

# Kunststoff-Sortierung aus Schredderrückständen mit Hochleistungs-Laserspektroskopie

Jan Meyer, Dirk Fey und Stefanie Krieg

1.	Detektionsverfahren: Die Laserspektroskopie .....	194
2.	Marktsegmente und Systemvarianten .....	195
3.	Sortierqualität, -effizienz und Flexibilität .....	198

Kunststoffe | Verbunde

Schwarze und dunkle Kunststoffe stellen höchste Ansprüche an die Kunststofftrennung. Sie sind z.B. in Elektronik-Altgeräten und in der Automobilindustrie weit verbreitet und bringen herkömmliche Technologien schnell an ihre Grenzen. Will man die Kunststoffe gewinnbringend wiederverwerten, kommt man um eine saubere Trennung nicht herum.

Bisher gab es keine Technologie, die verschiedene Kunststoffarten unabhängig von ihrer Farbe identifizieren und effizient mit einem ausreichend hohen Materialdurchsatz/ Stunde voneinander trennen kann.

Die verbreitete NIR-Sensortechnologie erhält kein ausreichendes Signal von schwarzen/dunklen Kunststoffen und kann diese somit nicht nach Kunststoffarten unterscheiden und sortieren. Bisher blieb daher nur die Ausschleusung von schwarzen/dunklen Kunststoffen aus dem Strom oder die Aufbereitung mittels mechanischer Verfahren. Die Vorteile der direkten Sortierung über sensorgestützte Materialerkennung konnten in der Vergangenheit für die Sortierung schwarzer Kunststoffe nicht genutzt werden.

Durch das effiziente Aussortieren von Kunststoffen aus der Schredderrestfraktion kann die Wertschöpfung des Recyclingprozesses erhöht werden. Bei signifikanten und zukünftig steigenden Kunststoffanteilen im Automobil und bei Elektronikgeräten ist dies ein wichtiger Faktor.

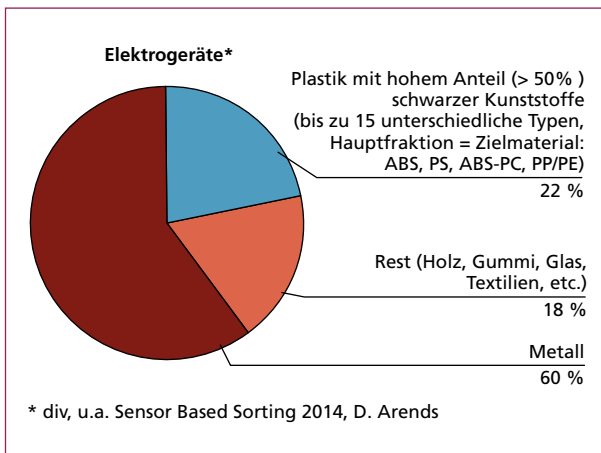


Bild 1:

Elektrogeräte bestehen zu etwa 25 % aus Kunststoff.  
Trend: steigend

## 1. Detektionsverfahren: Die Laserspektroskopie

Unisensor hat ein Verfahren auf Basis von Laserspektroskopie entwickelt, welches auch für schwarze Kunststoffe stoffspezifische Spektren im Bereich vom tiefen UV bis zum NIR erzeugt.

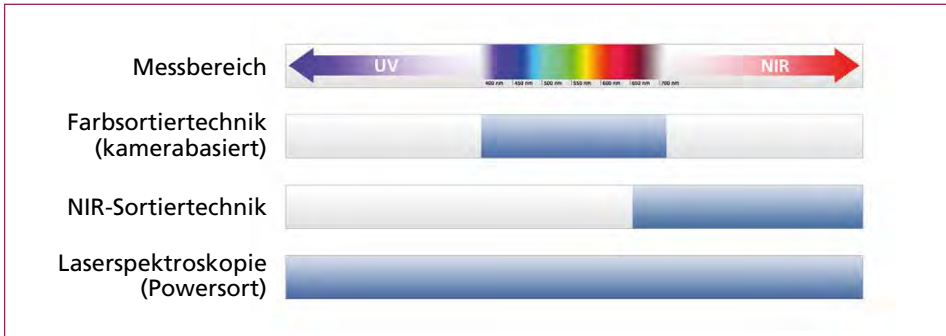


Bild 2: Für eine genaue und umfassende Stoffidentifikation nutzt Powersort breitbandige und hoch differenzierende Spektren

