



Lutz Kreuchwig,
Frank Gerstmann,
LLA Umwelttechnische Analytik
und Anlagen GmbH, Berlin;
Hartmut Lucht, Rolf Beining,
Technische Fachhochschule
Berlin

Abfallsortierung - Kunststoffe und Verbunde

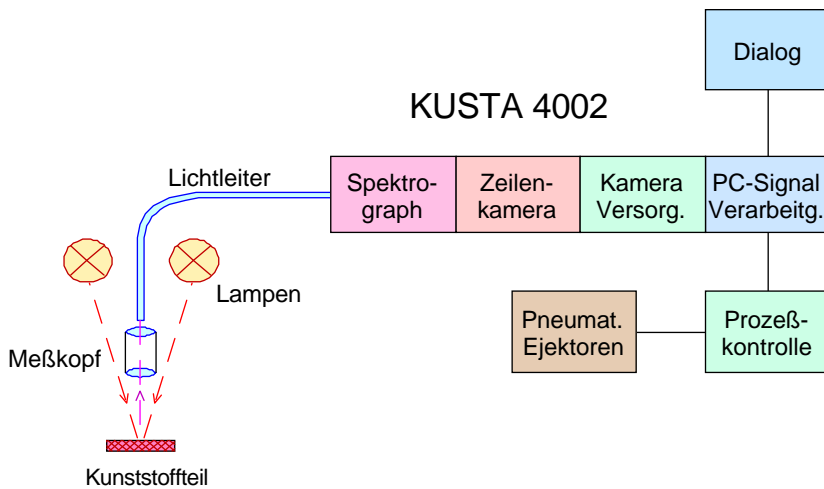


Abb. 1 Schematische Darstellung eines NIR-Spektrometers

in Zukunft weiter steigen wird. Diese Tatsachen erfordern 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,

Verbrennungsreststoffe sind oft schadstoffbelastet und können nur in Sonderdeponien endgelagert werden.

Die Auto- und Elektroindustrie nutzen 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). Eine beherrschende Kunststoffsorte mit einem Anteil über 50 %, wie ihn die Polyolefine, PP und PE im Haushaltsmüll ausmachen, existiert nicht. Hinzu kommen Produkte aus

Kunststoffgemischen (Blends), Teile mit Lackschichten und schwarze Körper, deren Identifikation bisher große Schwierigkeiten bereiten. Ein weiteres Problem bei der Sortierung von Abfällen aus dem Auto- und Elektroschrott ist die Form- und Größenvielfalt. Die Automatisierung des Materialstromes, wie es bei der DSD-Ware praktiziert wird, versagt hier.

Recycling von Kunststoffen

Alle Entwicklungstendenzen belegen, daß der Kunststoffeinsatz und -verbrauch auch

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. Eine Prämisse für die Automation des Sortierprozesses ist die Zerkleinerung der Kunststoffteile auf ein einheitliches Größenspektrum mittels Shredder oder Brechwerk sowie eine

