BKV KUNSTSTOFF KONZEPTE VERWERTUNG

Kurzfassung

der Studie

„Bewertungsgrundlagen der Pyrolyse von gemischten Kunststoffabfällen“

Bearbeitet von:

Michael Zeller, Hans Leibold, Niklas Netsch, Frank Richter, Dieter Stapf
KIT

Im Auftrag von:

BKV GmbH

unterstützt durch:

Basell Polyolefine GmbH
BASF SE
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH
Covestro Deutschland AG
Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH
Evonik Performance Materials GmbH
Henkel AG & Co. KG a.A.
PlasticsEurope Deutschland e.V.
Unipetrol Center for Research and Education, a.s.
Verband der chemischen Industrie e.V.
Vestolit GmbH
Vinnolit GmbH & Co. KG
Vynova Wilhelmshafen GmbH

Hintergrund

Über den Werkstoff Kunststoff wird auf unterschiedlichen Ebenen diskutiert, insbesondere in Bezug auf gesetzliche Regelungen, die in Deutschland und Europa auf Kreislaufwirtschaft mit stofflicher Verwertung der Endverbraucherabfälle ausgerichtet ist. Hierzu gehören nicht nur die europäischen Produktabfallrichtlinien wie zum Beispiel die Packaging and Packaging Waste Directive (2018) und das Verpackungsgesetz von 2019. Ebenso wurden Strategien wie der „European Green Deal“ mit einem Aktionsplan für eine Kreislaufwirtschaft (2020) beschlossen.

Ein Fokus der Novellierungen und Strategien liegt auf der Intensivierung des Recyclings sowie der Erhöhung des Rezyklateinsatzes in Kunststofferzeugnissen. Bereits im Rahmen des Kreislaufwirtschaftspaketes von 2015 hat die EU-Kommission in 2018 die EU-Kunststoffstrategie, welche im „European Green Deal“ fortgeführt wird, veröffentlicht. Ein Ziel der EU ist der Einsatz von 10 Mio. t Rezyklate bis 2025. Selbstverpflichtungen der Industrie ergaben den Einsatz von 6,4 Mio. t (Nachfrage) gegenüber einem zugesagten Angebot von 11 Mio. t recycelten Kunststoff bis 2025. Die Circular Plastics Alliance (CPA) hat sich zum Ziel gesetzt, diese Lücke bis 2025 zu schließen.

Die Intensivierung und der Ausbau des mechanischen Recyclings von Kunststoff- bzw. kunststoffreichen Abfallströmen zeigt in vielen Fällen Erfolge, auch mit neuen Technologien. Gleichwohl kommen mechanische Verfahren für stark vermischte und heterogene Abfallströme an ihre Grenzen. Deshalb befasst sich die Kunststoffindustrie mit der Frage, ob Verfahren der chemischen Verwertung geeignet sind, kunststoffreiche Abfallströme durch thermolytische Verfahren, z. B der Pyrolyse, in Chemierohstoffe umzuwandeln und wieder für die Kunststoffherstellung zu nutzen. Hierbei stehen Abfallströme, die heute weitgehend energetisch genutzt werden, im Vordergrund.

In einer ersten Studie hierzu hatte das KIT (Karlsruher Institut für Technologie), im Auftrag von BKV und Plastics Europe untersucht, ob eine Wettbewerbsfähigkeit solcher Verfahren gegenüber einer energetischen Nutzung zu erwarten ist und in welchem technischen Entwicklungsstadium sich solche thermolytischen Verfahren befinden[1].

Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit der Frage, ob sich ausgewählte kunststoffreiche Abfallströme, die sich bisher nicht mechanisch verwerten lassen – wie etwa Leichtverpackungs-Sortierreste, Gewerbeabfälle aus der Bauabfallsortierung, Wärmedämmverbund-Systeme auf Basis extrudierten bzw. expandierten Polystyrols, Automobil-Shredderrückstand aus der mechanisch aufbereiteten Shredderleichtfraktion und Rückstand aus dem mechanischen Recycling von Elektro- und Elektronikschrott – zu Ölen und Gasen umsetzen lassen, die grundsätzlich für den Einsatz in der chemischen Industrie geeignet sind.

[1] Study “Thermal Processes for Feedstock Recycling of Plastics Waste”, KIT, Conversio, 2019

Ziel

In der Studie sollte die Umsetzbarkeit von heterogenen, kunststoffreichen Abfallströmen in der Pyrolyse untersucht werden. Als kunststoffrelevante Abfallströme kamen sechs verschiedene kunststoffhaltige Fraktionen zum Einsatz, die heute in Müllverbrennungsanlagen energetisch verwertet werden oder zu Ersatzbrennstoffen aufbereitet werden.