Dabei werden die Kunststoffteile mit starkem Laserlicht zum Leuchten gebracht. Anschließend wird das Lichtspektrum analysiert, das die einzelnen Teile dann aussenden bzw. streuen. Jedes Material hat ein spezifisches Spektrum, das heißt einen spezifischen physikalischen Fingerabdruck, über den es eindeutig identifiziert werden kann.

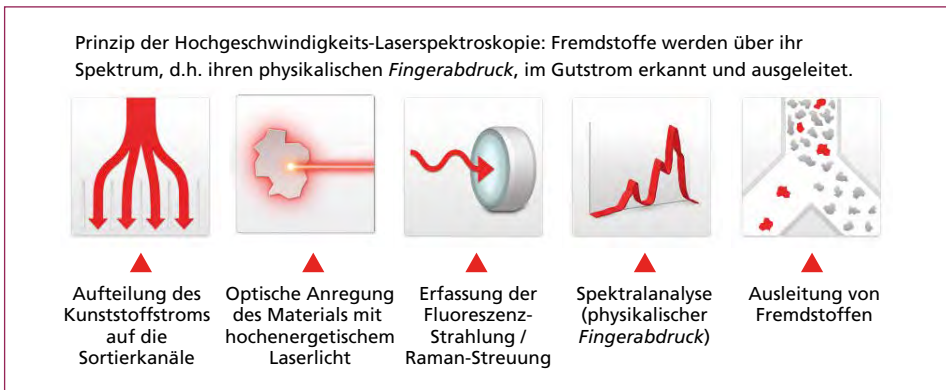


Bild 3: Prinzip der Kunststoffsortierung mittels Laserspektroskopie

Durch das gekonnt realisierte Zusammenspiel der speziell angefertigten Einzelkomponenten, wie leistungsstarke Laserlichtquelle, Optiken, Hochleistungsspektrometer und eine enorm hohen Signalverarbeitungsgeschwindigkeit (Multicore-Rechnerarchitektur mit entsprechenden Real-Time-Algorithmen) können pro Sekunde eine Million klar differenzierende Spektren generiert und ausgewertet werden. Die Spektren zeichnen sich durch ein sehr gutes Signal-Rauschverhältnis aus und unterscheiden sich klar voneinander.

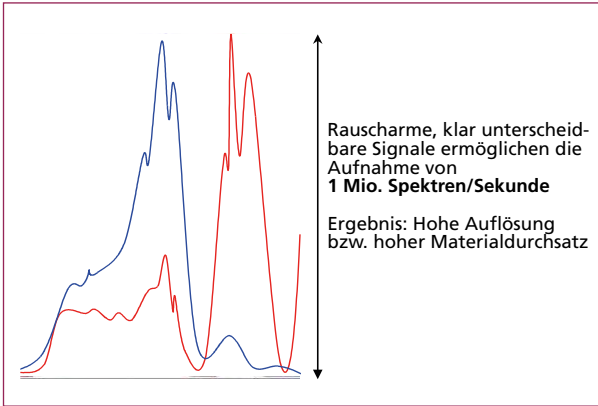


Bild 4:

Beispiele für Spektren mittels Laserspektroskopie (blaues Spektrum = *Gutstoff*; rotes Spektrum = *Fremdstoff*)

## 2. Marktsegmente und Systemvarianten

Es stehen zwei Maschinenlayouts zur Verfügung, die sich durch die unterschiedliche Nutzung der Technologie auszeichnen:



1 Mio. Spektren pro Sekunde	
<p><b>POWERSORT 200:</b> Hohe Auflösung</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• PET, schwarze und gemischte Ströme</li> <li>• 4 Sortiersysteme in einer Maschine</li> <li>• Bis zu 3 Tonnen/Std.</li> <li>• &lt; 1,5 – 20 mm Korngröße</li> </ul>	<p><b>POWERSORT 360:</b> Hoher Durchsatz und Flexibilität</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwarze und gemischte Ströme</li> <li>• 8 Sortiersysteme in einer Maschine</li> <li>• Bis zu 10 Tonnen/Std. (8 x 1,25 Tonnen/Std.)</li> <li>• 8–75 mm Korngröße</li> </ul>

