

**IGF-Vorhaben-Nr.: 18561 N**

**Laufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2016**

## **Mechanismen-basierte Strategien zur Vermeidung der Belagbildung in Kunststoffverarbeitungsmaschinen und Werkzeugen**

Dr. Sascha Sedelmeier\*, Dr. René Gustus\*\*, Juan Triana\*\*\*

\*Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Bereich Kunststoffe, Darmstadt (Forschungsstelle1)

\*\*Clausthaler Zentrum für Materialtechnik, TU Clausthal

\*\*\*Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde (IfW)  
Technische Universität Darmstadt (Forschungsstelle 2)

### **Zusammenfassung**

Bei der Verarbeitung von Kunststoff-Formmassen kommt es in der Praxis immer wieder zu unerwünschter Bildung von Belägen auf den Maschinen- und Werkzeugoberflächen, die sich in der Folge lokal ablösen können und dann als Stippen in den produzierten Formteilen auftreten. Seit Jahren werden in der Praxis als pragmatische Lösung des Problems Beschichtungen insbesondere auf der Basis CrN, TiN oder z.B. Hartchrom angeboten. Allerdings kann festgestellt werden, dass diese Beschichtungen in manchen Anwendungen eine Verbesserung darstellen, in anderen Anwendungen aber wiederum nicht bzw. das Problem sogar verschärfen, ohne dass die Hintergründe dafür bekannt sind.

Ziel des vorliegenden Projektes war es daher, die Wirkmechanismen, die zur Bildung und zum Wachstum von Belägen führen, aufzuklären und aus den gewonnenen Erkenntnissen diejenigen Schichteigenschaften abzuleiten, die ein Belagwachstum wirksam verhindern können.

Dazu werden zunächst TiN- und CrN-Beschichtungen sowie Hartchromschichten auf Stahlsubstraten abgeschieden und dabei systematisch in ihrem Schichtaufbau und der Schichtmorphologie variiert. Anschließend werden die beschichteten Oberflächen insbesondere hinsichtlich der Oberflächenmorphologie, der chemischen Zusammensetzung, der Schichtintegrität sowie der Ionenleitfähigkeit sehr ausführlich und tiefgehend analysiert.

Die Experimente mit dünnen Schichten aus Polycarbonat als auch die Versuche mit dünnen Polycarbonat-Belägen auf Stahl zeigen, dass es durch die Diffusion von Eisen in die Polymerschmelze zu einer Komplexbildung mit dem Polycarbonat und somit zu einer Vernetzung

von Polycarbonat an der Grenzfläche kommt. Diese vernetzte Polycarbonatschicht ist somit weder schmelzbar noch löslich und kann mit der Zeit in der Dicke weiter anwachsen. Damit konnte ein wichtiger Schritt hin zu einem tieferen Verständnis für die Ursachen und Mechanismen der Belagbildung und des Belagwachstums getan werden.

In elektrochemischen Modellexperimenten an beschichteten Stahlproben mit wässrigen Elektrolyten hängt die Durchlässigkeit der Beschichtungssysteme für Eisenionen sehr stark vom Schichtaufbau und von der Morphologie der Schichten ab. Dies könnte die in der Praxis häufig festgestellte Tatsache erklären, dass die Beschichtungen in manchen Fällen eine Problemlösung darstellen, in anderen Fällen jedoch nicht. In den durchgeführten Experimenten mit realen Schmelzen waren allerdings keine Eisenionen direkt in der Schmelze nachweisbar, d.h. die nicht beschädigten Beschichtungen waren diffusionsdicht. Hierbei ist allerdings zu bedenken, dass an Realbauteilen, wie z.B. Plastifizierschnecken, erhebliche thermomechanische Beanspruchungen auftreten, die die Struktur der Schichten schädigen und damit doch die Eisendiffusion und das Belagwachstum ermöglichen können. Weiterhin ist zu den Diffusionsgeschwindigkeiten der Eisenionen durch die Beschichtungen hindurch bislang wenig bekannt, und die Schmelzekontaktzeiten sind in der Praxis wesentlich höher, als es in den Experimenten realisierbar war.

Aus den erzielten Ergebnissen können die Zieleigenschaften von Beschichtungssystemen abgeleitet werden. Dazu gehören insbesondere die Minimierung der Durchlässigkeit der Beschichtung für Eisenionen auch unter Langzeitbeanspruchungen sowie die Minimierung potenzieller Angriffspunkte für eine mechanische Verankerung der Polymeren an der Oberfläche der Beschichtung.

## Danksagung

Das IGF-Vorhaben 18561 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Kunststoffe e. V., Haardtring 100, 64295 Darmstadt, zum Thema

„Mechanismen-basierte Strategien zur Vermeidung der Belagbildung in Kunststoffverarbeitungsmaschinen und Werkzeugen“

wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Für diese Förderung sei gedankt.

Auch für die Unterstützung der Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V. sei gedankt.

Weiterhin danken wir den im projektbegleitenden Ausschuss vertretenen Unternehmen für ihre fachliche Unterstützung.

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden, der zum Selbstkostenpreis beim Fraunhofer LBF bestellt werden kann. Die Rechnung wird mit dem Bericht zugeschickt.

Kontakt: Dr. Bernd Steinhoff, Tel.: +49 6151 705-8747; [bernd.steinhoff@lbf.fraunhofer.de](mailto:bernd.steinhoff@lbf.fraunhofer.de)