



Foto: Unclesam/Adobe Stock

## Kreislaufwirtschaft

# Cracken oder Einschmelzen

Chemisches Recycling überführt Kunststoffabfälle in Rohöl. Es scheint die perfekte Lösung, um Plastikmüll stofflich zu nutzen, und seine Entwicklung erhält millionenschwere Unterstützung. Dagegen geht das umweltfreundlichere mechanische Recycling bei Investitionen oft leer aus.

Die Idee, Plastikabfälle chemisch zu recyceln und so Rohstoffe zu erhalten, ist in der Industrie beliebt. Mehrere Unternehmen entwickeln Pilotanlagen, um den Prozess marktfähig zu machen [Nachr. Chem. 2019, 67(11), 34 und (12), 31].

Das Prinzip: Kunststoffflakes werden auf mehrere hundert Grad Celsius erhitzt; dadurch spalten sich die langen Polymerketten in kürzere Moleküle. Je nach Prozessführung entstehen unterschiedlich lange Kohlenstoffketten und damit unterschiedliche Produkte, von Rohöl über Naphtha bis hin zu Kraftstoffen wie Diesel und Kerosin.

Idealerweise müssen die Kunststoffabfälle vorher nicht sortiert werden, der ganze Berg lässt sich als Gemisch verarbeiten – ein Vorteil gegenüber dem mechanischen Recycling. Bei diesem wird der Abfall sortiert, entweder manuell vom Verbraucher, etwa wenn er PET-Flaschen zum Pfandautomaten bringt, oder automatisch in Sortieranlagen, beispielsweise aufgrund der unterschiedlichen Dichte der Polymere. Die Kunststoffe werden gewaschen, zermahlen und eingeschmolzen. Die Kohlenstoffkette bleibt beim mechanischen Recycling durch den gesamten Prozess hindurch erhalten.

### Wie fossiles Rohöl

BASF startete im Jahr 2018 das Projekt Chemcycling, das mit chemischem Recycling aus Kunststoffabfällen Pyrolyseöl erzeugt.<sup>1)</sup> Das speist der Konzern in seinen Steamcracker in Ludwigshafen ein und erzeugt dort bei 850°C Ethylen und Propylen. BASF zufolge lassen sich so fossile Ressourcen schonen. Mit zehn Kunden entwickle man Pilotprodukte, darunter Mozzarella-Beutel, Kühlschranelemente und Dämmplatten. Es gibt bereits Prototypen chemisch recycelten Kunststoffs.

Dem chemischen Recycling widmet sich auch das österreichische

Öl- und Gasunternehmen OMV mit Zentrale in Wien in seinem Projekt Reoil. Eine Pilotanlage in der Raffinerie Schwechat verarbeitet Verpackungsmaterialien wie Polyethylen, Polypropylen und Polystyrol.<sup>2)</sup> Das Unternehmen mischt die zerkleinerten Kunststoffabfälle mit einem hochsiedenden Lösungsmittel und erhitzt sie auf über 300°C. Nach Destillation des Produkts und Trennung vom Lösungsmittel entsteht ein synthetisches Rohöl, das laut OMV „schwefelfrei, im Siedebereich leichter als fossiles Rohöl und wasserstoffreicher“ ist, demnach „qualitativ hochwertiger als fossiles Rohöl“. Daraus ließen sich Kraftstoffe wie Benzin, Kerosin und Diesel oder petrochemische Produkte gewinnen.

Derzeit läuft die Anlage 10 bis 20 Stunden pro Tag und verarbeitet pro Stunde 100 Kilogramm Kunststoffabfall. Die Folgeanlage soll 2000 Kilogramm pro Stunde schaffen.

Ohne Lösungsmittel, dafür mit höheren Temperaturen arbeitet der „Ecogy“ getaufte Recyclingprozess des niederländischen Unternehmens Plasma Power in Heerlen.<sup>3)</sup> Ein ungefähr 700°C heißer Drehtrommelofen verarbeitet eine Tonne Kunststoffflakes pro Stunde, sagt Gernot Brueck, Gründer von Plasma Power, und: „Sobald der Kunststoff auf die heiße Oberfläche trifft, verdampft er.“ Die Anlage kondensiert die Crackprodukte anschließend und sortiert dabei nach Kettenlänge.

