

»Antiadhäsive Oberflächen«

Konsortialführer

Rhenotherm Kunststoffbeschichtungs-GmbH
 Peter Wagner (Dipl. Biol.)
 F + E, Rasterelektronenmikroskopie
 Peter-Jacob-Busch-Strasse 8
 47906 Kempen
p.wagner@rhenotherm.de
 Tel.: +49 21 52 / 91 41 -23
 Fax: +49 21 52 / 91 41 -20

Projektpartner

Nehlsen-BWB Flugzeug-Galvanik Dresden GmbH&CoKG
 TU-Dresden, Institut für Botanik

Das Projekt

Pflanzen haben oft stark antiadhäsive Oberflächen. Sie weisen in der Regel eine hierarchische Strukturierung im Mikro- und Nanometerbereich und zumindest eine hydrophobe Abschlusschicht auf. Am bekanntesten ist die Lotusblume *Nelumbo nucifera*, deren Blatteigenschaften zur Entwicklung neuartiger technischer Oberflächen beigetragen haben.

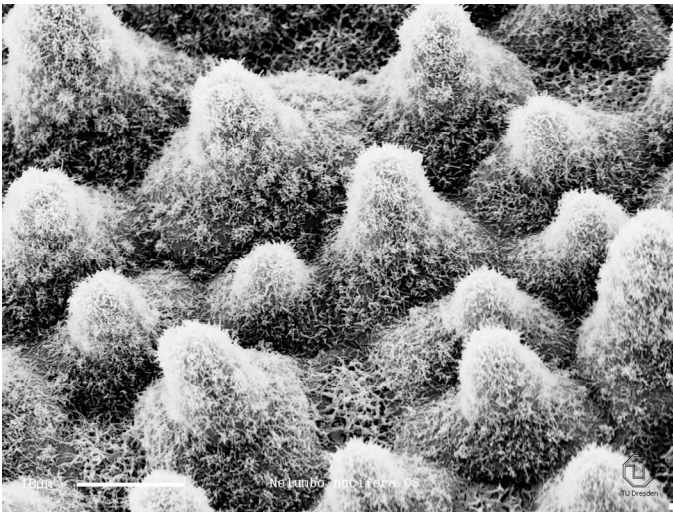


Bild 1: Raster-Elektronenmikroskopische Aufnahme der Blattoberseite Lotusblume

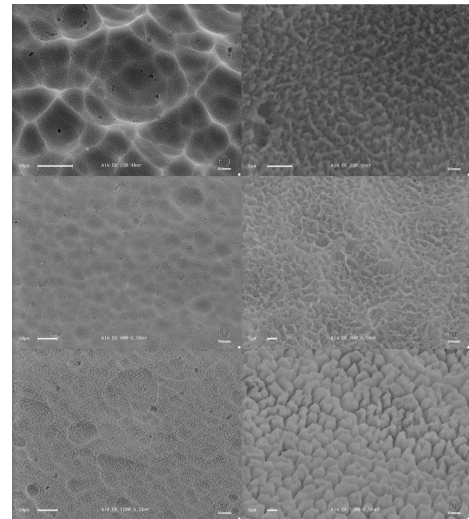


Bild 2: Raster-Elektronenmikroskopische Aufnahmen strukturierter Oberflächen

Die Kombination aus Strukturen ähnlich denen pflanzlicher Oberflächen auf Metallen, überdeckt mit einer hydrophoben Abschlusschicht, bilden die Grundlage für eine neue Art von antiadhäsiven Oberflächen.

Aluminium und Edelstahl sind wegen ihrer Materialeigenschaften für verschiedene Anwendungen unverzichtbar. Eine Mikrostrukturierung dieser Materialien durch Sandstrahlen (links) oder Flammstrahlen, mit anschließender Nanostrukturierung durch elektrochemische Behandlung (rechts) resultieren in einer hierarchisch aufgebauten biomimetischen Oberfläche, an der z. B. auch hochviskose und klebrige Flüssigkeiten wie Honig oder Schnecken Schleim nicht haften.

Als Beschichtung dienen geeignete Fluorpolymere oder ähnliche Materialien mit niedriger Oberflächenenergie und ausreichender chemischer sowie mechanischer Stabilität (z. B. Silikon). Ziel sind dauerhaftere Beschichtungen mit antiadhäsiven und hydrophoben Eigenschaften zur Verlängerung der Lebensdauer bzw. späteren Notwendigkeit einer Erneuerung der Beschichtung (Ressourcenschonung!), Korrosionsschutzschichten, Antihafbeschichtungen von Farbwannen und anderen Behältern (auch zur Verbesserung der Entleerbarkeit), Antihafbeschichtungen von Druckereiwalzen zur Vermeidung von Lacktonen, Beschichtungen zur Verbesserung der Reinigbarkeit und die Erzielung antistatischer Eigenschaften für energieeffiziente Prozesse.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bild 3: Bild einer Oberfläche, auf der Honig abrollt

