

Zusammenfassung

IGF-Nr.: 15255 N

Innovative Analyse witterungsbedingter farblicher Veränderungen von Kunststoffen

Bei der Produkt- bzw. Rezepturentwicklung von Kunststoffen bzw. Kunststoffprodukten müssen zur Lebensdaueruntersuchung langwierige Freibewitterungstests durchgeführt werden. Diese können momentan nur durch zeittraffende Laborbewitterungen abgekürzt werden. Um weitere Untersuchungszeit einsparen zu können, wurde im Rahmen dieser Forschungsarbeit ein neuartiges Farbmesssystem (Catscope, Fa. ERT-Optik) auf seine Eignung zur Messung der witterungsbedingten Farbänderung von Kunststoffen getestet. Das Catscope wurde für die Bewitterungsuntersuchung von Lacksystemen entwickelt und kann bei diesen Farbänderungen, die bei Kurzzeituntersuchungen entstehen, präzise erkennen und auf lange Bewitterungszeiten extrapolieren. Das Hauptziel dieser Arbeit war deshalb, die Eignung des Catscope auch für Bewitterungsuntersuchungen von Kunststoffen nachzuweisen. Um diesen Nachweis liefern zu können, müssen reproduzierbare Messungen mit dem Catscope gewährleistet sein, die mit Messergebnissen von Spektrofotometern (welche standardmäßig in der Industrie für Farbmessungen eingesetzt werden) korrelieren. Ein weiteres Unterziel war die Extrapolierfunktion des Catscope auf Kunststoffe anzupassen.

Die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse sowie ein stabiles Verhalten des Catscope konnte in Voruntersuchungen bei kurzen Bewitterungstests an einer weißen ASA-Probe sowie bei weiteren Voruntersuchungen zum Einfluss verschiedener Umgebungseinflüsse auf die Messergebnisse nachgewiesen werden.

Um die Ziele zu erreichen, wurden verschiedene Kunststoff/Farbmittel-Systeme ausgewählt, die im Freien angewendet werden. Die Wahl fiel auf ein PMMA, ein PE-HD und ein PA66 die jeweils mit witterungsstabilen Pigmenten eingefärbt wurden. Als vierter Kunststoff wurde ein uneingefärbtes und unstabilisiertes ABS ausgewählt, mit dem möglichst schnelle Farbänderungen realisiert werden konnten. Im Rahmen der Materialauswahl wurde weiterhin festgelegt, die Einflüsse Pigmentkonzentration und Oberflächenstruktur auf das witterungsbedingte Farbänderungsverhalten anhand des PE-HD und des PA66 zu untersuchen. Die Probekörper wurden im Freien und in einem Xenotest Laborbewitterungsgerät bewittert und regelmäßig mit dem Catscope und dem Spektrofotometer farbmetrisch beurteilt um Farbänderungsverläufe generieren zu können. Beim Vergleich der Bewitterungsverfahren konnte festgestellt werden, dass die Laborbewitterung in den meisten Fällen die Freibewitterung sehr gut nachstellen kann, wobei die Laborbewitterung tendenziell größere Farbänderungen hervorruft. Für eine Worst-Case-Abschätzung erscheint sie auf jeden Fall ausreichend. Außer den Farbmessungen wurden zudem weitergehende analytische Untersuchungen wie DSC, IR-Spektroskopie und Lichtmikroskopie zur Untersuchung der Alterungszustände durchgeführt.

Das Catscope lieferte bei allen Messreihen ähnlich gute Ergebnisse wie das Spektralfotometer, wobei Unterschiede zwischen beiden Messgeräten teilweise durch die verschiedenen Messgeometrien begründet werden können. In der Reproduzierbarkeit der Einzelmessergebnisse arbeitete das Catscope mit einer ähnlich hohen Genauigkeit wie das Spektralfotometer. Durch den Einsatz eines herkömmlichen RGB-Flachbettscanners zur Farbmessung mit dem Catscope ergibt sich ein deutlicher Preisvorteil gegenüber den teuren und technisch sehr aufwändigen Spektralfotometern.

Die Untersuchungen zur Extrapolierbarkeit von witterungsbedingten Farbänderungsverläufen ergaben, dass für einzelne Kunststoff/Farbmittel-Systeme Extrapolationen möglich sind. Eine allgemeine Eignung der Extrapolationsfunktion für alle Kunststoffe erscheint momentan aber nicht möglich, da das Bewitterungsverhalten der einzelnen Kunststoffe sehr unterschiedlich und teilweise sehr komplex ist und meist auch noch von weiteren Faktoren wie dem eingesetzten Farbmittel oder Stabilisatoren abhängt. Die untersuchte Extrapolationsfunktion des Catscope wurde speziell für Bewitterungsuntersuchungen von Lacksystemen entwickelt. Lacke sind mit deutlich höheren Farbmittelgehalten eingefärbt, wodurch deren Bewitterungsverhalten hauptsächlich vom Farbmittel abhängt, das relativ einfach beschrieben werden kann.

Die Untersuchung zum Einfluss der Pigmentkonzentration auf das Bewitterungsverhalten von PE-HD brachte für das Pigment Diketo-pyrrolo-pyrrol-Rot die Erkenntnis, dass eine höhere Pigmentkonzentration eine höhere Bewitterungsstabilität bewirkt. Dies konnte sowohl durch die Farbmessung als auch mit den analytischen Untersuchungen der Lichtmikroskopie und der FTIR-Spektroskopie nachgewiesen werden. Beim PE-HD konnte außerdem eine Induktionszeit nachgewiesen werden bis eine erste Farbänderung auftritt. Eine generelle Verbesserung der Bewitterungsstabilität durch höhere Farbmittelkonzentrationen bei der Einfärbung von Kunststoffen kann daraus allerdings nicht abgeleitet werden.

Farbänderungen an Kunststoffen treten bei einer Bewitterungsprüfung mit steigender Rauigkeit der Oberfläche schneller ein. Diese Erkenntnis konnte bei der Untersuchung der PA66-Probekörper mit unterschiedlichen Oberflächenstrukturen gemacht werden. Allerdings können andere Bewitterungsauswirkungen, wie z.B. Rissbildungen auf der Oberfläche, diesen Effekt überlagern. Da Risse auf einer zuvor unstrukturierten Oberfläche deutlicher in Erscheinung treten, ergibt sich z.B. bei einer glanzpolierten Oberfläche eine größere Farbänderung als bei einer erodierten Oberfläche.

Danksagung und Bestellhinweis

Das IGF-Vorhaben 15255 N der Forschungsvereinigung FSKZ e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung.

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden. Dieser kann auf Anfrage beim SKZ zum Selbstkostenpreis bestellt werden. Die Rechnung wird mit dem Bericht zugeschickt.