Bild 5: Gegenüberstellung der zwei verfügbaren Maschinenlayouts

Powersort 200 realisiert mit einer Scanbreite von einem Meter eine extrem hohe Auflösung, die es ermöglicht, selbst kleinste Verunreinigungen zu detektieren. Das System hat sich seit 2008 weltweit im Markt etabliert und wird von führenden Recyclern vornehmlich beim PET-Bottle-to-Bottle-Recycling eingesetzt. Darüber hinaus wird das System zur Sortierung und Reinigung von Mahlgut und Granulat verwendet.



Bild 6: Anwendungsbereiche Powersort 200

Powersort 360 wurde speziell für die Aufbereitung von Schredderrestfraktionen entwickelt. In der Restfraktion von Schredderanlagen für Automobile und für Elektronikaltgeräte ist ein hoher Anteil von schwarzen Kunststoffen vorhanden.

Hierbei handelt es sich um gemischte Fraktionen, die in mehrere Einzelfraktionen zu sortieren sind und von daher eine hohe Gesamtsortierleistung benötigen. Mit einer Scanbreite von vier Metern ermöglicht das System einen sehr hohen Durchsatz von bis zu zehn Tonnen pro Stunde.



Bild 7:

Anwendungsbereich Powersort 360: Schredderfraktionen mit hohem Anteil schwarzer Kunststoffe

Mit dem neuen System können Kunststoffe in einem beliebigen Strom detektiert werden. Somit lassen sich gemischte Stoffströme in sortenreine Kunststoffströme aus ABS, PS, PC-ABS, PP usw. aufspalten oder von störenden Kunststoffen wie PVC reinigen. Für die Sortierung muss weder das schwarze von farbigem Material separiert noch der Stoffstrom anderweitig vorsortiert werden. Auch eine vorgelagerte Aufbereitung zu Mahlgut entfällt – das System kann Schredderfraktionen mit Korngrößen von 8 bis 75 mm direkt verarbeiten.

Die Trennschärfe und Funktionsfähigkeit dieses Verfahren wurde auch in einer wissenschaftlichen Studie nachgewiesen (Tagungsband Sensor Based Sorting 2014 – *Laser Separation for the Sortation of Plastics from WEEE Shredder Light Fractions*, Dagmar Arends) und in diversen Kundenversuchen bestätigt.

