

Neue Wege für alten **KUNSTSTOFF**



DAS INSTITUT FÜR TECHNISCHE CHEMIE UND DAS
INSTITUT FÜR INDUSTRIEBETRIEBSLEHRE UND INDUSTRIELLE
PRODUKTION DES KIT ARBEITEN IM THINKTANK
„INDUSTRIELLE RESSOURCENSTRATEGIEN“ AN EINEM
KREISLAUF FÜR KUNSTSTOFFABFÄLLE

VON ALMUT OCHSMANN

Professor Dieter Stapf, Leiter des Instituts für Technische Chemie (ITC), und Dr.-Ing. Rebekka Volk, Leiterin der Forschungsgruppe „Projekt- und Ressourcenmanagement in der bebauten Umwelt“ am Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP)

Professor Dieter Stapf, Head of the Institute for Technical Chemistry (ITC), and Dr.-Ing. Rebekka Volk, Head of the Research Group "Project and Resource Management of the Built Environment" at the Institute for Industrial Production (IIP)



Auf dem Tisch liegt eine große Plastiktüte mit Abfall: bunte Folien, ein Blumentopf, eine Zahnbürste, ein Tetra Pak. Alles das ist im gelben Sack gelandet, wird aber nicht in den Kunststoffkreislauf zurückgeführt, sondern verbrannt. Heute wird ein Großteil des Abfalls, den wir im gelben Sack entsorgen, energetisch verwertet, da diese Produkte und Verpackungen nicht mechanisch recycelt werden können. Nur 20 bis 40 Prozent der Leichtverpackungen aus dem gelben Sack können in Deutschland wieder für neue Kunststoffprodukte verwendet werden – und das meist nur einmal. „Diese Spülmittelflasche aus Rezyklat ist dickwandiger als ihre Vorgängerin, und aus ihr kann man nur noch eine Parkbank machen und danach gar nichts mehr. Das ist kein hochwertiges Recycling“, sagt Professor Dieter Stapf vom Institut für Technische Chemie (ITC) am KIT. „Auch im Baubereich, in der Automobilherstellung und bei Elektronikprodukten fallen große Mengen an Kunststoffabfall an, der derzeit nicht recycelt werden kann. Wenn wir die Kreisläufe schließen wollen, dann müssen wir geeignete Verfahren dafür finden.“

Eines dieser vielversprechenden Verfahren ist die Pyrolyse von Kunststoffen. Bei der Pyrolyse werden die langkettigen Kunststoffe durch hohe Temperaturen verflüssigt und in kleine Moleküle zerlegt, die wieder zur Kunststoffproduktion genutzt werden können. Im besten Fall entsteht in der Pyrolyse ein Öl, das als Erdölersatz in der chemischen Industrie für neue Produkte verwendet werden kann. Bei diesem chemischen Recycling braucht man keinen sortenreinen Kunststoff, der nicht sortierbare Rest des gelben Sackes kann ebenso wie automobiler Kunststoffabfall pyrolysiert werden.

In der Pyrolyseanlage am Campus Nord steigt Dipl.-Ing. Frank Richter auf eine Leiter und schüttet geschredderten Kunststoffabfall in einen großen Metalltrichter. Innen transportiert eine lange Förderschnecke den Abfall, der mit Sand vermischt wird, durch den Reaktor, der aussieht wie eine lang gezogene Industriespülmachine. Dort wird die Mischung auf 500 Grad Celsius erhitzt, sodass sich die Kunst-

stoffe verflüssigen. Alle festen und mineralischen Anteile werden als Asche abgeschieden. Andere störende Stoffe wie Flammenschutzmittel, Chlor- und Brombestandteile werden abgetrennt, indem Kalk zugesetzt wird. Abhängig von der Abfallzusammensetzung, den Katalysatoren, der Dauer und der Temperatur wird am Ende des Pyrolyseverfahrens ein goldgelbes Öl, ein dickeres dunkles Öl oder ein fast schwarzes Wachs kondensiert. Je weniger zähflüssig und je heller das Öl, desto besser ist die Qualität des Kondensats. Bei diesem Vorgang entstehen auch energiereiche Gase, die in einer chemischen Fabrik direkt wieder genutzt werden könnten, weil sie wertvolle Moleküle für die Produktion von Kunststoffen oder andere Basischemikalien enthalten.

