

IGF-Vorhaben-Nr. 20725 N

Laufzeit: 01.06.2019 - 30.09.2022

Link zu dieser Veröffentlichung:

<https://www.lbf.fraunhofer.de/content/dam/lbf/de/documents/AiF-Ver%C3%B6ffentlichungen/nanoflame-IGF-20725-N.pdf>

## **Flammgeschützte Kabelmäntel mit verbesserten Langzeiteigenschaften durch Aufklärung von Wechselwirkungen zwischen nanoskaligen Füllstoffen und Verarbeitungs- oder Langzeitstabilisatoren (NanoFLAME)**

### **Zusammenfassung**

Kunststoffe für Kabelmäntel und Drahtisolierungen müssen üblicherweise hohe Anforderungen erfüllen, und zwar über möglichst viele Jahrzehnte der Nutzung. Die dafür notwendigen Materialeigenschaften des Kunststoffes werden durch Zuschlagstoffe gezielt eingestellt, beispielsweise das Verhalten im Brandfall. Durch das Inkrafttreten der harmonisierten Norm hEN 50575:2017 werden die nötigen Brandschutzaufgaben durch klassische Kabelformulierungen nicht mehr erreicht – Abhilfe schafft der Zusatz von Schichtsilikaten. Durch deren Zugabe wird jedoch die Langzeitstabilität dieser Formulierungen stark negativ beeinträchtigt. Ein Problem, für das die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF näher untersucht, Verständnis generiert und Lösungen für eine erhöhte Langzeitstabilität bei gleichzeitig unbeeinträchtigtem Brandverhalten entwickelt.

Im Rahmen des Projekts „NanoFLAME – Flammgeschützte Kabelmäntel mit verbesserten Langzeiteigenschaften durch Aufklärung von Wechselwirkungen zwischen nanoskaligen Füllstoffen und Verarbeitungs- oder Langzeitstabilisatoren“ wurden zahlreiche direkte Wechselwirkung innerhalb der untersuchten Systeme identifiziert, die gleichzeitig einen Weg für die Verminderung der Destabilisierung gegenüber äußerer Einwirkung darstellen. Zudem wurde eine Methode zur früheren Erkennung des Versagens von Polymerproben in Alterungsszenarios entwickelt. Dies stellt insbesondere für mittelständische Unternehmen die Möglichkeit dar, schnell weitere Materialien zu entwickeln, die neben einem adäquaten Flammenschutz auch verbesserte Langzeiteigenschaften gegenüber klassischen Kabelmänteln aufweisen.

Durch Nutzung einer Schädigungsanalyse der Probenoberfläche auf Basis von ATR-IR-Spektroskopie können hohe Durchsätze erzielt werden, wobei die Analyse der Daten mittels nicht negativer Matrixfaktorisierung gleichzeitig dafür sorgt, dass aus simplen IR-Spektren, die innerhalb einer Minute erzeugt werden können, eine hohe Informationsdichte gewonnen werden kann. So kann beispielsweise der Beginn der Polymeroxidation verfolgt werden. Das spezielle Analyseverfahren erlaubt hier eine frühere Detektion der Oxidation, da die entsprechenden Signale normalerweise von

Signalen der Matrixpolymers EVA überlagert werden. Zusätzlich können aber auch Informationen über die Zusammensetzung der Probe auf der Oberfläche und insbesondere Veränderung dieser getroffen werden: Veränderung der Konzentrationen von oxidiertem und makellosem PE, der anderen Matrixkomponente EVA sowie der Füllstoffe. Dies bietet tiefere Einsicht in die während der Alterung ablaufenden Vorgänge. Die resultierenden Ergebnisse bezüglich der Alterungsstabilität, können durch andere Methoden bestätigt werden, beispielsweise die Bestimmung der Verfärbung durch Yellowness Index oder die Veränderung mechanischer Kenngrößen durch Zugversuche. IR-Spektren bestechen hierbei jedoch durch die geringe nötige Probenmenge sowie eine zerstörungsfreie Untersuchung.

Die Versuchsplanung verschiedener Polymerformulierungen ermöglichte es, verschiedene Wechselwirkungseffekte offenzulegen: Darunter zählt der direkte Einfluss des Schichtsilikat auf die umgebende Polymermatrix, aber auch Wechselwirkungen zwischen dem Füllstoff und anderen Komponenten, mitunter auch den Additiven. Aus diesen Erkenntnissen konnten anschließend Empfehlungen generiert werden, wie eine Formulierung anzupassen ist, um eine erhöhte Langzeitstabilität zu erzielen. Zwei dieser Methoden, die Nutzung einer Lichtschutzmittels mit geringerer Neigung zur Bildung von Wasserstoffbrücken sowie die Nutzung eines Epoxides, um aktive Gruppen auf der Oberfläche des Schichtsilikat zu deaktivieren, wurden erfolgreich umgesetzt und zeigten jeweils eine Verbesserung der Stabilität der zugehörigen Polymerformulierungen.

Die entwickelte Früherkennung des Versagens von Polymerproben basiert erneut auf der NMF-Analyse von IR-Spektren. Dabei wird ein Modell auf Basis von vordefinierten Kenngrößen aller untersuchten Formulierungen kreiert, das den Versagenszeitpunkt im Mittel 30% vor dem tatsächlichen Versagen prognostizieren kann. Dies kann für Unternehmen nun hervorragend zur beschleunigten Formulierungsentwicklung genutzt werden, insbesondere da das Modell nach der Erstellung eines Datensatzes prinzipiell auf jede Art von Polymermischung anwendbar ist.

Die im Zuge von „NanoFLAME“ generierten Erkenntnisse können nun industriell direkt dafür genutzt werden, durch Konkrete Änderungen das Design von flammgeschützten Kabelmaterialien hin zu höherer Langzeitstabilität zu optimieren und durch die Früherkennung der Versagenspunktes einen höheren Durchsatz bei diesem Vorhaben zu erzielen. Das Fraunhofer LBF steht auch über das Projekt hinaus der Industrie mit ihrer Breiten Expertise im Bereich flammgeschützter sowie langzeitstabilisierter Kunststoffe zur Verfügung.

## **Danksagung**

Das IGF-Vorhaben (Nr. 20725 N) der Forschungsvereinigung: Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V. (FGK) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Für diese Förderung sei gedankt.

Ebenso gilt der Dank der Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V.

**FGK**

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