

Plastikmüll mit Infrarot-spektroskopie sortieren

Dem Recyclinggedanken ist nur dann Erfolg beschieden, wenn sich der Müll kostengünstig und effektiv trennen lässt. Beim Sortieren der verschiedenen Kunststoffsorten hilft nun die Infrarotspektroskopie.

Erfolgreiche Mülltrennung beginnt im Haushalt. Im Falle des Biomülls ist sie dort bereits abgeschlossen. Doch so einfach machen es uns die anderen Müllbestandteile nicht.



Abb. 1: Mit Nahinfrarot-Technologie lassen sich gebrauchte Verpackungen je nach Kunststoffart trennen. Weitere Trennschritte sind möglich, etwa, wie hier im Bild zu sehen, PET-Flaschen nach Farben sortieren. (Foto: DKR)

Glas und Papier getrennt zu sammeln, leuchtet noch ein, aber beim Gelben Sack schleichen sich schon Zweifel ein. Lässt sich das Gemisch aus Joghurtbechern, Milchtüten, Konservendosen und vielem anderen mehr tatsächlich vernünftig trennen und wiederverwerten? Oder entstehen daraus höchstens Unmengen von Blumenkästen und Gartenzweigen, die letztendlich niemand braucht?

Ganz und gar nicht, behauptet die Deutsche Gesellschaft für Kunststoffrecycling (DKR)¹⁾ und belegt dies mit den Zahlen für 2001: So lag im vergangenen Jahr erstmals der Anteil des so genannten *werkstofflichen* Recyclings bei über 50 %, Tendenz steigend. Etwa 306 000 der insgesamt 598 000 Tonnen verbrauchter Kunststoffverpackungen ließen sich zu neuen Produkten verwerten, der Rest wandert in die Stahlproduktion und Methanolerzeugung, d. h. wird *rohstofflich* verwertet.

Durch Recycling von Leichtverpackungen (LVP) – dazu gehören neben Kunststoffen auch Aluminium, Verbunde und Weißblech –

wurden nach der Ressourcenbilanz des Dualen Systems Deutschland (DSD) rund 33 Milliarden Megajoule Primärenergie gegenüber der Produktion vergleichbarer Neuware eingespart. Rund 60 % der Energieeinsparung geht dabei auf das Konto der Kunststoffverwertung, obwohl der Massenanteil der Kunststoffverpackungen an der LVP-Fraktion nur bei 40 % liegt.

Für eine ökologisch und ökonomisch effiziente Ausnutzung ist eine gute Sortierung und die Veredelung des Altplastiks eine wichtige Voraussetzung. Vorangetrieben hat die Entwicklung von entsprechenden Anlagen auch der rasant wachsende Einsatz des hochwertigen Kunststoffes Polyethylenterephthalat, kurz PET, für Verpackungen – nicht zuletzt in der Getränkeindustrie. Noch geschieht die Trennung der verschiedenen Plastiksorten von Hand, durch rund zehntausend Arbeiter an Fließbändern in etwa 250 Sortieranlagen. Aber auch hier gilt: Handarbeit ist auf Dauer teuer; etwa 350 Euro kostet die Sortierung von einer Tonne Werkstoffe. Dabei leidet zudem die geforderte Qualität; der Anteil minderwertiger Mischkunststoffe ist mit rund 63 % bei rein manueller Sortierung sehr hoch. Wie lassen sich Kosten senken und gleichzeitig die Qualität des recycelten Kunstoffs steigern?

Zunächst müssen verschiedenen Verpackungssorten getrennt werden, was voll- oder halbautomatisch möglich ist. Folien und Weißblech erweisen sich dabei noch als „gute Partie“: Nach dem – meist automatischen – Aufreißen der Gelben Säcke und dem Transport über ein Förderband werden auf einem Trommelsieb zunächst die großvolumigen Teile und Folien aussortiert. Folien können danach in einem Windsichter herausgeblasen und zu Ballen gepresst, eisenhaltige Verpackungen (Weißblechdosen,

Kronkorken oder Gläserdeckel) mithilfe eines riesigen Magneten herausgefischt werden.

Infrarotspektroskopie

Die fortschrittlichste Teil der Sortiererei folgt im nächsten Schritt bei der Identifizierung von Getränkeverbundkartons und bei der Kunststoffsortierung. Bisher machte man sich dabei meist das unterschiedliche spezifische Gewicht der verschiedenen Plastiksorten zunutze. Beim Schwimm-Sink-Verfahren in einem Wasserbecken schwimmen leichtere Kunststoffe (PE und PP) oben, schwerere sinken ab. In einem so genannten Hydrozyklon werden zerkleinerte Kunststoffe zur Trennung in einem waagrecht angeordneten Zylinder beschleunigt, wobei leichtere Kunststoffe nach außen und schwerere nach innen getrieben werden.

Doch seit einigen Jahren macht man sich eine Technik zunutze, die z. B. in der Festkörperphysik und den Materialwissenschaften zum Standardrepertoire gehört: die Infrarotspektroskopie. Damit lässt sich seit langem jedes Material oder Molekül mithilfe seiner spezifischen IR-Spektren identifizieren. Dabei durchstrahlt man die Proben mit IR-Strahlung mit Wellenlängen zwischen 1 mm und 800 nm. Ein Teil dieser IR-Strahlung wird von der Probe absorbiert, ein Teil transmittiert. Diese Anteile lassen sich messen und ergeben das (eindeutige) Spektrum der jeweiligen Probe.