Das Team am ITC arbeitet zurzeit mit Industrieunternehmen zusammen, die Kunststoffe herstellen und nach neuen Wegen für das Recycling suchen. „Wir erforschen systematisch, was mit der Pyrolyse erreicht werden kann und wie Pyrolyseverfahren in großem Maßstab konzipiert werden müssen, damit möglichst viel rohstofflich nutzbares Öl herauskommt“, sagt Stapf. „Wir wollen nicht nur den Sortierrest des gelben Sacks recyceln, sondern auch ganz andere Produkte: Dämmstoffe von Gebäuden beispielsweise. Die sind einerseits im Rahmen der Energiewende sehr sinnvoll, weil wir weniger Energie benötigen, aber sie können andererseits mit aktuellen Technologien noch nicht recycelt werden. Mit der Pyrolyse gewinnen wir das Styrolmonomer zurück, also einen Chemierohstoff.“

Wo und in welchem Umfang Kunststoffabfälle in Deutschland anfallen, das analysiert Dr. Rebekka Volk mit ihrer Forschungsgruppe „Projekt- und Ressourcenmanagement in der bebauten Umwelt“ am Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) des KIT. Ihr Fokus liegt auf dem Recycling von unterschiedlichen Stoffströmen, die im Bau-, Konsum- und Automobilssektor vorkommen. Rebekka Volk arbeitet gemeinsam mit Dieter Stapf und weiteren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im THINKTANK „Industrielle Ressourcenstrategien“ des Landes Baden-Württemberg im Leuchtturmprojekt „Kreis-



FOTOS: MARKUS BREIG

Ein Großteil der Kunststoffabfälle wird nicht in den Kunststoffkreislauf zurückgeführt, sondern verbrannt. Neue Verfahren sollen die Kreisläufe schließen

A large portion of plastic waste is combusted rather than returned to the cycle of plastic materials. New processes are needed to close the cycles

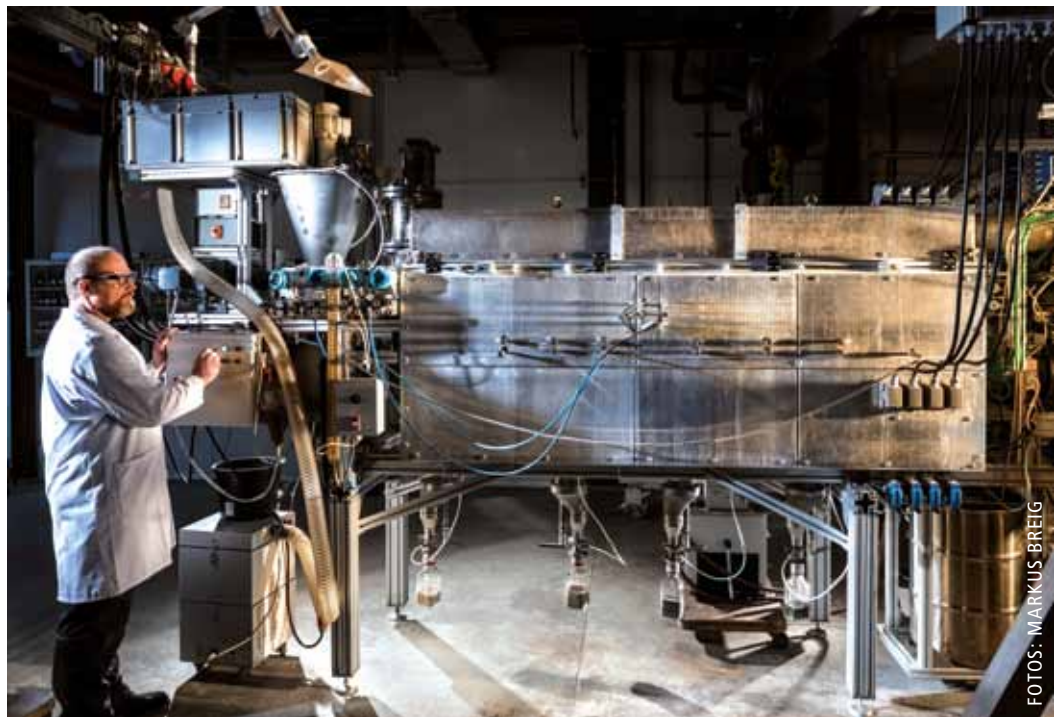
Dipl.-Ing. Frank Richter an der Pyrolyseanlage am Institut für Technische Chemie (ITC): Die langkettigen Kunststoffe werden durch hohe Temperaturen verflüssigt und in kleine Moleküle zerlegt, die wieder zur Produktion von Kunststoffen genutzt werden können

Dipl.-Ing. Frank Richter at the pyrolysis plant at the ITC: long-chain plastics are liquefied at high temperatures and decomposed into small molecules that can be reused in the production of plastics

laufwirtschaft für Kunststoffe“. In dem Projekt beschäftigt sie sich mit ihrem Team mit der Bewertung und dem Systemdesign von chemischem Kunststoffrecycling in Deutschland. Im THINKTANK, der am KIT angesiedelt ist, treffen Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Industrie und Politik zusammen und diskutieren gemeinsam über mögliche neue Wege des Kunststoff-Recyclings.

