte) und nur sehr leicht zerkratzte ReLaFun Beschichtung (rechts).

Produkt entsteht. Beschichtungen mit mehr als einer Funktion – zum Beispiel Kratzbeständigkeit und Antibeschlag – werden immer häufiger nachgefragt. Grosses Potenzial für die Modifikation und die Beschichtung von Kunststoffen bietet ausserdem die Plasmatechnologie, wobei insbesondere Atmosphärenplasma-Systeme auf dem Vormarsch sind.

### Kontakt

Dr. Sonja Neuhaus  
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW  
Hochschule für Technik  
Institut für Nanotechnische  
Kunststoffanwendungen, INKA  
Klosterzelgstrasse 2, CH-5210 Windisch  
+41 56 202 78 95  
sonja.neuhaus@fhnw.ch  
www.fhnw.ch/inka  
Halle 2 / A 2005

# SCHAUB



## Stark im Werkzeug- und Formenbau

### Ihr Spritzdruckformenbauer für:

- Silikon
- MIM Metal Injection Molding
- Thermoplast
- Duromere
- Aluminium/Zink

### Umfassende Dienstleistungen:

- Beratung & Entwicklung
- Konstruktion
- Produktion
- Montage
- Service/Unterhalt