



Die Autoindustrie nutzt eine Vielfalt unterschiedlicher Kunststoffe. Dazu gehören Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Acrylnitril/Butadien/ Styrol (ABS), Polycarbonat (PC), Polyamid (PA), Polyurethan (PUR), Polyphenyloxid (PPO), Polybutylenterephthalat (PBT) und Polymethylmethacrylat (PMMA). Hinzu kommen Produkte aus Kunststoffgemischen (Blends), verstärkte Kunststoffe, Teile mit Lackschichten und schwarze Materialien, mit einem großen Gehalt an Graphit.

Alle Entwicklungstendenzen belegen, dass der Kunststoffeinsatz und -verbrauch auch in Zukunft weiter steigen wird. Diese Tatsache erfordert ein Umdenken mit der Orientierung auf eine hochwertige Wiederverwertung von Kunststoffabfällen, denn

- es steht nur ein begrenzter Deponieraum zur Verfügung,
- thermische Verwertungsanlagen sind keine echte Alternative und stoßen auf kommunale Ablehnung und
- die Ressourcen, dazu gehört auch die Luft, sind für die nächsten Generationen zu schonen.

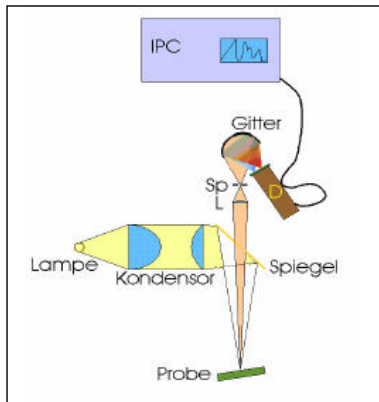


Bild 1 Schematische Darstellung eines NIR-Spektrometers zur Identifikation schwarzer Kunststoffe

Recyclingverfahren sind dann wirtschaftlich, wenn ein hochwertiges Recyclat erzielt wird. Voraussetzung dafür ist eine sortenreine Kunststofftrennung. Für die große Anzahl unterschiedlicher Kunststoffe sind hochselektive Trennverfahren erforderlich, die die Vorteile der Automation bezüglich Sortierqualität und Produktivität nutzen. Ein weiteres Problem bei der Sortierung von

Abfällen aus dem Autoschrott ist die Form- und Größenvielfalt, die ein automatisches Handling dieser Teile unmöglich macht. Eine Prämisse für die Automation des Sortierprozesses ist die Zerkleinerung der Kunststoffteile auf ein einheitliches Größenspektrum mittels Shredder oder Brechwerk sowie eine außerordentlich schnelle Identifizierung der Kunststoffteile.

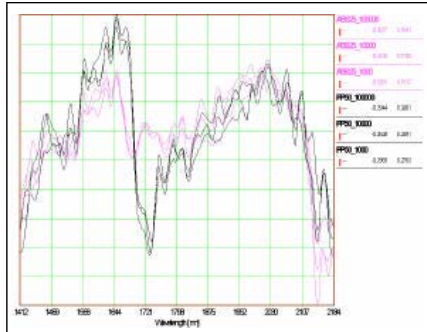


Bild 2 Messung von schwarzen Teilen aus PP-EPDM (0,5 % Graphit) und ABS (0,25 % Graphit), jeweils 3 Messungen

Für die Trennung der Kunststoffe in die einzelnen Fraktionen sind schnelle identifizierende Verfahren notwendig, wofür in der Regel NIR-Spektrometer genutzt werden. Im nahen infraroten Spektralbereich (NIR) von 0,7 bis 2,5  $\mu\text{m}$  treten Absorptionsbanden auf, die den Oberton- oder Kombinationsschwingungen der Moleküle entsprechen und eine Identifikation der Kunststoffe ermöglichen. Sie sind wesentlich schwächer als die Banden der Grundschwingungen. Auch die Interpretation und Zuordnung ist schwieriger. Die entscheidenden Vorteile der spektroskopischen Messung im NIR sind jedoch

- eine hohe Messgeschwindigkeit und damit eine hohe Produktivität der Sortierung,
- die sichere Identifizierung der bewegten Kunststoffe aus großer Entfernung und
- die Unempfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen und der Oberflächenstruktur.

Die Messung der Absorptionsspektren erfolgt mit NIR-Spektrometern. Das Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung eines derartigen Spektrometers. Intensives Licht, in der Regel von Halogenlampen, wird auf das Kunststoffteil gestrahlt.

Dabei wird Licht passend zur polymeren Struktur des Kunststoffes absorbiert. Das von dem Kunststoffteil zurückgestreute Licht ist durch die

Lichtabsorption charakteristisch in seiner Zusammensetzung verändert und wird durch das NIR-Spektrometer gemessen.



Bild 3 Fotografie des NIR-Spektrometers zur Messung schwarzer Kunststoffe

Dabei wird das Licht zunächst über einen Messkopf aufgenommen und zu dem Spektrometer mit einem Konkavgitter und einer InGaAs-Fotodiodenzeile übertragen. Die Messung schwarzer Kunststoffe im NIR-Spektralbereich erfordert auf Grund der hohen Absorption des Graphits sowie der geringen Absorption des Polymers eine besonders intensive Einstrahlung von Licht, eine hohe Lichtübertragungsrate von der Probe zum Spektrometer und eine um eine Größenordnung verlängerte Messzeit.

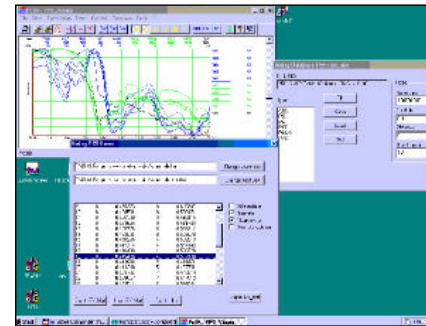


Bild 4 Tool PPD-Viewer mit einem Fenster zum Dialog für die Identifizierung PPD-Fuzzy

Für diese Aufgabe wurde ein spezielles NIR-Spektrometer designed, das mit einer Messzeit von 10 ms Kunststoffe bis zu einem Graphitgehalt von 1% noch sicher identifiziert. Bild 2 zeigt einige typische Spektren für schwarze Kunststoffe aus dem Kfz-Bereich und das Bild 3 ein

Foto des NIR-Spektrometers. Die Auswertung der Spektren zur Identifizierung der Sorte erfolgt mit den mathematischen Methoden, die auf Grundlage der Fuzzy-Logik oder der Principal Component Regression arbeiten. Zur Identifikation der Kunststoffe sowie zur Bewertung von Blends wurden die Tools PPD-Fuzzy und PPD-PCR entwickelt. Bild 4 zeigt ein Fenster zum Dialog wobei das Tool PPD-Fuzzy genutzt wird.

Auf Grund der erheblichen Messzeit der schwarzen Kunststoffe können die geshredderten Kunststoffe nicht auf der vollen Breite von Transportbändern identifiziert werden, sondern die Teile müssen nacheinander einzeln dem Spektrometer zugeführt werden. Der Messfleck auf dem Band hat dabei nur einen Durchmesser von wenigen Millimetern. Die Bilder 5 und 6 zeigen eine Sortieranlage mit Bänderkaskaden, mit Abweisern zur Erzielung einer Materialteilespur sowie mit einem NIR-Spektrometer, wie es oben beschrieben wurde [2]. Mit dieser Anordnung werden bis zu 10 Teile pro Sekunde sortiert.



Bild 5 Sortieranlage für geshredderte Kunststoffteile



Bild 6 Sortieranlage für geshredderte Kunststoffteile