



SHPAlu

WIR LASSEN TROPFEN SPRINGEN.



Weitere Infos

Projekttitlel

SHPAlu – SuperHydroPhobes Aluminium

Einleitung

Die Herstellung von superhydrophoben und anderen lyophoben Beschichtungen ist ein aktuell viel untersuchtes Forschungsthema. So können wasserabweisende Beschichtungen beispielsweise bei Solarzellen einen Selbstreinigungseffekt ermöglichen, in Wasserkondensatoren die Ausbeute erhöhen oder als Beschlags- & Frostschutz auf Flugzeugen angebracht werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet liegt in der Nutzung von superhydrophoben Beschichtungen in Kombination mit einem Jumping Droplet Effect (JDE). Dabei verbinden sich zwei oder mehrere Wassertropfen zu einem größeren Tropfen und können sich durch die freiwerdende Oberflächenenergie von dem Substrat abstoßen und wegspringen.

Ziel

Ein in der Industrie häufig genutztes Material aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit, relativ geringen Dichte und einfachen spanenden Bearbeitung ist Aluminium oder eine Aluminiumlegierung. Hierfür sollen verschiedene hydrophobe Beschichtungsprozesse für unterschiedliche Aluminiumlegierungen untersucht und mit der benötigten Messtechnik evaluiert werden. Anschließend sollen Untersuchungen zu springenden Tropfen auf den hergestellten Aluminiumsubstraten in einem Kondensationsversuchsstand durchgeführt werden, um deren Nutzung in technischen Apparaten zu simulieren.

Methode

Für die Herstellung superhydrophober Beschichtungen von unterschiedlichen Aluminiumlegierungen wurde jeweils ein dreistufiger Prozess untersucht. Dabei besteht der erste Schritt in dem Ätzen der Aluminiumsubstrate in einer Salzsäurelösung (HCl) zur Herstellung mikrometer-großer Würfelstrukturen an der Ätzoberfläche. Anschließend werden die Proben in einem kochenden Wasserbad weitergeätzt bis kleine Nanostrukturen auf den Mikrowürfeln entstehen. Diese hierarchische Mikro- und Nanostrukturierung wird in einem letzten Schritt noch mit einer Fluorkohlenwasserstoff-Beschichtung versehen, welche die Oberflächenspannung des Aluminiums stark senkt. Durch die Kombination aus der porösen Oberfläche, welche mittels Gaseinschlüssen für Tropfen wie ein Kissen wirkt, und der niedrigen Oberflächenspannung an den wenigen Kontaktstellen, können Wassertropfen auf dem Aluminium regelrecht rumwandern. Zur Qualitätsanalyse dienen ein Kontaktwinkelmessgerät zur Untersuchung der hydrophoben Eigenschaften, Elementanalysetools wie ein Röntgenphotoelektronenspektroskop (XPS) zur Messung der Beschichtung und dessen Degradierung durch Umwelttests, sowie ein Rasterelektronenmikroskop (REM) zur Untersuchung der geätzten Strukturen.

Ergebnis

In Abhängigkeit der Aluminiumlegierungsbestandteile und -konzentrationen (wie beispielsweise Si, Mg oder Mn) konnten unterschiedliche Ätzzeiten bei gleicher Salzsäurekonzentration für die höchsten Kontaktwinkel gefunden werden. Wie REM-Aufnahmen zeigten, bildeten sich bei allen Legierungen würfelartige Mikrostrukturen, welche je nach Ätzzeit schärfere oder abgerundete Kanten zeigten. Ein Vergleich von nur in HCl, nur in kochendem Wasser und in HCl & kochendem Wasser geätzten Proben zeigte die größten Kontaktwinkel bei dem zweistufigen Ätzprozess. Ein abschließendes Beschichten mittels 1H,1H,2H,2H-Perfluorodecyltriethoxysilane (PDES) musste bei allen Proben durchgeführt werden, um diese superhydrophob zu bekommen. Ein Nichtbeschichten der Proben mittels PDES führte zur Erzeugung von superhydrophilen Oberflächen, welche keine Kontaktwinkelmessung mehr

zuließen, da die Tropfen zu schnell zerflossen. Wie XPS-Analysen zeigten, konnte auf allen PDES beschichteten Proben erfolgreich eine Fluor-Kohlenstoffbeschichtung nachgewiesen und sogar die grobe Länge der CF-Kettenverbindungen bestimmt werden. Im nächsten Schritt soll nun ein Wasserdampf-Kondensations-Versuchsstand entwickelt werden, um die Tropfenkondensation und den Jumping Droplet Effect zu untersuchen.

Projektbeteiligte

Ulrich Bachl, Benedikt Winter, Günther Ruhl, Prof. Raimund Förg