

Machbarkeitsstudie zu Öl aus Kunststoffabfall

Arno Maurer, Gabriele Dörig, Jens Ulmer; IMP Kompetenzbereich Polymere Werkstoffe

Das chemische Recycling von Altkunststoffen ist eine Option, welche auch aus stark vermischten Kunststoffen noch verwertbare Produkte gewinnt. Das Pyrolyseverfahren von Mischkunststoffen stellt somit eine CO₂-emissionsarme Alternative zur Kehrichtverbrennung dar. Die Weiterverwendung des Pyrolyse-Öls gilt neben der energieeffizienten Anlagentechnik als ein Schlüsselement dieses Verfahrens. Ziel der Machbarkeitsstudie ist es, Basisdaten zur Konzeption und Auslegung eines Prozesses zur Umwandlung von Plastikabfall in Öl zu generieren. Dazu wurden eine Technologie-Recherche, Micro Scale-Vorversuche im Polymerlabor und eine Machbarkeitsabschätzung durchgeführt.

Kunststoffe in Siedlungsabfällen – verwertbare Fraktion

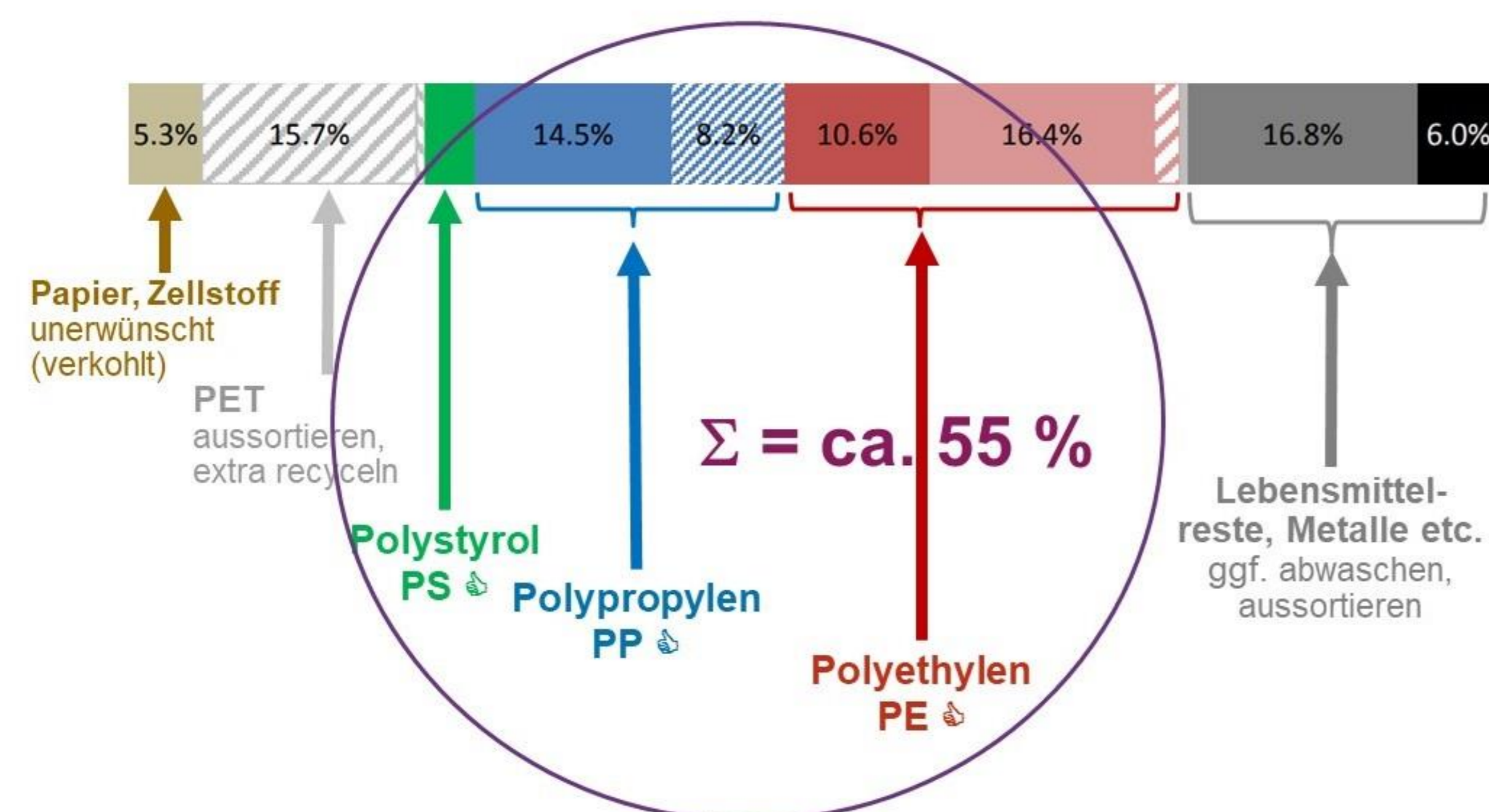


Abbildung 1: typische Zusammensetzung von Siedlungsabfall und verwertbare Fraktionen

Micro Scale-Vorversuche

Die Mikro-Pyrolyseversuche typischer Kunststoffabfallproben (PE-HD, PE-LD, PP, PET, PS) im Labor mittels DSC und TGA bei verschiedenen Parametern ergaben nützliche Basisdaten zur Auslegung eines Prozesses und Reaktors. Bei langsamem Aufheizen (2 K/min) zersetzen sich alle Polymere zwischen 350 und 500 °C vollständig, mit Ausnahme von PET. Alle Kunststoffe sind bei Pyrolysetemperatur schmelzflüssig, was eine geeignete Konstruktion des Reaktors erforderlich macht. Der Energieaufwand beträgt ca. 400 – 500 kJ/kg für die Pyrolyse, plus Aufheiz- und Schmelzenergie.

