

AFOSS“ (IGF-Vorhaben Nr. 19895)

Das Forschungsvorhaben „Neue, schaltbare oder adaptive Funktionsoberflächen durch Ein-Schritt-Applikation von innovativen Polymerbürstenbeschichtungen auf technischen Substraten durch Lackierung – AFOSS“ (IGF-Vorhaben Nr. 19895) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung „Otto von Guericke“ (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Das Projekt AFOSS hatte zum Ziel, ein neues Ein-Schritt-Verfahren zur Generierung funktioneller Beschichtungen mit easy-to-clean Eigenschaften zu entwickeln. Ausgangspunkt waren hierbei die gemeinsam erfolgreich durchgeführten Projekte OPA und APOLLON des Fraunhofer IFAM und Leibniz IPF, in denen gezeigt wurde, dass es möglich ist, dünne Polymerfilme mit hervorragenden easy-to-clean Eigenschaften auf Lackoberflächen unter Anwendungsbedingungen zu applizieren. Der Nachteil dieser Beschichtungen war der Mehrschrittprozess, bestehend aus einem Lackauftrag, Lackhärtung, Plasmaaktivierung, Polymerauftrag und Polymeranbindung. In dem Projekt AFOSS wurde nun diese Herausforderung angegangen, in dem versucht wurde, diese Prozessschritte in einen einzigen zusammenzufassen.

Dies gelang durch die Nutzung des so genannten self-stratifying Effekts, der darauf beruht, dass Polymerketten durch ihren chemischen Aufbau und ihre physikalischen Eigenschaften von sich heraus durch einen spontanen Entmischungsprozess aus der Lackmatrix herausmigrieren. Zur Generierung eines solchen Beschichtungsverfahrens mussten die zwei Komponenten des Beschichtungssystems, der Lack und das Polymer, entwickelt und in ihren Eigenschaften speziell auf einander angepasst werden.

Das IPF Dresden hat in diesem Zusammenhang ein neues Polymer, welches eine für diesen Anwendungszweck geeignete Struktur aufweist, erstmalig synthetisiert. Der easy-to-clean Effekt wurde durch eine Block-co-Polymerstruktur (Abbildung 1) aus einem hydrophilen Polyacrylsäureblock (PAA) und einem hydrophob/oleophoben perfluorierten

Isopropylmethacrylatblock (PHIMA) generiert. Außerdem wurde das Polymer mit einer endständigen Hydroxygruppe ausgestattet, über die das Polymer an spezielle Komponenten des Lacksystems kovalent, d.h. chemisch fest, anbindet.

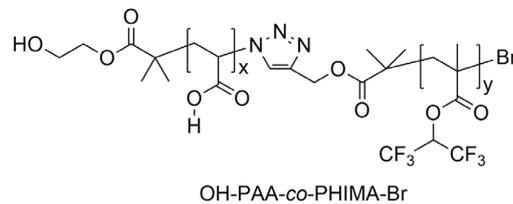


Abbildung 1 Strukturformel des synthetisierten Zielpolymers.

In Kontakt mit öligen Verschmutzungen zeigen die mit diesem Polymer funktionalisierten Oberflächen ein für herkömmliche Polymeroberflächen untypisches, aber in diesem Projekt gewünschtes, oleophobes Verhalten. In Kontakt mit Wasser ordnen sich die Polymerketten so um, dass sich die hydrophilen Bestandteile an der Grenzfläche befinden und somit der Oberfläche wasserbenetzende Eigenschaften verleihen. Die Öltropfen können mit reinem Wasser entfernt werden. Um diesen Effekt zu untersuchen, wurden Polymere mit unterschiedlichen Zusammensetzungen synthetisiert und von diesen Polymeren dünne Schichten auf dem Modellsubstrat Siliciumwafer präpariert. So konnten auf einfachem Weg Kontaktwinkel und Schichtdicken gemessen werden. Es stellte sich heraus, dass hinsichtlich des Benetzungsverhaltens eine Zusammensetzung aus 100 Einheiten PAA und 20 Einheiten PHIMA die besten Ergebnisse zeigt (Abbildung 2).



Abbildung 2 Darstellung des easy-to-clean Effekts durch das Absprühen eines Öltropfens mit reinem Wasser von einer mit dem Zielpolymer beschichteten Siliciumoberfläche.

Das IFAM hat erfolgreich, die am IPF synthetisierte Polymere in unterschiedliche Beschichtungssysteme einarbeiten können. Die Polyurethansysteme (wässrig und lösemittelhaltig) besitzen Isocyanatgruppen, die für die Reaktion mit den endständigen Hydroxygruppen der Polymere reagieren und somit an die Lackmatrix anbinden. Für die kovalente Ankopplung der funktionellen Polymere in ein Sol-Gel-System mussten die Polymere zunächst mit einem Isocyanatosilan umgesetzt werden, um anschließend mit der

Sol–Gel Matrix über die Alkoxygruppen zu reagieren. Es konnte gezeigt werden, dass alle Lacksysteme bei Anwesenheit von den hydrophob / oleophoben Polymeren ihr Benetzungsverhalten gegenüber Wasser und Öl ändern und ölige Verschmutzungen sich besser mit Wasser abwaschen lassen als Beschichtungen ohne diese Polymere.

Besonders mit einem Sol–Gel-System konnten die besten Ergebnisse hinsichtlich der Benetzungseigenschaften und Beständigkeit erzielt werden. Zum einen konnte gezeigt werden, dass die Polymere die Benetzungseigenschaften gegenüber den verwendeten Testflüssigkeiten (Wasser und *n*-Hexadecan) signifikant verändern. Zum anderen konnte gezeigt werden, dass die Polymere kovalent angebunden sind und sich nicht auswaschen oder mechanisch entfernen lassen.

Zusätzlich wurden Nanopartikel aus den Polymeren hergestellt und in die verschiedenen Lacksysteme eingearbeitet. Die auf diesem Wege hergestellten Beschichtungssysteme haben leider nicht den gewünschten Easy-to-clean Effekt gezeigt, da die Nanopartikel wahrscheinlich von der Lackmatrix umgeben sind.

Das Projekt legt die Grundlage für weitere Entwicklungen und stellt den innovativen und flexibel agierenden klein- und mittelständigen Unternehmen eine entsprechende Toolbox zur Generierung neuer Lacke. Lackhersteller und Lackierbetriebe werden damit in die Lage ihr Produktportfolio mittels bereits vorhandener Applikationstechniken und einer Auswahl an easy-to-clean Lacken mit unterschiedlichen Eigenschaften erheblich zu erweitern. Die dafür erforderlichen Investitionskosten werden als verhältnismäßig gering und die der gegenüber stehenden Stärkung der Marktposition hingegen als sehr vielversprechend eingeschätzt. Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten und Verwertung der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse werden als hoch angesehen. Zusammenfassend stehen dem als gering anzusehenden Investitionsvolumen ein enormes Marktpotential und Erhöhung der Wertschöpfung gegenüber.