Untersuchungsrahmen

Alle der im Rahmen der Studie untersuchten Abfallströme wurden hinsichtlich ihrer Zusammensetzung charakterisiert (hinsichtlich der Elemente H, O, C, N, S, Halogene sowie Heizwert). Weiterhin wurden Massen- und Energiebilanzen erstellt sowie die Pyrolyseöle in ihrer Zusammensetzung grob charakterisiert. Die im Rahmen der Untersuchung verwendete Pyrolysetechnologie ist in der nachstehenden Abbildung 1 dargestellt.

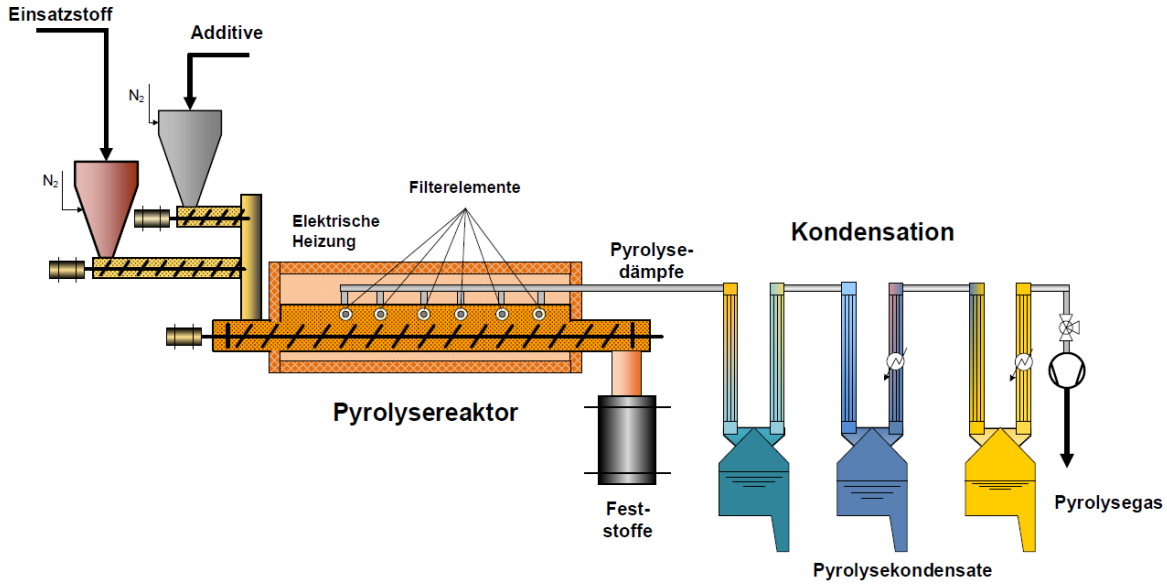

Abb. 1: Pyrolysereaktor mit Aufgabesystem, Heißgasfiltration und gestufter Kondensation der Pyrolysedämpfe.

Desweiteren wurde der für die Zersetzung benötigte Energieaufwand für die verwendeten Abfallströme bestimmt.

Ergebnisse

Für alle Pyrolyseprodukte, welche aus den zum Einsatz kommenden Abfallströmen resultieren, wurden Massenbilanzen erstellt. Die aus den jeweiligen Abfallströmen entstehenden Massenanteile sind in der unten stehenden Abbildung 2 dargestellt.

Die Ausbeuten der einzelnen Pyrolyseproduktfraktionen variieren in Abhängigkeit der Zusammensetzung des Einsatzstoffes. In der Regel lässt sich die Massenbilanz für einen Pyrolyseversuch bis auf wenige Prozentpunkte schließen.

Der Anteil an Pyrolysefeststoff liegt zwischen 10% und 30%. Diese Produktfraktion setzt sich aus einem Koks- und einem Inertanteil zusammen.

