

Neuanfang nach kalter Trennung – auch für Kunststoffe möglich

Kryo-Recycling erlaubt sortenreines Trennen und Sortieren von Kunststoff-Verbundstoffen. Ziel sind Granulate mit der Qualität von Neukunststoffen.

„Kunststoff macht man aus Erdöl. Oder aus Abfall.“ Treffender als das Zitat von Remondis Plano kann man das Problem kaum ausdrücken. Denn während Kunststoffe immer mehr nachgefragt werden, wird die Erdölförderung schwieriger, teurer und ökologisch gesehen verheerender. Statt aber aus Altkunststoffen, Altreifen oder Altelektronik wertvolle Kunststoffkomponenten zu recyceln, werden diese „Rohstoff-Quellen“ meist in Müllverbrennungsanlagen einfach verheizt. Wortwörtlich.

Herkömmliche Recycling-Verfahren shreddern bei „normalen“ Umgebungstemperaturen das Material. Aber nur Industriemüll mit definierter und bekannter Zusammensetzung kann nach dem anschließenden Trennen und Sortieren der Bestandteile problemlos wieder zu hochwertigen Kunststoff-Produkten gleicher Art verarbeitet werden. Die durch Shreddern gewonnenen Kunststoffschrotte bleiben relativ grob und nicht jede Komponente kann herausgelöst werden.

Anders bei Kältetrennverfahren. Es verhält sich ähnlich wie das berühmte fest verklebte Kaugummi in Textilien - auch dieses lässt sich man besten lösen, indem man das Ganze einfriert. Je kälter die Umgebungstemperatur, desto spröder werden Stoffe. Das gilt auch für solche, die sich sonst zäh oder elastisch verhalten. Manche schon bei -20°C, andere erst bei -160°C. Und spröde gewordene Kunststoffe lassen sich feiner mahlen, sauberer in ihre Komponenten trennen und sortieren. Sortenreine und besonders feine Granulate sind das Ergebnis. Das funktioniert bei Kunststoffen, Metallen, kohlenfaserstoffverstärkte Kunststoffen oder auch bei Gewürzen.

In dem neuen Kaltmahl-Technikum der Messer Group in Willich werden seit 2005 nach Kundenanforderungen Versuche durchgeführt und Verfahren für vielerlei Stoffe entwickelt. Die Ergebnisse sind ohne weiteres auf großtechnische Produktionen übertragbar, da der gesamte Anlagenbau des Technikums dem einer Produktionsanlage entspricht. Gekühlt wird hier mit flüssigem Stickstoff oder Kohlendioxid. Mit Stickstoff sind Tiefsttemperaturen von bis zu -196°C erreichbar. Reichen auch max. -78°C, lässt sich mit dem günstigeren Kohlendioxid wirtschaftlicher arbeiten. Zum Mahlen des versprödeten Materials steht eine Vielzahl von Mühlen zur Verfügung.

Im benachbarten Krefeld steht das Kaltmahl-Technikum von Wettbewerber Air Liquide, welches aber früher zu Messer Griesheim gehörte. Auch dort nutzt man Stickstoff und Kohlendioxid zur Kühlung. Auch hier werden im Kundenauftrag Testreihen durchgeführt sowie Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudien durchgeführt. In den letzten 25 bis 30 Jahren wurden rund 4.000 bis 5.000 Materialien getestet.

Manfred Stahl von Air Liquide: „Die Trennung von zähen Stoffen durch Kälteversprödung und anschließende Zerkleinerung funktioniert rein technisch hervorragend. Problematischer ist die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Ein Knackpunkt sind die relativ hohen Betriebskosten bedingt durch den Einsatz von flüssigem Stickstoff. Ein anderer ist schlicht der Preis, der mit den Recyclaten erzielt werden kann.“

Die Preise für Erdöl, Edelmetalle oder Kunststoffe auf dem Weltmarkt führen momentan dazu, dass Kryo-Recycling nur bei Verbundstoffen wie E-Schrott, CFK-Schrott oder Alu-Kunststoff-Verbindungen wirtschaftlich erscheint. Hier können besonders wertvolle Metalle oder Fasern wiedergewonnen werden. Bei Alu-Gummi-Verbindungen kommt hinzu, dass sich diese auch schon bei „energiegünstigeren“ -100°C bis -120°C sehr gut trennen lassen.

Prof. Dr. Harry Rosin, Mediziner und Erfinder in Sachen Kältetechnik, hat die Verfahren jedoch schon weiter gedacht. Statt Stickstoff werden drei Gase zur Kühlung verwendet: Propan, Ethan und Methan. Nicht hintereinander geschaltet, sondern in einem einheitlichem Kältekreislauf. Allein dadurch werden die Betriebsmittelkosten gegenüber Stickstoff-Kälteverfahren um zehn Prozent gesenkt.

Prof. Dr. Christian Jooß vom Institut für Materialphysik an der Universität Göttingen rechnet mit einem Energieeffizienz-Anstieg von 55% gegenüber einem System mit drei Kältekreisläufen. Mit einem einheitlichen Kältekreislauf sind Temperaturen bis zu -160°C möglich, auch dank einer Weiterentwicklung des bekannten Greenfreeze-Prinzips, welches seit den 90er Jahren FCKW- und FKW-freie Kühlschränke ermöglicht.