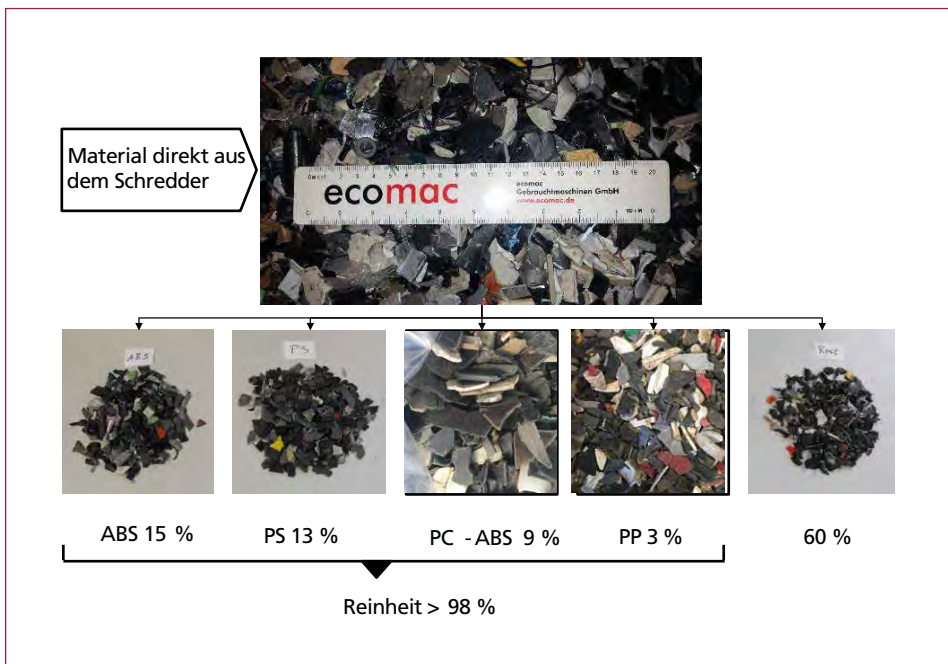


Bild 8: Die Schredderleichtfraktion wird mit Powersort direkt in die verschiedenen Zielkunststofffraktionen aufgetrennt

Die besondere Geometrie des Systems vereint acht Hochleistungssorter in einer Maschine, die das Lasersystem und die Sensorik optimal ausnutzen. Es besteht aus acht kreisförmig angeordneten Segmenten, in deren Zentrum das hochenergetische Lasersystem sowie die Sensorsystemtechnik platziert sind. Zusammen stellen die acht Segmente vier Meter effektive Materialscanbreite bereit. Über diese können bis zu acht verschiedene Sortieraufgaben gleichzeitig erledigt werden. Hierfür wird der Strom seriell über mehrere Segmente geleitet. Alternativ kann der Kunststoffstrom parallel über alle acht Schächte mit sehr hohem Durchsatz von bis zu zehn Tonnen pro Stunde laufen.

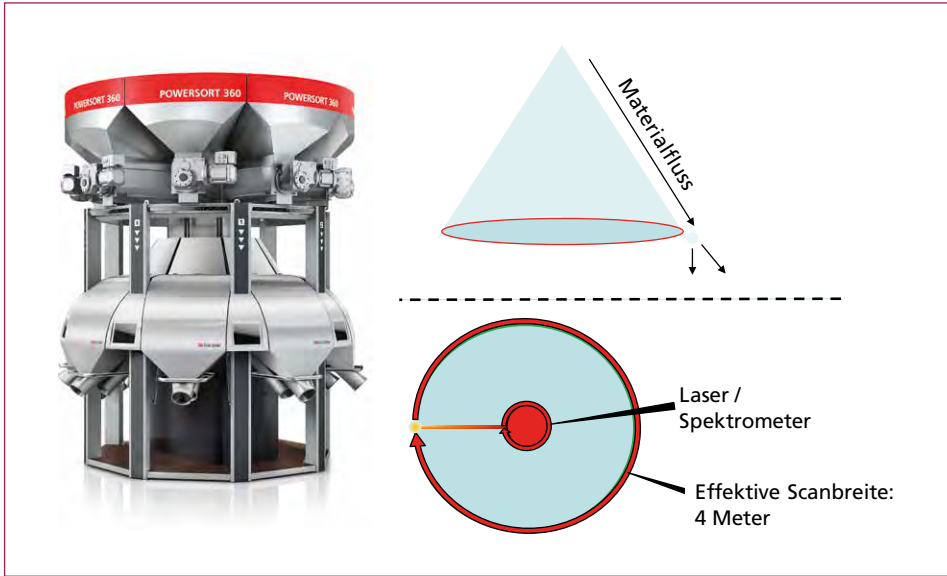


Bild 9: Maschinenaufbau Powersort 360:  
4 Meter effektive Scanbreite, bis zu acht unabhängige Sortieraufgaben

### 3. Sortierqualität, -effizienz und Flexibilität

Durch den kompakten, rotationssymmetrischen Aufbau beansprucht das System nur eine geringe Stellfläche von weniger als zwanzig Quadratmeter. Faktoren, wie eventuell vorhandene Feuchtigkeit, Staub, unterschiedliche Korngrößen, inhomogene Materialdichten einer Kunststoffart und Farben haben keinen Einfluss auf die Effizienz. Das Verfahren überzeugt durch exzellente Sortierqualität und -effizienz sowie einen hohen Durchsatz. Es ist flexibel konfigurierbar und lässt sich kundenspezifischen Sortieraufgaben exakt anpassen.