



AUS ALT MACH ÖL

Doch Kreislaufwirtschaft sieht anders aus

Verschmutzte und unsortierte Abfälle sind bislang große Herausforderungen für das mechanische Recycling. Pyrolyse heißt ein Verfahren, das diese nun angehen soll. Sie wird von der chemischen Industrie als umweltfreundliche Zukunftstechnologie beworben, bei der aus Kunststoffabfällen neue Ausgangsstoffe für die Industrie entstehen. Energiebilanz und toxische Reststoffe trüben jedoch die grünen Aussichten.

Bei der **Pyrolyse** handelt es sich um ein Verfahren des sogenannten chemischen Recyclings. Auch wenn eine allgemeingültige Definition des chemischen Recyclings nicht existiert, kann generell von Verfahren gesprochen werden, bei denen Kunststoffe in ihre Ausgangsstoffe zerlegt werden. Dabei werden Polymere – also langkettige Moleküle – durch (thermo)chemische Prozesse in Monomere beziehungsweise chemische Grundbausteine umgewandelt. Diese Monomere können dann als Grundstoff genutzt werden, um neue Polymere herzustellen.

Verarbeitetes Plastik wird über chemische Recyclingverfahren wie die Pyrolyse wieder in Öl verwandelt, mit dem neue Produkte von hoher Qualität hergestellt werden können. Neben der Pyrolyse gibt es noch weitere Prozesse wie Vergasung oder Verflüssigung, die auch unter chemisches Recycling fallen. Die Unterschiede in den Verfahren bestehen in der Höhe der Temperatur, dem Druck, dem Zufluss an Sauerstoff während des Prozesses und den Endprodukten. Die Pyrolyse läuft unter Abschluss von Sauerstoff, bei Temperaturen zwischen 400 und 700 Grad Celsius und bringt



Claudio Schwarz/Pixabay

als Hauptprodukt Pyrolyseöl oder Wachse hervor. Dazu entstehen Nebenprodukte in Form von Gas und Asche.

Dass die Kunststoffe in ihre Grundstoffe zerlegt werden, ist auch der Grund, warum das Bundesumweltministerium diese Verfahren nicht als Recycling anerkennt. Nur die werkstoffliche oder mechanische Wiederverwertung, also Prozesse, bei denen die chemische Struktur des Kunststoffes intakt gelassen wird, erkennt das Bundesministerium als Recycling an; anders als die EU, die hier keine Unterscheidung vornimmt.¹ BASF und Co. wollen, dass auch in Deutschland chemische Wiederverwertung als Recycling anerkannt wird. Sie argumentieren, dass so selbst gemischte Kunststoffabfälle ohne Sortierung oder stark verschmutztes Material wiederverwertet werden können, ohne dass die Folgeprodukte in ihrer Qualität gemindert seien.² Ob das wirklich der Fall ist, ist aber noch nicht abschließend geklärt. Doch die chemische Industrie geht noch weiter und preist das Verfahren als klima- und umweltfreundlich an.

Die Idee und erste Anwendungen kamen bereits vor 50 Jahren auf. Allerdings hat sich das chemische Recycling bisher nicht in der Praxis bewährt. Es gibt kaum Anlagen im großen Stil. Noch findet das Verfahren primär im Testbetrieb statt, beispielsweise im Stammwerk der BASF in Ludwigshafen. Entsprechend gibt es bisher kaum Daten zu den Umweltauswirkungen des chemischen Recyclings. Die meisten erhobenen Daten wurden nicht unabhängig erstellt oder sind nicht umfassend. Der Naturschutzbund Deutsch-

land (NABU), die Deutsche Umwelthilfe (DUH) und andere europäische Umweltverbände haben den bisherigen Studienstand gesichtet und geprüft.³ Dabei wird deutlich, dass es zum einen weiterer und vor allem unabhängiger Evaluationen des Verfahrens bedarf. Zum anderen wird deutlich, dass es mit der Umweltfreundlichkeit nicht so weit her ist. Hauptgrund dafür ist der enorme Energieverbrauch.