Christian Jooß forscht seit Jahren zu diesem Thema. Er schlägt vor, in einem Kühltunnel, der ein geschlossenes System darstellt, die eingebrachten Stoffe gleichzeitig zu kühlen und zu mahlen. Da die Einzelbestandteile ganz unterschiedliche Versprödungstemperaturen haben, können sie auch im gleichen Arbeitsgang sortiert werden. Unterschiedliche Trennungsstufen machen es möglich. Dazu müssten in einem Kältetunnel langsam sinkende Temperaturen beispielsweise von -20°C bis -120°C ermöglicht werden. Die durch Walzen voran getriebenen Stoffe würden aussortiert, sobald sie ihren Versprödungspunkt erreichen und sich aus dem Verbundmaterial lösen. Eine Vorsortierung und Vorzerkleinerung vorausgesetzt.

Kälteverfahren erhalten größtenteils die Oberflächen der Kunststoffkomponenten, das heißt, die so gewonnenen Granulate haben eine chemisch aktive Oberfläche. Diese Stoffe können zu 60% bis 80% zu neuen Kunststoffen polymerisiert werden, also Erdöl als Ausgangsmaterial tatsächlich ersetzen. Allerdings ist die lange Liste an Bestandteilen im Elektronikschrott tatsächlich eine Herausforderung.

Die Trennung gelingt bestens, aber dabei werden auch schwierige Stoffe freigesetzt, wie Schwermetalle oder Brandschutzmittel. Das gilt aber für sämtliche Recycling-Verfahren von alten Handys oder Computern. Bei Verbrennungsverfahren entstehen zusätzlich neue chemische Verbindungen.

Ein Produkt-Design, das schon bei der Herstellung die Wiederverwertungsmöglichkeiten mitplant, könnte das verhindern.

Kryo-Recycling bietet auch für CFK-Recycling eine Alternative zu thermischen Verfahren, deren Entwicklung derzeit boomt. Der besonders leichte Werkstoff CFK hat vor allem im Flugzeugbau und in der Automobilproduktion Leichtmetallen wie Aluminium den Rang abgelaufen. Was immer durch CFK ersetzt werden kann, wiegt nur noch einen Bruchteil und spart somit Gewicht und damit Energie. Immer mehr ausgemusterte Auto- und Flugzeugteile, aber auch alte Rotorblätter von Windrädern und Produktionsabfälle liegen ungenutzt auf Halde.

„Die Perspektiven, mit Hilfe von Kältetechnik aus dem CFK wertvolle Glasfasern und Polymere zurückzugewinnen zu können, sind sehr gut. Wir sind seit einiger Zeit mit Remondis Nord, Schleswig Holstein, wegen eines konkreten Projekts zum Kunststoff-Recycling im Gespräch“, so Christian Jooß.

Mit diesem Partner könnten auch Pilotanlagen in größerem Maßstab realisiert werden. Pläne und Berechnungen für eine Pilotanlage mit 40.000 Tonnen Jahreskapazität haben gezeigt, dass dieses Verfahren auch wirtschaftlich arbeiten kann.

Ein weiterer Vorteil: Kryo-Recycling erzeugt keine neuen chemischen Verbindungen. Bisher gelangt ein Großteil von ausrangierten Kunststoffteilen in Müllverbrennungsanlagen. Diese Sekundärrohstoffe sind aber nicht nur zu wertvoll für die einfache Verbrennung – es ist auch schlicht nicht ökologisch. Ein nicht genau definiertes Gemisch unterschiedlichster Stoffe erzeugt in der Verbrennung immer ein unbekanntes Gasgemisch. Chemiker sprechen von einer Hochtemperaturverbrennung unter chaotischen, unkontrollierten Bedingungen.

In den Abgasen der deutschen MVA werden die Werte der rund 40 häufigsten Stoffe gemessen. Eine Vielzahl von Molekülbruchstücken, sogen. Radikale, kommt unbemerkt davon und belastet die Umwelt. In kleinstmengen, aber beständig. Darunter auch immer wieder hochgiftige Dioxine. Daneben werden belastende Feinstäube erzeugt. Selbst wenn die Filter sehr gut arbeiten - ganz saubere Luft oder reiner Wasserdampf kommen nie aus einer Müllverbrennung.

Kryo-Recycling bedeutet aber für die Müllverbrennungsanlagen Konkurrenz. Denn sie brauchen den energiereichen Kunststoffanteil in ihren Öfen, um die Feuer am Lodern zu halten. Würde man die Kunststoffe vorsortieren und anders verwerten, müsste auch für den Restmüll ein anderes Konzept her. Bio-Mechanische Anlagen wären eine Alternative. Nachdem mineralische und metallische Schwerstoffe sowie Kunststoffe aussortiert worden sind. Auch ein vorausschauendes Produktdesign, was den gesamten Lebenszyklus von Produkten durchdenkt, ist im Sinne einer Kreislaufwirtschaft hilfreich.

Das mit Kältemahl-Verfahren wertvolle Sekundärstoffe recycelt werden könnten ist unstrittig. Ebenso, dass diese in sehr hoher Qualität wieder zur Verfügung stünden. Die Frage, ob Kryo-Recycling auch wirtschaftlich betrieben werden kann, bietet dagegen jede Menge Diskussionsstoff, ist aber auch von Ressourcen und Preisen für Erdöl, Kohle oder seltene Metalle abhängig. Ohne politische Weichenstellung oder Förderung konnten sich aber ökologische Pluspunkte bisher selten gegen die Argumente von Wirtschaftlichkeit durchsetzen.

Vorteile Kryo-Recycling

- Höhere Qualität der Recyclate
- Energie- und rohstoffsparend im Vergleich zur Neusynthese
- CO₂-Reduzierung durch weniger Verbrennung von Sekundärrohstoffen
- Keine Verbrennungsgifte
- Weniger Feinstäube

veröffentlicht in "Recycling Technology", Huss-Verlag, München