

**Dipl.-Ing. Peter Mühlbeyer**

**„Untersuchungen zur elektrostatischen Trennbarkeit von Kunststoffen“**

Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. K. Feser  
Mitberichter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. P.J. Kühn  
Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juni 1999

Kurzfassung:

Im Rahmen von neueren Gesetzen und Verordnungen (z.B. Verpackungsverordnung) und aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von Rohstoffen besteht für die Industrie mehr und mehr der Bedarf, Kunststoffe wiederzuverwerten. Kunststoffe sind heute in fast allen Bereichen des täglichen Lebens anzutreffen und besitzen - je nach ihrem Verwendungszweck - die unterschiedlichsten physikalischen, mechanischen und elektrischen Eigenschaften. Damit diese Eigenschaften in einem Produkt aus Recycling-Material wieder gewährleistet werden können, ist eine möglichst sortenreine Trennung der Kunststoffe aus einem Abfallgemisch erforderlich.

Herkömmliche Trennverfahren verwenden meistens die Dichte als Unterscheidungsmerkmal für die Trennung. Dichtegleiche Kunststoffe wie z.B. Polypropylen oder Polyethylen bzw. Polvinylchlorid und Polyethylenterephthalat (ein solches Gemisch fällt z.B. beim Wiederaufarbeiten von Einweggetränkeflaschen aus Kunststoff an) können mit Hilfe dieser Trennverfahren nicht separiert werden. Die Verarbeitung einer solchen Kunststoffmischung zu einem hochwertigen Produkt aus Recyclat ist i.d.R. nicht möglich. Aus diesem Grund müssen für die Trennung dieser Stoffgemische andere Lösungsansätze gefunden werden.

Ein mögliches Verfahren ist die elektrostatische Kunststofftrennung: Die Kunststoffe werden nach dem Mahlen auf einheitliche Größe und einer noch näher zu definierenden Vorbehandlung durch intensives Reiben gegensinnig aufgeladen und anschließend in einem hohen elektrischen Gleichfeld getrennt.

In dieser Arbeit werden zunächst die bekannten Theorien und Untersuchungen über die Reibungsaufladung verschiedener Stoffe vorgestellt. Die Mechanismen der elektrostatischen Aufladung werden in einer Literaturrecherche kritisch diskutiert. In einem Modell der elektrostatischen Aufladung werden die unterschiedlichen Parameter, die diesen Prozeß beeinflussen, dargestellt.

Es wird die bisher bekannte Meßtechnik zum Messen elektrostatischer Ladung bzw. deren Auswirkung (elektrisches Feld) vorgestellt. Da die Empfindlichkeit für die Messung kleiner elektrischer Felder nicht ausreichend war, wurde ein neues Meßverfahren für die Messung solcher Felder entwickelt. Dieses Meßverfahren wurde in einem Meßgerät, in dessen Entwicklung auch verschiedene Anforderungen der Industrie eingeflossen sind, realisiert. Das Meßgerät wird mit einem zweiten - auf einem anderen Meßverfahren basierenden Gerät - verglichen, und es wird eine sehr gute Übereinstimmung der Meßwerte festgestellt.

In Versuchen, die mit den wichtigsten technisch verwendeten Kunststoffgranulaten durchgeführt wurden, wurde mit Hilfe eines speziell entwickelten Versuchsaufbaus der Einfluß der verschiedenen Parameter gemessen. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Frage, inwieweit der Prozeß der elektrostatischen Aufladung reproduzierbar ist. Es wird festgestellt, daß bei vielen Granulaten die Reproduzierbarkeit im Rahmen der Meßgenauigkeit sehr gut ist. Versuche mit bestimmten Granulaten, wie z.B. mit PVC, ergeben eine negative Aufladung und bei gleichen Einstellungen am Versuchsaufbau zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführten Versuchen eine signifikante positive Aufladung. Es wird gezeigt, daß die elektrostatische Aufladung sehr stark von der relativen Luftfeuchtigkeit abhängt: Ab etwa 50 % und mehr relativer Luftfeuchtigkeit ist ein starkes Absinken der Aufladung zu erkennen, das bei Granulaten mit sehr niedriger Wasseraufnahmefähigkeit einen fast linearen Verlauf besitzt. In Versuchen mit einer Granulatsorte wird gezeigt, daß eine Konditionierung des Granulats mit einer höheren Temperatur zu einer höheren Aufladung führt.

In Versuchen, in denen mittels eines zweiten Versuchsaufbaus die elektrostatische Aufladung an Kunststoffoberflächen gemessen wird, wird der Einfluß weiterer Parameter gemessen, und die Ergebnisse dieser Messungen werden dargestellt: Eine Erhöhung der Reibzeit bzw. der Anpreßkraft resultieren in einer höheren Aufladung der Probe. Es wird gezeigt, daß selbst mit verbesserter Meßtechnik keine signifikant unterschiedliche elektrische Feldstärke vor und nach dem Reiben einer Probe auf einer PVC-Scheibe gemessen werden kann. Aus diesem Grund wurde die Aufladung der Scheibe bei langer Reibzeit und feststehender Probe gemessen. Hierbei wird festgestellt, daß auf der Scheibe Bereiche positiver und negativer Aufladung entstehen, die aufsummierte Ladung auf der Scheibe jedoch negativ ist. Die Summenladung der Scheibe erreicht bei sehr langer Reibzeit einen Gleichgewichtszustand, bei dem die Aufladung durch Steigerung der Reibzeit nicht weiter erhöht werden kann.