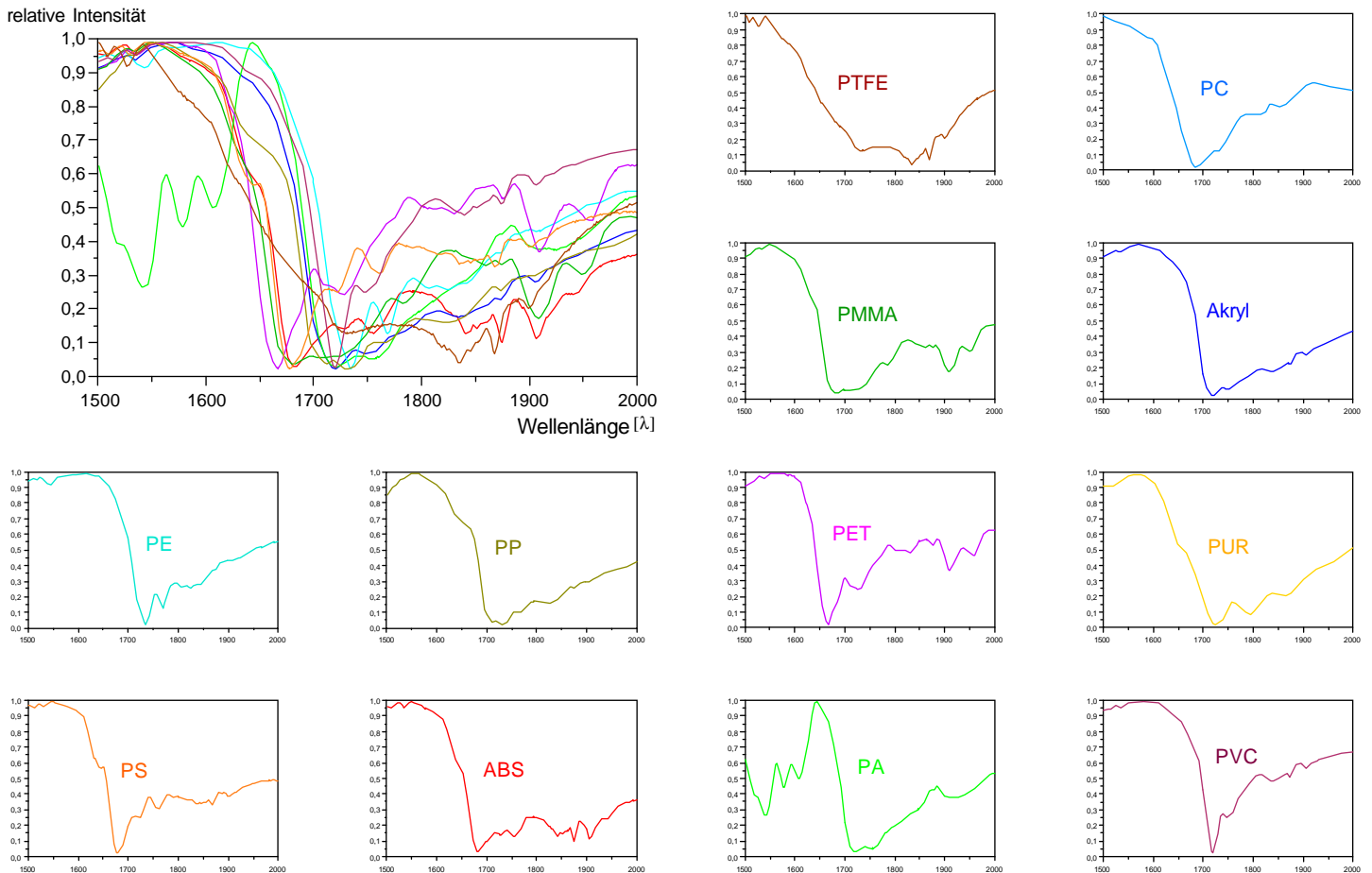


Abb. 2 NIR-Absorptionsspektren von Kunststoffen aus dem Abfall

außerordentlich schnelle Identifizierung der Kunststoffteile.

Analytische Grundlagen

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 μm 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. Abbildung 1

zeigt eine schematische Darstellung eines derartigen Spektrometers. Intensives Licht, in der Regel von Halogen-Lampen, 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. Dabei wird das Licht zunächst über einen fiberoptischen Meßkopf aufgenommen und zu dem Spektrometer mit einem Konkavgitter und einer InGaAs-Fotodiodenzeile übertragen.

Die Meßzeit zur Identifikation der Kunststoffteile beträgt weniger als 0,5 ms. Typische Spektren von Kunststoffen aus dem Abfall sind im Abbildung 2 dargestellt.

Die hohe Meßgeschwindigkeit erlaubt den Einsatz von optischen Multiplexern. Eine Zeile von fiberoptischen Meßköpfen kann über derartige Multiplexer an ein NIR-Spektrometer geschlossen werden. Das Abbildung 3 zeigt den Einsatz einer derartigen Zeile von optischen Meßköpfen für die automatische Sortierung von Kunststoffteilen.