Fragliche Energiebilanz und giftige Abfallstoffe

Die thermochemische Reaktion bei der Pyrolyse benötigt Energie, die über den ganzen Prozess eine konstante, hohe Temperatur gewährleistet. Damit ist der Energieaufwand sehr hoch. In vielen Pyrolyse-Prozessen entstehen als Nebenprodukt Gase, die zur Energiegewinnung verbrannt werden können. Dadurch sinkt der Energiebedarf, und manche Firmen sprechen sogar davon, dass die Verbrennung der Nebenprodukte genug Energie hervorbringt, um den Prozess dauerhaft am Laufen zu halten. Daher wird das Verfahren als energiesparrend bezeichnet. Ausgeblendet werden aber viele weitere Schritte im Vorfeld und Nachgang des Pyrolyse-Prozesses, die auch energieintensiv sind wie die Reinigung des Pyrolyseöls. Je mehr Nebenprodukte aus der Pyrolyse abgezogen werden, um zum Beispiel das entstehende Pyrolysegas zur Energieverwendung zu nutzen, desto geringer werden die Erträge der Pyrolyse, mit denen neue Kunststoffe hergestellt werden – also Pyrolyseöl.

Neben dem Energieverbrauch ist die Produktion von toxischen und stark verschmutzten Abfällen ein weiterer Faktor für die geringe Umweltverträglichkeit des Verfahrens. Bisherige Studien klammern die Toxizität aus oder stellen die Daten als sehr unsicher dar. Vorrangig geht es bei den toxischen Stoffen um Abfallprodukte wie Flugaschen, Koks und Wasser, die im Prozess entstehen, belastet sind und dementsprechend deponiert werden müssen. Aber auch das eigentliche Produkt, das Pyrolyseöl, kann belastet sein. Phthalate, Bisphenol A, Brom oder polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe sind Beispiele für toxische Nebenprodukte, die hormon-, gen-, organschädigend oder krebserzeugend sind und bei der Pyrolyse aus den Kunststoffen austreten oder im Prozess entstehen. Ist das Pyrolyseöl bereits mit solchen Giften belastet, kann es schwer als Ausgangsstoff für neue Kunststoffe genutzt werden. Dieses Problem ist nur lösbar, indem das Pyrolyseöl entweder aufwendig und energieintensiv gereinigt oder mit großen Mengen an fossilen Primärrohstoffen verdünnt wird. Je verschmutzter und heterogener der Plastikabfall ist, desto höher ist die Belastung der Produkte mit Schadstoffen. Homogene Abfälle könnten allerdings bei idealer und gleichbleibender Temperatur thermisch so zerlegt werden, dass die Entstehung von Schadstoffen im Prozess reduziert wird.

Recycling von Autoreifen

Dem chemischen Recycling kann in Form von Pyrolyse eine ergänzende Rolle in der Abfallhierarchie zukommen, und es kann für bestimmte Abfälle angewendet werden, bevor diese energetisch verwertet werden. Werkstoffliches oder mechanisches Recycling muss allerdings Vorrang haben. Jedoch gibt es Abfälle wie Autoreifen, die bisher schlichtweg schwer bis gar nicht über gängige Verfahren recycelt



Chemisches Recycling ist nicht das Wundermittel, als das es BASF und Co. verkaufen.

werden können. Autoreifen werden heute zu einem Großteil in Zementwerken zur Energiegewinnung verbrannt, wobei die wertvollen enthaltenen Rohstoffe verloren gehen.