Zuletzt hat Rebekka Volk mit ihrem Team das Pyrolyseverfahren mit dem bestehenden mechanischen Recycling verglichen. Die jüngsten Ergebnisse zeigen, dass für die in Deutschland anfallenden Kunststoffverpackungen mechanisches Recycling und Pyrolyse vergleichbar gut sind. Allerdings können im chemischen Recycling, im Gegensatz zum mechanischen Recycling, Schad- und Störstoffe eliminiert werden. Am besten schnitt in der Analyse eine Kombination von mechanischem und chemischem Recycling ab. „Die Verbrennung großer Mengen Leichtverpackungen ist klimaschädlich und wenig nachhaltig. Die Pyrolyse hingegen braucht relativ wenig Energie und vermindert deswegen den CO₂-Ausstoß“, erklärt Rebekka Volk. „Kunststoffe sind sehr energiereich, und wenn wir sie pyrolysieren, dann finden sich fast 80 Prozent der Energie im nutzbaren Gas und in den Ölen wieder. Auch in dem festen Stoff, der sich bildet, stecken bis zu zehn Prozent der Energie, die im Pyrolyseprozess genutzt werden kann. Damit trägt sich dieser Prozess energetisch gesehen selbst.“

Neben der Pyrolyse gibt es zwei weitere vielversprechende chemische Recycling-Prozesse: Man kann die Kunststoffe bei sehr hohen Temperaturen unter Zugabe von Sauerstoff zu Synthesegas, einem anderen Chemierohstoff, umsetzen. Manche Kunststoffarten können auch chemisch mit Lösungsmitteln aufgelöst werden. Beide Prozesse sind noch nicht etabliert, werden am KIT aber bereits erforscht. Die experimentellen Möglichkeiten der Pyrolyseanlagen am Campus Nord sind einzigartig in der Forschungslandschaft. Sie erlauben es, Ergebnisse in die Praxis zu übertragen, und schaffen die Voraussetzung für einen Technologietransfer sowie für Industriekooperationen. „Das chemische Recycling ist ein boomendes Gebiet“, sagt Dieter Stapf.



Ways to Reuse Old Plastic

At the THINKTANK “Industrial Resource Strategies,” KIT’s Institutes for Technical Chemistry and Industrial Production Work on Closing the Plastics Cycle

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Colored film, flower pots, toothbrushes, beverage cartons. These are separately collected recyclables, most of which are incinerated rather than returned to the cycle of plastic materials. Only 20 to 40% of lightweight packages disposed of in Germany can be reused to produce new plastic products – most are reused only once. “If we want to close the cycles, we have to find new processes,” says Professor Dieter Stapf from KIT’s Institute for Technical Chemistry (ITC).

One of the most promising methods is pyrolysis of plastics. During pyrolysis, long-chain plastics are liquified at high temperatures and decomposed into small molecules that can be used for the production of plastics again. In the best case, pyrolysis produces an oil that may be used as a petroleum substitute when producing new products in the chemical industry. On the North Campus, KIT operates a unique pyrolysis research infrastructure. There, the team of ITC collaborates with industrial companies to develop new recycling paths. “We conduct systematic research to find out what can be achieved with pyrolysis and how pyrolysis processes have to be designed on a large scale to produce a maximum amount of pyrolysis oil,” Stapf says.