Über die Temperatur des Ofens lässt sich steuern, welche Produkte entstehen: Bei 900°C hauptsächlich Methan, bei 600°C Paraffin, dazwischen schweres oder leichtes Naphtha oder leichte Olefine. Die Anlage kämpfe noch mit technischen Problemen, ginge aber vermutlich vor dem zweiten Quartal in Betrieb. Zehn weitere Anlagen dieser Art sollen in Steinau zwischen Frankfurt am Main und Fulda entstehen. Verarbeiten kann die Anlage Polyethylen und Polypropylen.



Polyethylen- und Polypropylenrezyklat aus mechanischem Recycling. Früher war das Granulat nur grau erhältlich, nun gibt es dies auch hell. Fotos: Brigitte Osterath

Als Produkt besonders gefragt sind Brueck zufolge Naphtha und Olefine. Mit dem US-Chemiekonzern Dow Chemical gebe es eine Abnahmevereinbarung. Dow wolle daraus neue Polymere herstellen. Paraffin gehe in die Kerzenproduktion.

Andere Unternehmen planen, aus Kunststoffabfällen Kraftstoffe herzustellen. Das Start-up Biofabrik in Rossendorf bei Dresden etwa will Diesel aus Plastikabfällen aus dem Meer produzieren.<sup>4)</sup>

### Chemisch oder mechanisch

Den Hype um chemisches Recycling versteht Roman Maletz vom Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft der TU Dresden nicht. Die Idee, Plastikmüll durch Cracken zu recyceln, sei nicht neu und prinzipiell möglich, aber es habe bisher nie funktioniert. „Die Vergangenheit hat gezeigt, dass die Anlagen im Dauerbetrieb Probleme haben“, sagt er. „Ich verstehe nicht, warum diese Probleme jetzt plötzlich gelöst sein sollen, zumal es auf dem Gebiet keine großen neuen Entwicklungen gab.“

Probleme entstehen laut Maletz, wenn das Ausgangsgemisch zu viele verschiedene Materialien enthält oder wenn es zu schmutzig ist –

beides sei bei Kunststoffabfällen üblich. Dann sinke die Qualität des Produkts, und der gesamte Prozess werde wirtschaftlich unrentabel.

„Dass das chemische Recycling zurzeit so ein Riesenthema ist, geschieht wohl eher aus einer Ratlosigkeit heraus, wie es beim mechanischen Recycling weitergehen soll“, meint Thomas Fischer, Bereichsleiter Kreislaufwirtschaft bei der Deutschen Umwelthilfe. Denn für mechanisches Recycling braucht es Kunststoffe, die tatsächlich recycelbar sind: „Dafür muss man vorher viel Know-how reinstecken, etwa bei der Frage, welche Farb- und Zusatzstoffe sich verwenden lassen.“

Auch das Produktdesign spiele beim mechanischen Recycling eine große Rolle, fügt Henning Wilts hinzu, Leiter der Abteilung Kreislaufwirtschaft am Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt und Energie. „Wenn eine Käseverpackung aus sieben Folienschichten besteht, kann man das nicht sinnvoll recy-

Die promovierte Chemikerin **Brigitte Osterath** arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin. Nach Diskussionen während der Kunststoffmesse K im Herbst und anderswo greift sie für die Nachrichten aus der Chemie das Thema chemisches oder mechanisches Recycling auf. [www.writingscience.de](http://www.writingscience.de)





Helles Kunststoffrecyclat lässt sich einfärben – in welchem Farbton, lässt sich mit einem Farbmessgerät bestimmen.

celn, weil der Aufwand dafür viel größer ist, als alles komplett neu zu produzieren.“

### Klimafragen

Beteiligte Unternehmen stellen das chemische Recycling gerne als grün dar – besonders umweltfreundlich ist es laut Henning Wilts aber nicht. „Wenn man Abfall auf Molekülebene auseinandernimmt, braucht das viel Energie, und die CO<sub>2</sub>-Ersparnis ist überschaubar. Stammt die Energie dafür überdies aus der Verbrennung von Braun-

kohle, ist das umwelttechnisch eine Katastrophe.“

Besonders kritisch sehen sowohl Fischer als auch Wilts Anlagen, die aus Plastikabfall statt Naphtha Kraftstoffe produzieren. „Wenn diese Kraftstoffe anschließend verbrannt werden, bläst das noch mehr CO<sub>2</sub> in die Luft“, sagt Fischer. „Mit Klimaschutz hat das nicht viel zu tun.“ Auch das Umweltbundesamt verweist darauf, dass man in diesem Fall den Müll auch gleich in einer Müllverbrennungsanlage zu Energie umsetzen könne, statt über Kraftstoff als Zwischenschritt zu gehen.

Das mechanische Recycling, bei dem die Molekülstruktur erhalten bleibt, ist für Kreislaufwirtschaftsexperten nach wie vor das Recycling der Wahl. „Wenn Länder die Existenz des chemischen Recyclings als Vorwand nehmen, um alle Bemühungen rund um das mechanische Recycling einzustellen, wird das zum Problem“, sagt Wilts.

Das chemische Recycling bietet im Gegensatz zum mechanischen Recycling allerdings einen Vorteil: Es wandelt Kunststoffabfälle aus dem Gelben Sack in einen Rohstoff um, aus dem sich wieder Kunststoffe für Lebensmittelverpackungen herstellen lassen. Das ist für Granulat aus dem mechanischen Recycling der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit zufolge nicht erlaubt, weil daraus gesundheitsgefährdende Substanzen in die Nahrung geraten könnten. Lediglich PET-Flaschen, die der Verbraucher statt wegzuerwerfen zum Pfandautomaten bringt, dürfen wieder zu neuen Lebensmittelverpackungen werden.

### Das neue Bunt der Farben

In seinem Technikum in Köln arbeitet das Unternehmen Duales System Deutschland (DSD) – besser als Grüner Punkt bekannt – daran, das mechanische Recycling zu verbessern. Das Problem: Wenn Kunststoffabfälle aus dem Gelben

Sack geschreddert und zu Granulat umgeschmolzen werden, ist das Produkt unansehnlich schwarzgrau. „Es bietet wenig Möglichkeit zum Überfärben“, erklärt Ines Schwarz, Chemieingenieurin bei DSD. „Plastikprodukte mit brillanten Farben bekommen Sie damit nicht hin.“

Farbe ist aber Marketing, und Unternehmen wollen ihre Produkte nicht in gräulichen Verpackungen verkaufen, die nicht die für sie typischen Firmenfarben tragen. Zudem riecht das Granulat aus recyceltem Kunststoff meist unangenehm, und der Geruch kann auf das Produkt, etwa das Waschmittel, übergehen.

Mit einem verbesserten Recyclingprozess sind laut Schwarz diese Zeiten jetzt vorbei. Eine Maschine sortiert nun die Kunststoffflakes nach ihrer Helligkeit in drei Fraktionen: weiß, farblos und bunt.<sup>5)</sup> Bis zu einer Tonne Flakes pro Stunde kann die Maschine sortieren. Das Ergebnis: helle Rezyklate, die sich einfärben lassen. Weitere Verbesserung – vor allem beim Geruch – brachte eine zusätzliche Wäsche der Flakes mit 80°C heißem Wasser und etwas Lauge.

### Unterfinanziert

Das Chemieunternehmen Werner & Mertz in Mainz produziert aus DSD-Polyethylen-Rezyklaten Plastikbehälter für ihre Produkte, darunter Reinigungsmittel der Marken Frosch und Erdal. Noch allerdings ist die Herstellung dieser verbesserten Granulate „wirtschaftlich grenzwertig“, sagt Ines Schwarz. Das Rezyklat koste derzeit etwa 2,5-mal so viel wie Neuware. „Trotzdem kann sich das für ein Unternehmen lohnen, indem es die Verwendung von Rezyklat als offensive Marketingstrategie einsetzt und sich damit einen Wettbewerbsvorteil verschafft.“

Duales System Deutschland geht davon aus, dass die Herstellkosten sinken, wenn man den Prozess

### AUF EINEN BLICK

Chemisches Recycling spaltet Polymerketten und liefert etwa Rohöl, Naphtha oder Kraftstoffe.

Beim mechanischen Recycling bleibt die Molekülstruktur erhalten; die Produkte sind aber nicht lebensmitteltauglich, wenn sie aus Abfällen im Gelben Sack entstehen.

Zurzeit fördern Unternehmen stärker das chemische Recycling, obwohl es viel Energie erfordert.



Produkte aus recyceltem Kunststoff: Körbe, Putz- und Waschmittelflaschen, Stopfen und Kosmetikverpackungen.

hochskaliert und alle Arbeitsschritte unter einem Dach sammelt. „Recycelter Kunststoff könnte dann preislich mit Neuware konkurrieren und wäre zudem unabhängig vom Ölpreis.“ Allerdings: Dafür müsste DSD eine neue Anlage bauen, und die würde schätzungswei-

se 40 Millionen Euro kosten. „Trotz zugesicherter EU-Förderung können wir nicht starten, weil wir dieses Geld nicht aufbringen können“, erklärt DSD-Pressesprecher Norbert Völl. „Dafür bräuchten wir eine Abnahmegarantie für das Produkt.“