Gesamtziel des Vorhabens

In dem Vorhaben sollen zwei biologische Prinzipien zu optimierten Antihafbeschichtungen verbunden werden Nano- und mikrostrukturierte Oberflächen, die minimierte Kontaktflächen zu einem anderen Material aufweisen, beschichtet mit einem hydrophoben Material analog pflanzlicher oder tierischer Vorbilder. Das Ergebnis sind neue biomimetische Materialien, mit verbesserten antiadhäsiven Eigenschaften, die aus folgenden Komponenten bestehen sollen:

1. Metalle (bevorzugt Aluminium oder Stahl) mit einer Oberflächenstruktur analog optimierter biologischer Oberflächen (insbesondere Pflanzen) und
2. geeigneten Polymeren oder ähnlichen Materialien, die niedrige Oberflächenenergien und eine ausreichende mechanische Stabilität aufweisen (z. B. PTFE, FEP, PFA oder Silikon).

Auf dieser Basis ist die Entwicklung funktionsangepasster Oberflächen mit stark antiadhäsiven Eigenschaften sowie weiteren Kombinationen aus Strukturierung und chemischer Modifizierung möglich, da die strukturierten Oberflächen je nach Einsatzbereich funktionalisiert werden können.

Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens

Die wesentlichen wirtschaftlichen Arbeitsziele des Vorhabens liegen in der Nutzbarmachung biologisch optimierter Oberflächeneigenschaften im Rahmen spezieller technischer Anwendungen, für die keine (zufriedenstellende) Lösung vorhanden ist. Wichtige Parameter, die durch eine Funktionalisierung beeinflusst werden, sind z. B. Benetzung und Haftung, Korrosion, Reibung oder Strahlungsreflexion. Insbesondere Reibung und Korrosion haben entscheidenden Einfluss auf die Lebensdauer eines Bauteils, wohingegen Hafteneigenschaften von außerordentlicher Bedeutung für die Verarbeitung (z. B. Kleben oder Schweißen) oder den endgültigen Einsatzbereich sind (z. B. Formen und Entformen, Befüllen und Entleeren von Behältern, Walzen). Um diese Fragen zu untersuchen, werden von den beteiligten Firmen Labor-muster mit unterschiedlichen Oberflächenreliefs angefertigt, die mit Bezug auf die potenziellen Anwendungsgebiete an der TU Dresden getestet werden.

Während technische Lösungen zu diesem Problembereich in der Regel zu möglichst glatten Oberflächen tendieren, hat die Natur in zahlreichen Zusammenhängen Lösungen auf der Basis nano- und mikrostrukturierter Oberflächen gefunden. Das bekannteste Beispiel ist die unbenetzbare und selbstreinigende Blattoberfläche der Lotusblume, dessen Wirkungsweise unter dem Namen Lotus-Effekt[®] beschrieben und in Anfängen technisch umgesetzt ist. Derartige Oberflächen besitzen darüber hinaus das Potential, generell antiadhäsiv zu sein. Voraussetzung ist die genaue Kenntnis der relevanten Geometrien zu verwendender Nano- und Mikrostrukturen und deren Kombination mit einer geeigneten chemischen Funktionalisierung. Es ist das wichtigste wissenschaftliche Ziel, den Beitrag unterschiedlicher Strukturebenen zu erforschen, wobei ihre synergistische Wirkung im Zentrum des Interesses steht, da es bisher nur ansatzweise untersucht und verstanden ist. Es ist jedoch schon jetzt klar (auch durch das Vorgängerprojekt belegt), dass die Kombination mehrerer Längenskalen, die Antihafteigenschaften dramatisch verstärkt. Natürliche Oberflächen weisen praktisch nie nur eine Strukturierungsebene auf, sondern nutzen die Längenskala zwischen 10 nm und etwa 100 µm in vielfachen Kombinationen. Es ist daher von großer Bedeutung, diesen natürlichen Strukturbereich zum Vorbild zu nehmen, um Vorgaben für technische Realisierungen machen zu können. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sind für die technische Anwendung innerhalb des Projektes unmittelbar verwendbar. Hier kann auf eine umfangreiche Datenbank und jahrelange Erfahrung der Arbeitsgruppe zurückgegriffen werden.

Wissenschaftliche Ziele auf Seiten der Beschichtung sind sowohl die Verbesserung der mechanischen Stabilität als auch der Wunsch, möglichst dünne Schichten zum Einsatz zu bringen, damit die erzeugten Strukturen nicht wieder zugedeckt werden. Darüber hinaus ist eine Qualitätskontrolle der Schichten unter realen Einsatzbedingungen im Vergleich zu konventionellen Beschichtungssystemen erforderlich.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung