

Deutsches Kunststoff-Institut  
Name der Forschungsstelle(n)

14409 N / 5  
AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

01.06.2005 - 31.05.2007  
Bewilligungszeitraum

**Schlussbericht für den Zeitraum : 01.06.2005 - 31.05.2007**

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWA über die



geförderten IGF-Forschungsvorhaben

- Normalverfahren  
 Fördervariante ZUTECH

Forschungsthema :

Extrinsisch leitfähige Thermoplaste

Für ein ZUTECH-Vorhaben sind folgende zusätzliche Angaben zu machen:

Der fortgeschriebene Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

ist beigefügt

liegt bereits vor

wird fristgerecht nachgereicht

Darmstadt, 09.07.2007

Ort, Datum

  
**PD Dr. Goetz Hellmann**

Unterschrift der/des Projektleiter(s)

Deutsches Kunststoff-Institut  
Schloßgartenstr. 6  
64289 Darmstadt

## **Danksagung**

Das Forschungsvorhaben Nr. 14409 N der Forschungsvereinigung Kunststoffe  
zum Thema

*„Extrinsisch leitfähige Thermoplaste“*

wurde im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“  
vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert.

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

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

Der vorliegende Bericht ist der Abschlussbericht zu diesem Forschungsvorhaben.

## Zusammenfassung

Dass Polymere Isolatoren sind, gehört vielfach zu ihren wichtigsten Eigenschaften. In einigen Anwendungen wäre eine gewisse elektrische Leitfähigkeit aber erwünscht, vor allem dann, wenn statische Aufladungen vermieden oder Elektrogeräte abgeschirmt werden sollen. Dem Sicherheitsverständnis unserer Zeit entsprechend werden in Zukunft zunehmend Regeln zur antistatischen Ausrüstung von Kunststoff-Gegenständen erlassen werden. Im Prinzip ist es möglich, dafür intrinsisch leitende Polymere einzusetzen. Diese sind aber teuer und deshalb für große Märkte nicht geeignet. Deshalb werden Polymere meistens extrinsisch leitfähig gemacht, und zwar durch Zusatz von leitfähigen Füllstoffen. Zur Auswahl stehen Ruße, Carbon-Nanotubes und Metallpulver, von denen in einer kostenbewußten Zeit das gute Preis-Leistungs-Verhältnis für die Ruße spricht.

Die Ruße müssen allerdings, wie alle leitenden Füllstoffe, im Kunststoff ein geschlossenes Netzwerk durchgehender Partikelstränge, ein sogenanntes Perkolationsnetzwerk aufbauen, das die nötigen Leiterbahnen bereitstellt. Dafür ist eine Mindestkonzentration des Rußes notwendig. In Abb.1a wird ein kleiner Ausschnitt aus einem solchen Netzwerk gezeigt. Das Perkolationsdiagramm in Abb.1b lässt eindrucksvoll erkennen, dass die Leitfähigkeit an der Perkolationschwelle, an der sich das Netzwerk erstmalig bildet, plötzlich um Größenordnungen ansteigt.

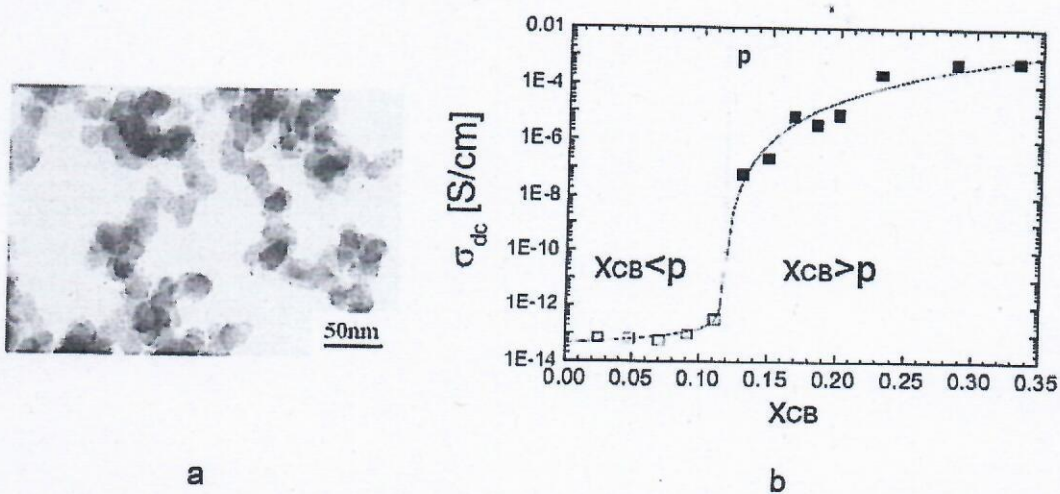


Abb.1. Perkolation: (a) Rußnetzwerk, (b) Leitfähigkeit eines Polymer-Rußcompounds als Funktion des Rußgehalts  $x_{CB}$ ,  $p$ : Perkolationschwelle

Aus mechanischen, optischen und preislichen Gründen ist es wünschenswert, diese Perkolationsschwelle mit möglichst wenig Ruß zu überspringen. Es fällt auf, dass die dünnflüssigen Precursoren von vernetzten Duroplasten mit weniger Ruß zur Perkolation gebracht werden können als Thermoplaste, die in hochviskosen Schmelzen unter starker Scherung verarbeitet werden. In Thermoplaste müssen oft mehr als 10Gew% Ruß eingearbeitet werden. Deshalb wurde in diesem Projekt untersucht, ob diese Konzentration gesenkt werden kann, indem der Ruß schon in die dünnflüssigen oligomeren Vorstufen der Polymere eingearbeitet wird. Als Matrixpolymere dienten Oligo- und Polyamide.

In der Tat konnte die Perkolationsschwelle des langkettigen, hochviskosen Polyamids PA6.3T von 4.5Gew% Ruß in Oligoamiden auf 3Gew% gesenkt werden, was nur noch dem geringen Anteil von 1.5Vol% Ruß entspricht. Allerdings ließ sich diese wertvolle Senkung weder in Blends noch im Polykondensationsprozess auf langkettige Polyamide übertragen. Mit dem Anstieg der Viskosität ging das im Oligomerzustand schon geschlossene Partikelnetzwerk wieder verloren.

Von den Firmen des projektbegleitenden Ausschusses und anderen Firmen aus den Bereichen der Thermoplaste, Duroplaste und thermoplastischen Elastomere (TPEs) wurde diese systematische Studie sehr begrüßt, weil in ihr der bisher nicht quantifizierte Einfluss der Rheologie auf das Verhalten der Rußnetzwerke aufgeklärt wurde. Industrielle Projektstudien einiger Firmen mit dem Ziel, die Rußverteilung mit rheologischen Mitteln zu steuern, wurden inzwischen entsprechend modifiziert. Zur Zeit befinden sich vor allem noch Planungen in der Diskussion, die Studie bei TPEs noch weiterzuführen, bei denen die Oligomerstufe zu weniger viskosen Endprodukten führt. Die Diskussion wird mit den Firmen des projektbegleitenden Ausschuss im engen Zusammenhang mit den Ergebnissen des parallel durchgeführten AiF-Projekts *Leitfähige Thermoplastblends mit minimalem Rußgehalt (No. 14220)* geführt, in dem untersucht wurde, inwieweit der nötige Rußgehalt in Polymer-Blends gemindert werden kann, in denen sich der Ruß phasenspezifisch verteilt.