The locations where plastic wastes are produced and in what amounts in Germany are analyzed by Dr. Rebekka Volk and her team “Project and Resource Management of the Built Environment” at KIT’s Institute for Industrial Production (IIP). Her work focuses on the recycling of materials used in the construction, consumption, and automotive sectors. Together with Dieter Stapf and other scientists, she is involved in the flagship project “Circular Economy for Plastics” of the Baden-Württemberg THINKTANK “Industrial Resource Strategies” that is located at KIT. Representatives of science, industry, and politics assess chemical recycling of plastics in Germany and discuss potential new recycling pathways. Their work not only addresses process technologies, but also focuses on assessing flows of materials on the product and branch levels and national and international levels. In addition, they study aspects of implementation. ■

Contacts: dieter.stapf@kit.edu, rebekka.volk@kit.edu

NEU
SigmaPlot® 14.5
Datenanalyse und Graphen:
Einfach und intuitiv

Statistik-Software mit Berater



Automatische Kurvenanpassung



Automatische Peak-Separation und -Analyse



Automatische Bildanalyse



Mehr Statistik, mehr Graphen, weniger Aufwand



Automatische Oberflächenanpassung



Informationen über spezielle Lizenzmodelle: Tel: 02104-9540, Kostenlose Demo CD anfordern unter: saveskontakt@inpixon.com (Bitte AK1220 angeben)

ANZEIGE

Doch nicht nur die verfahrenstechnische Forschung ist wichtig, für eine Kreislaufwirtschaft müssen auch die Materialströme auf Produktebene, Branchenebene oder sogar auf nationaler und internationaler Ebene analysiert werden. Eine Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe wäre ein logischer und erstrebenswerter Schritt, meint Rebekka Volk, denn sowohl Firmen als auch Kunden wünschten vermehrt nachhaltige Recycling-Produkte, die Neuwaren-Qualität hätten. „Wenn wir uns vom Erdöl unabhängig machen und weniger Treibhausgase emittieren wollen, brauchen wir Recyclingverfahren, bei denen die Qualität des Materials und der hergestellten Produkte auch bei mehreren Durchläufen erhalten bleibt, ähnlich wie bei Metall oder Glas“, sagt sie.

Auf dem Weg in eine Kreislaufwirtschaft sei es aber wichtig, so Rebekka Volk, dass man für jede Abfallfraktion neu untersuchen müsse, welcher Entsorgungs- und Recyclingweg aus ökonomischer und ökologischer Sicht der beste sei. Für automobiler Kunststoffe oder solche aus der Elektronik werde sie das mit ihrem Team analysieren. „Und erst basierend auf diesen wissenschaftlichen Ergebnissen sollte entschieden werden, ob diese Verfahren im großen Maßstab umgesetzt werden. Denn für das chemische Recycling müssen deutschlandweit große Anlagen gebaut werden, um die steigenden Abfallmengen zu bewältigen“, sagt Rebekka Volk. Allerdings würden bislang in Deutschland – im Unterschied zum europäischen Ausland – die chemischen Verfahren noch nicht in allen

Fällen als Recycling anerkannt. „Wenn wir Kunststoffabfälle nur mechanisch recyceln wie bislang“, sagt Volk, „werden wir die ambitionierten europäischen Ziele der EU für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft nicht erreichen können. Mithilfe neuer Technologien könnten wir dagegen Kunststoffabfälle als wertvollen Rohstoff aus aller Welt importieren und anstatt fossiler Rohstoffe nutzen.“

Ein Problem bei der Kreislaufführung von Materialien sei insgesamt, dass sich Produktdesigner noch viel zu wenig mit diesem Thema auseinandersetzen, betont Volk. „Das betrifft die Herkunft der eingesetzten Rohstoffe und Energien, die freigesetzten Emissionen bei der Verarbeitung und natürlich die Frage, was aus einem Produkt wird, wenn es einmal im Abfall landet.“ Um Deutschland in Sachen Kreislaufwirtschaft zum Technikvorreiter zu machen, will der THINKTANK „Industrielle Ressourcenstrategien“ deshalb neue Wege gehen und Begegnungen zwischen produzierender Industrie, Chemietechnik, Abfallwirtschaft und Politik realisieren. „Wenn die Kommunikation zwischen ‚Anfang‘ und ‚Ende‘ der Wertschöpfungskette funktioniert, dann können zukünftig innovative Prozesse entstehen, die eine echte Kreislaufwirtschaft ermöglichen“, so Dieter Stapf. „Der intensive Austausch im THINKTANK soll dazu beitragen, den Weg dafür zu ebnet.“ ■

Kontakt: dieter.stapf@kit.edu,
rebekka.volk@kit.edu

Pyrolyseprodukte aus aufbereiteten Gebäudedämmungen, Kunststoffen aus dem Automobil und Sortierresten von Verpackungsabfällen: Je weniger zähflüssig und je heller das Öl, desto besser ist die Qualität des Kondensats

Pyrolysis products from recycled building insulation, automotive plastics, and packaging waste sorting residues: The less viscous and the lighter the oil is, the better is the quality of the condensate