Seit 2020 führt die Firma Pyrum ein mittlerweile in industriellem Maßstab arbeitendes Verfahren durch, um aus Autoreifen mittels Pyrolyse wieder neue Rohstoffe zu gewinnen. Das Hauptprodukt bildet das Pyrolyseöl, das nach der Reinigung als Ausgangsstoff für neue Kunststoffe genutzt werden kann. Die entstehenden Aschen werden zurück in die Reifenindustrie gegeben und dort verwendet. Überschüssige, freigewordene Energie könnte laut Unternehmen mittels Fernwärme sogar Haushalte versorgen.⁴ Seit Herbst 2020 ist auch die BASF an dem Verfahren interessiert und investiert in die Firma Pyrum. Es gibt bereits Abnahmeverträge für das erzeugte Pyrolyseöl.⁵ Und es hat mittlerweile auch eine REACH-Zertifizierung. Nach der REACH-Verordnung der EU müssen Hersteller oder Importeure von Chemikalien Daten zur Verfügung stellen, die Informationen über die Stoffe und deren Risiken liefern. Sind entsprechende Risiken für Mensch und Umwelt zu erwarten, erfolgen Regulierungen. Mit der REACH-Zertifizierung steht dem Pyrolyseöl von Pyrum der Markt offen.

Kein Beitrag zur Kreislaufwirtschaft

Chemisches Recycling ist nicht das Wundermittel, als das es BASF und Co. verkaufen. Bisher sind die Umweltauswirkungen nicht genau abzusehen, und auch die wirklichen CO₂-Emissionen sind bisher noch nicht aufgeschlüsselt. Zusätzlich stellen insbesondere hochtoxische Reststoffe ein Problem dar. Durch Verluste während des Pyrolyseprozesses, etwa in Form von Aschen und Gasen, – auch wenn beides zum Teil wieder in Produktionsprozesse einfließt – ist das chemische Recycling nicht für eine kreislaufförmige Wirtschaft geeignet. Derzeit gehen circa 50 % des eingesetzten Materials verloren, insbesondere wenn das entstehende Gas genutzt wird, um die nötige Energie für den Prozess aufzubringen. Im Ergebnis gibt es immer Verluste an Primärrohstoff. Das chemische Recycling ist also bestenfalls ein Beitrag zur effizienteren Nutzung von Primärrohstoffen – eine Scheinlösung. Die Pyrolyse wird eine weitere Nutzung von fossilen Rohstoffen oder die ebenfalls

problematische Nutzung von Rohstoffen aus Biomasse nicht überflüssig machen.

Kunststoffe müssen so hergestellt werden, dass sie einfach wiederverwendet werden können, und vor allem muss ihr breiter Einsatz gemindert werden. Entsprechend der Abfallhierarchie muss die Vermeidung von Abfällen Priorität haben. Andererseits müssen bestehende Verfahren des mechanischen Recyclings konsequent genutzt werden und Produkte recyclingfähiger machen. Nur bei Produkten, bei denen dies nicht möglich ist, kann das chemische Recycling ein Verfahren sein, um sie nicht der thermischen Verwertung oder Deponierung zu überlassen.



Tom Kurz

Der Autor arbeitet im Forum Umwelt & Entwicklung im Bereich internationale Chemikalienpolitik.

- 1 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-07-17_hgp_chemisches-recycling_online.pdf oder Umweltbundesamt (Hrsg.), 2020: Hintergrund – Chemisches Recycling.
- 2 <https://www.basf.com/global/de/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling.html>
- 3 https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/abfallpolitik/201218_die_umweltauswirkungen_des_chemischen_recyclings_von_kunststoffen_final.pdf
- 4 <https://www.pyrum.net/ueber-uns/technik/>
- 5 <https://www.pyrum.net/ueber-uns/historie/>

RUNDBRIEF

Forum Umwelt und Entwicklung 2/2021



REICHT'S FÜR ALLE? WELTERNÄHRUNG AN DEN GRENZEN DES WACHSTUMS

**DIE TRANSFORMATION
DER ERNÄHRUNGSSYSTEME**
Richtungs- & Machtfragen
der Welternährungspolitik

› Seite 7

**ERNÄHRUNGSSYSTEME
ALS ANLAGEOBJEKT**
Folgen der Finanzialisierung
von Ernährung &
Landwirtschaft

› Seite 14

WATER FUTURES
Eine gefährliche Form
der Kommerzialisierung
von Wasser

› Seite 17

**MANCHMAL IST
WENIGER MEHR**
Abschied von Weltmärkten
durch global-solidarische
Regionalisierung

› Seite 32

ISSN 1864-0982