In der Physikalischen Chemie wird diese spektroskopische Methode zur qualitativen und quantitativen Analyse, Strukturaufklärung und Identifizierung von Substanzen eingesetzt, in der Festkörperphysik zur Untersuchung von Gitterabsorptionen und z. B. zur Analyse optischer Eigenschaften eines Materials; die Atmosphärenphysik nutzt das Verfahren zur Messung atmos-

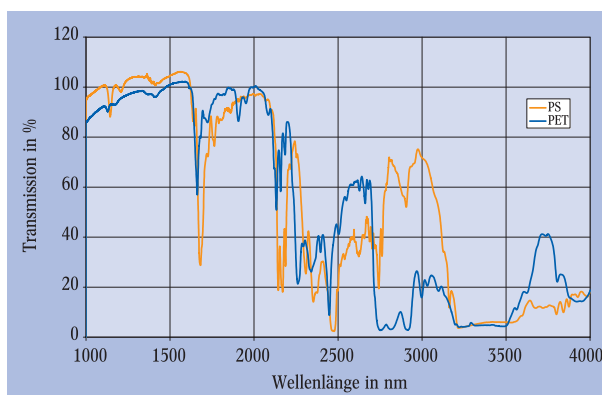


Abb. 2: IR-Transmissionspektren von Polystyrol (PS, blau) und Polyethylenterephthalat (PET, rot) im Vergleich. Werte über 100 % sind Messungenauigkeiten. (Quelle: Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal).

1) <http://www.dkr.de/>

phärischer Spurenstoffe. Auch für die viel größeren Dimensionen der Astronomie ist die IR-Spektroskopie eine geeignete Methode. Sie findet dort ihren Platz in einer eigenen Disziplin, der Infrarotastronomie, und wurde hauptsächlich bekannt durch den erfolgreichen europäischen Infrarotsatelliten ISO.

Für die Kunststoffe aus den Verpackungen findet man die Spektren im nahen Infrarot bei 800 bis 2500 nm (NIR, siehe Abb. 2 für die Beispiele Polystyrol und PET).

Durch NIR-Technik lassen sich Kunststoffverpackungen, die nach der Entfernung der Getränkekartons und der Aluminium-Verpackungen auf dem Band verbleiben, nach ihren Materialien trennen – automatisch und nahezu sortenrein. Mithilfe einer Farbkamera wird die genaue Position eines Objektes auf dem Band ermittelt und durch ein IR-Spektrometer analysiert. Da das emittierte Licht für jede Molekülstruktur zu einem charakteristischen Spektrum führt, können nacheinander die Kunststoffe Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS) und PET abgeschieden werden: Ein angeschlossener Rechner wertet die NIR-Informationen aus und setzt bei positiver Teile-Erkennung Druckluftdüsen in Betrieb, die die entsprechenden Teile in seitlich bereit stehende Behälter blasen.

Weitere Trennschritte sind möglich: PET-Verpackungen lassen sich

beispielsweise zusätzlich nach Farben sortieren, wie es etwa für die Wiederverwendung für PET-Flaschen nötig ist. „Übliche leichte Verschmutzungen wie Füllreste stören dabei die Sortierung nicht“, betont Jörg-Olaf Jansen von der DKR. Grobe Verschmutzungen werden bereits vor der Sortierung mit Infrarotspektroskopie mechanisch entfernt.

Pilotprojekte

Stündlich lassen sich so bis zu eine Tonne Kunststoffverpackungen sortieren, eine Gesamtanlage kommt damit bei voller Auslastung auf einen Durchsatz von ungefähr 4,5 Tonnen pro Stunde.

Die erste kommunale Sortieranlage dieser Art wurde Anfang letzten Jahres bei der A.R.T., der Abfallberatungs- und Verwertungsgesellschaft Trier, präsentiert. Der Personalbedarf liegt dabei nur noch bei 20 bis 25 % im Vergleich zu einer rein manuellen Anlage – lediglich große Folien werden noch von Hand aussortiert. Der Anteil der Mischkunststoffe sinkt auf unter 40 % zu Gunsten der werkstofflich verwertbaren Fraktion, für die eine Sortenreinheit von über 92 % erreicht wird.

Nach der ersten Anlage mit NIR-Technik, der „Sortec“, die vom DSD 1999 zur Sortierung des Expomülls vorgestellt wurde, und einer Anlage in Wülfrath, die Mitte 2000 in Betrieb ging, ist die A.R.T. erst die dritte Einrichtung, in der die

Nahinfrarot-Technik ausgenutzt wird. Allmählich wird es wohl doch logisch und ökologisch, das mühselige Mülltrennen – nix mit Gartenzweigen und Blumenkästen: stattdessen Wasserflaschen, die man endlich auch kistenweise mit einer Hand tragen kann.



Dass die Trennung von Kunststoffen auch der Kunst zugute kommen kann, zeigt ein Projekt des Künstlertrios Beata und Gerhard Bär und Hartmut Knell (Abb. 3). Gemeinsam mit anderen Künstlern beteiligen sie sich an der Ausstellung „Kunst, Kunststoff, Kunststoffrecycling“, die ab 4. Juli bis mindestens Ende August im Berliner U-Bahnhof Potsdamer Platz zu sehen ist. Ihr größtes Werk ist eine 150 Meter lange Leuchtwand, die aus farblich getrenntem Plastikmüll besteht und die Tunnelwände in die „Farben des Konsums“ – so der Titel – taucht.

CHRISTINE WEBER

Abb. 3: Das Kunstwerk „Farben des Konsums, des Künstlertrios Beata und Gerhard Bär und Hartmut Knell besteht aus farblich getrenntem Kunststoffmüll. (Foto: DKR)