Völl verweist auf eine chemische Recyclinganlage, die in Rotterdam entstehen soll, um jährlich 360 000 Tonnen Plastikabfall zu Methanol umzusetzen. Air Liquide, Akzonobel Specialty Chemicals, Enkhem und der Hafen von Rotterdam investieren zunächst zusammen neun Millionen Euro, insgesamt soll die Anlage 200 Millionen Euro kosten. Seit März 2019 gehört zudem Shell zu den Investoren. „Wenn wir nur annähernd solche Fördersummen für das mechanische Recycling bekämen, wären wir schon viel weiter,“ sagt Völl. <<

- 1) [www.basf.com/chemcycling](http://www.basf.com/chemcycling)
- 2) [www.omv.com/de/blog/reoil-aus-kunststoff-wieder-oel-gewinnen](http://www.omv.com/de/blog/reoil-aus-kunststoff-wieder-oel-gewinnen)
- 3) [www.plasmapower.eu/ecogy](http://www.plasmapower.eu/ecogy)
- 4) <https://biofabrik.com/white-refinery/wastx-plastic>
- 5) You-Tube-Video „Kunststoffrecycling – Ressourceneffizienz durch optimierte Sortierverfahren“ von VDI Zentrum Ressourceneffizienz; [www.youtube.com/watch?v=EvuNJ\\_yZi3g](https://www.youtube.com/watch?v=EvuNJ_yZi3g)

## Von Vorständen und Verpackungen

**Recycling in Österreich** | Das österreichische Verpackungssammelsystem, Altstoff Recycling Austria (ARA), hat im Jahr 2019 etwa 1 Mio. Tonnen Altstoffe aus Privathaushalten gesammelt, 0,6% mehr als im Vorjahr. Die Sammelmenge an Kunststoff- und Leichtverpackungen stieg um 1% auf 177 200 Tonnen, die Altpapiermenge sank um 0,7% auf 640 000 Tonnen zu, Metallverpackungen um 2,7% auf 30 000 Tonnen.

**Wechsel im Beirat des Dualen Systems** | Karl-Heinz Holland, seit dem Jahr 2015 Beiratsvorsitzender beim Dualen System Deutschland (DSD, Grüner Punkt), führt nun die spanische Lebensmittelkette DIA und hat daher seine Funktion im DSD-Beirat niedergelegt. DSD-Chef Michael Wiener zufolge habe der ehemalige Lidl-Boss bei DSD die Entwicklung des Rezyklats Systemen vorangetrieben; für aus dem Poly-

ethylen hergestellte Duschgelflaschen erhielt der Grüne Punkt den Deutschen Verpackungspreis 2019 – es ist die erste Kunststoffverpackung für ein Kosmetikprodukt, deren Rohstoff aus Abfällen aus dem Gelben Sack und der Gelben Tonne stammt.

**Konsortium für PET-Recycling** | Die Alpha Group, ein österreichisches Unternehmen für Kunststoffverpackungen und Recycling, schließt sich einem internationalen Konsortium für das chemische Recycling von Polyethylenterephthalat (PET) an. Das branchenübergreifende Konsortium treibt eine Recyclingtechnik voran, die opake PET-Abfälle zu recycelten Rohstoffen verarbeitet: BP Infinia. Zu weiteren Gründungsmitgliedern gehören die Lebensmittel-, Getränke- und Konsumgüterhersteller Britvic, Danone und Unilever, das Entsorgungs- und Recyclingunternehmen Remondis sowie der Energie- und Petrochemieproduzent BP.

**Lanxess: neu im Vorstand** | Stephanie Coßmann, seit 2017 Leiterin des Konzernbereichs Human Resources, ist vom Lanxess-Aufsichtsrat zum neuen Vorstandsmitglied und zur Arbeitsdirektorin berufen. Sie folgt auf Rainier van Roessel, der in den Ruhestand trat. Die promovierte Juristin Coßmann gehört dem Kölner Chemiekonzern seit 2004 an.

**Eppendorf mit CEO-Doppelspitze** | Der Aufsichtsrat des Laborgeräteherstellers Eppendorf hat Eva von Pelt, Vorstand Vertrieb, Marketing und Service, sowie Peter Fruhschorfer, Head of Business Areas Sample Handling, zu Co-Chief Executive Officers berufen. Sie treten gemeinsam die Nachfolge von Thomas Bachmann an, dem bisherigen Eppendorf-Vorstandsvorsitzenden, der das Unternehmen bereits verlassen hat.

Jörg Wetterau