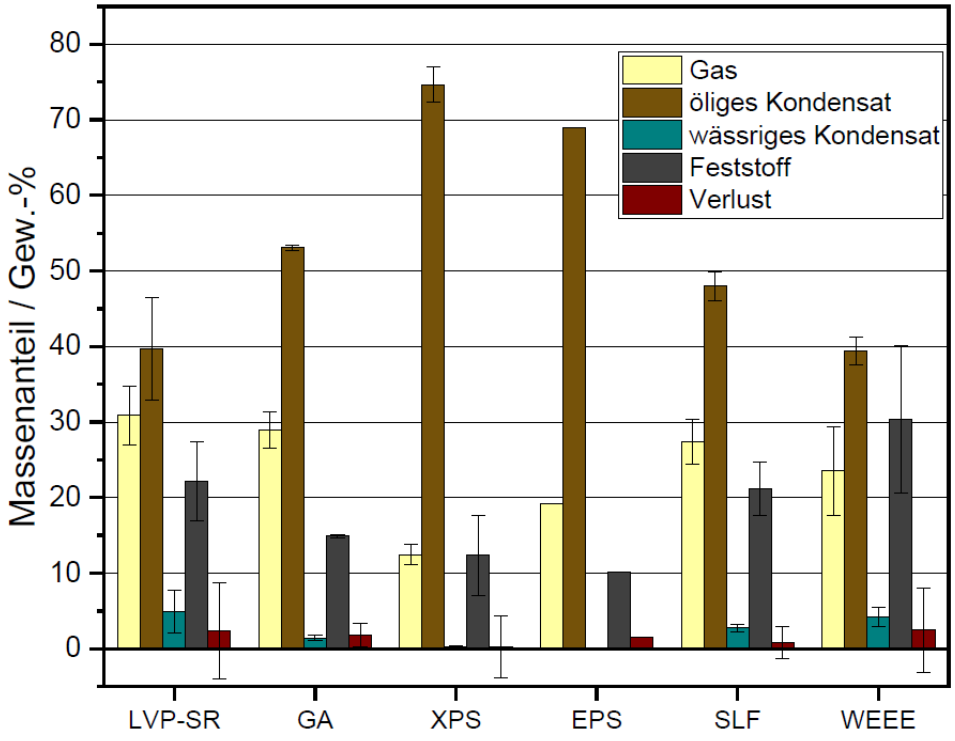

Abb. 2: Gemittelte Massenbilanzen für Pyrolyseversuche mit verschiedenen Einsatzstoffen

Erläuterung:
LVP-SR: Sortierreste aus der Leichtverpackungssammlung
GA: Gewerbeabfall
XPS, EPS: Dammstoffsystem auf Polystyrolbasis
SLF: Shredderleichtfraktion
WEEE: Elektroaltgeräteabfall (Waste Electrical Electronic Equipment)

Zwischen 40% und 75% der eingesetzten Menge sind als öliges Kondensat wiederzufinden. Als zweite Kondensatphase tritt eine wässrige Phase mit bis zu 5% der eingesetzten Masse auf.

Die Permanentgasfraktion macht zwischen 13% und 30% der Gesamtmasse aus.

Mindestens 50% des eingesetzten Kohlenstoffs ist in der öligen Phase wiederzufinden und steht somit grundsätzlich zur Wiedereinbringung in eine Wertschöpfungskette zur Verfügung.

Der Energieasufwand für das Schmelzen, Verdampfen und Pyrolysieren der Kunststoffe liegt mit ca. ~4% bis ~ 5% des Heizwertes der eingesetzten Abfälle auf relativ niedrigem Niveau.

Fazit

Im Rahmen der durchgeführten Arbeiten wurde die Pyrolyse unterschiedlicherheterogener kunststoffhaltiger Abfallströme untersucht. Dabei wurden solche kunststoffhaltigen Abfallströme verwendet, die bisher nur energetisch verwertet werden.

Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass alle ausgewählten Einsatzstoffe mittels Pyrolyse in stofflich nutzbare Produkte umgewandelt werden können. Die Ausbeute an öligem Kondensat, welches als Hauptprodukt der Pyrolyse angesehen wird, liegt bei den gewählten Versuchsparametern zwischen 40% und 75%.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Pyrolyse heterogener Abfallströme, welche aus der Praxis der jeweiligen Erfassungssysteme und deren Behandlungen entstehen, grundsätzlich ein mögliches Verfahren darstellt, um den stofflichen Wiedereinsatz der Pyrolyseöle und -gase zu ermöglichen. Allerdings besteht technologischer Entwicklungsbedarf hinsichtlich der Optimierung der Produkteigenschaften und der Prozessintegration. Dies gilt insbesondere für die Erhöhung der Technologiereife sowie die Größenskalierung mit einer Einbindung in bestehende chemisch-industrielle Wertschöpfungsketten. Letztlich können so das Kohlenstoffrecycling und die Energieeffizienz im Grundsatz maximiert werden.

Die komplette Studie kann über die Webseite der BKV GmbH kostenpflichtig für 500,-- EUR zzgl. MwSt. bestellt werden: https://www.bkv-gmbh.de/studien.html