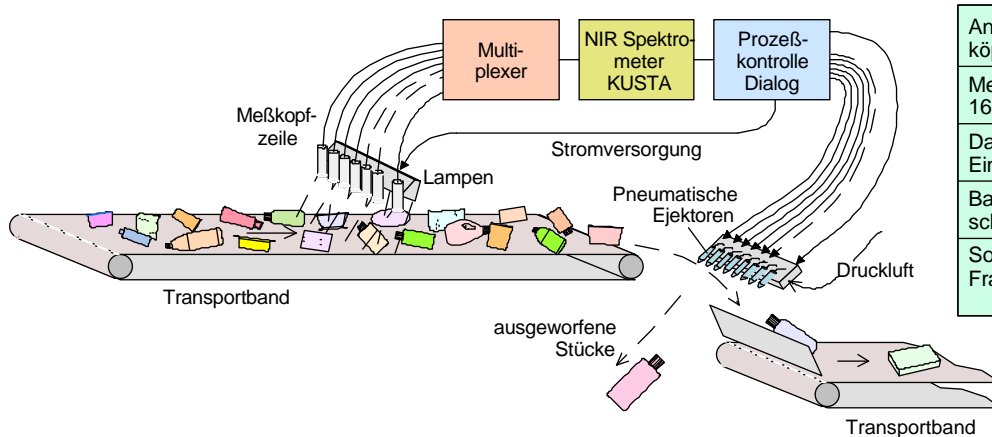
Die Meßkopfzeile ist über einem Trans-

portband montiert. Das von den Lampen eingestrahlte Licht wird von den Kunststoffteilen zurück gestreut und durch die Meßköpfe aufgenommen. Die Abtastrate der Meßkopfzeile kann bis zu maximal 40 Hz betragen, so daß Transportbänder bis zu einer Geschwindigkeit von 2,4 m/s noch sicher kontrolliert werden können. Die von der Meßkopfzeile aufgenommenen NIR-Spektren werden im Systemrechner zur Ermittlung der Lage auf dem Band, der räumlichen Ausdehnung und zur Identifizierung der Kunststoffteile benutzt.

In einer Sortieranlage werden auf Grundlage dieser Informationen mechanische oder pneumatische Aktoren gesteuert, die die Kunststoffteile nach frei wählbaren Kriterien aussortieren.

Praktische Beispiele

Eine Anlage Unisort der Firma RTT Systemtechnik GmbH zur Sortierung von Kunststoffen aus dem Hausmüll ist in Abbildung 4 dargestellt. Am Ende des Transportbandes werden die Kunststoffteile auf einer Wurfparabel unter einem Kamm von pneumatischen Ejektoren auf ein sich anschließendes Transportband abgeworfen. Kunststoffteile einer vorgeählten Zusammensetzung werden nach



Anz. der Meßköpfe pro Zeile	16 (standard)
Meßzyklus für 16 Kanäle	max. 40 Scans/s (40 Hz)
Daten pro Einzelkanal	ca. 1,5 ms bei 40 Hz
Bandgeschwindigkeit	≤ 3 m/s
Sortierte Fraktionen	Alle handelsüblichen Kunststoffe und Papier

Abb. 3 Fiberoptische Meßkopfzeile zur Lokalisierung und Identifizierung von Kunststoffflaschen auf Transportbändern

deren Identifikation aus dem Materialstrom ausgesondert. Die abgebildete Anlage kann pro Sortierstufe jeweils eine Kunststofffraktion nach frei wählbaren Kriterien aussortieren und hat eine Produktivität von ca. 1 Tonne pro Stunde.

Die Anlage criterion plus der Firma Waagner-Biro Binder (Abb. 5, 6) kann fünf und mehr Kunststofffraktionen pro Sortierstufe aus dem Materialstrom entnehmen. Die aufgelockerten Kunststoffteile, die nach Material sortiert werden sollen, werden einlagig auf einen bis zu ein Meter breiten Gurt aufgebracht. Dieser Gurt besteht aus gitterartigen Gliedern. Die

Kunststoffteile werden unter der Meßkopfzeile durchgeführt. Es wird auf 16 Spuren die Art der sich auf dem Band befindlichen Teile - PE, PET, PVC, PP, TETRA, PMS etc. - erkannt. Intelligente Algorithmen generieren aus den Informationen fortlaufende Objekte, die durch das Gliederband hindurch in vorbestimmte Auswurforte ausgeblasen werden. Die Ventile dafür befinden sich unter dem Obertrum des Gliederbandes.

Durch die Möglichkeit, das Band relativ dicht und nebeneinander mit den zu sortierenden Kunststoffteilen zu belegen, ist eine Vereinzelung im Vorfeld praktisch

nicht mehr notwendig und es werden wesentlich bessere Trennleistungen als mit herkömmlichen Technologien möglich. Darüber hinaus kann durch den fast beliebigen Abstand der Ausblasdüsen und der Länge des Förderbandes auf verschiedenste bauliche Gegebenheiten Rücksicht genommen werden. Ein wesentlicher Vorteil von Criterion plus liegt in der Tatsache, daß auf dem Gliederband der Materialstrom in viele Teilströme zerlegt werden kann und die detektierten Kunststoffteile durch das Band hindurch ausgeblasen werden können.



Abb. 4 Anlage Unisort zur sortenreinen Trennung von Kunststoffen aus dem Hausmüll



Abb. 5 Anlage criterion plus, Bandzuführung zur Meßkopfzeile



Abb. 6 Anlage criterion plus, Auswurfstationen

Es wird also nicht erst am Ende des Bandes sortiert, die Auffangeinrichtungen können entlang des ganzen Bandes positioniert werden.

Lutz Kreuchwig
Frank Gerstmann
 LLA Umwelttechnische
 Analytik und Anlagen GmbH
 Schwarzschildstraße 10
 12489 Berlin

Dr. Hatmut Lucht
Rolf Beining
 Technische Fachhochschule Berlin
 FB 9, Luxemburger Str. 10
 D-13353 Berlin