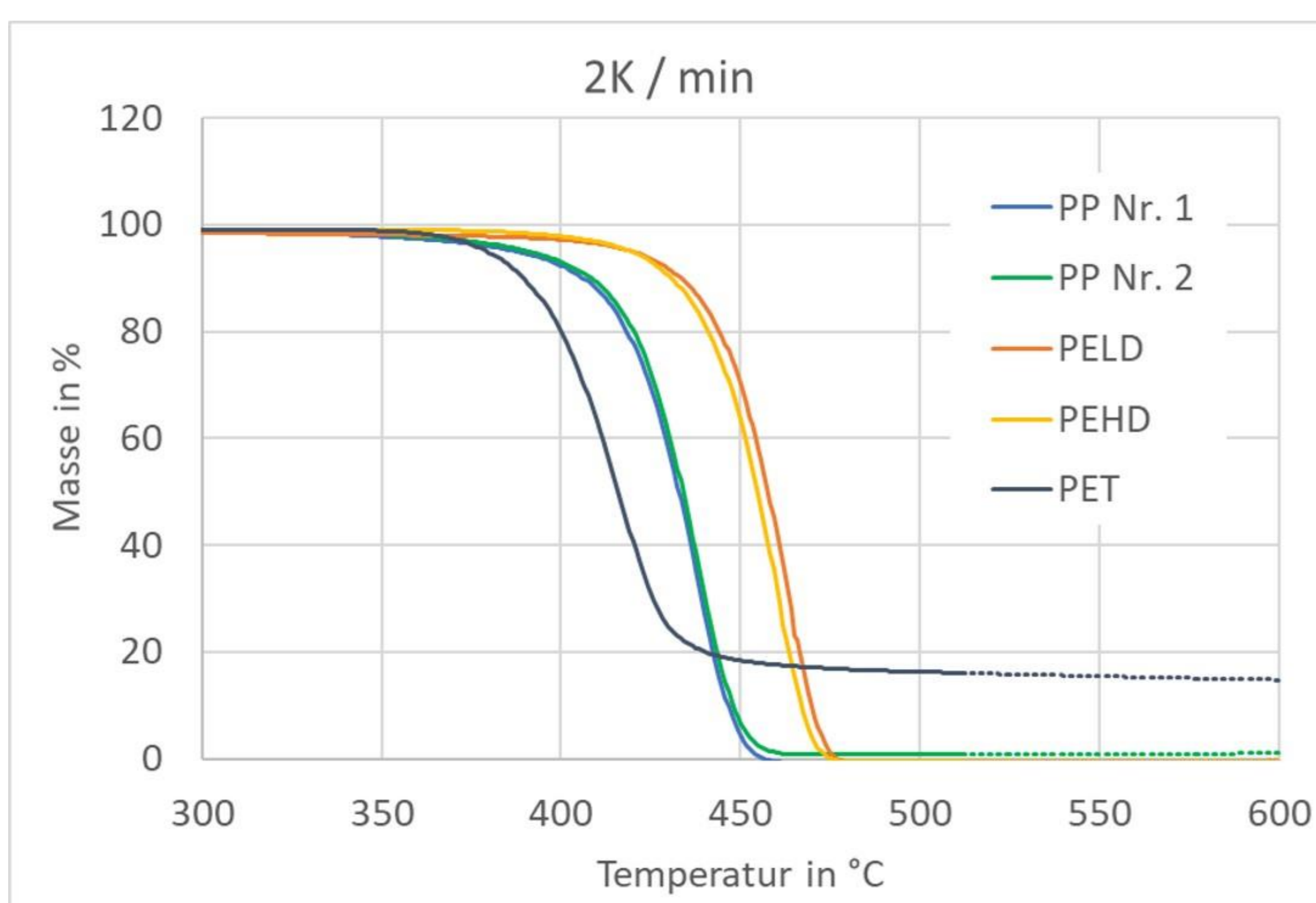


Abbildung 2: Gewichtsverlust verschiedener Kunststoffsorten bei der Pyrolyse, ermittelt durch TGA (Thermogravimetrische Analyse)

Dank und Förderung

Unser Dank gilt der STAVOLT AG für die interessante Aufgabenstellung, sowie der Innosuisse und dem HTZ für die grosszügige Förderung:

- Innosuisse Innovationsscheck Nr. 59520.1 INNO-EE
- Hightechzentrum Aargau, Machbarkeitsstudie, HTZ 10.01727.01.2

Stand der Forschung und Technik

Die Literatur- u. Marktstudie ergab, dass das Pyrolyseverfahren in der Forschung und Wirtschaft ausreichend belegt ist. Es wurde eine Reihe von Fachartikeln und Reviews ausgewertet sowie 15 geplante oder laufende Projekte im Vergleich betrachtet. Es wurde eine Vielfalt von Labor- und Pilotanlagen identifiziert, von denen bisher nur wenige produktiv sind, jedoch auch Grossprojekte, welche sich in Planung oder Bau befinden.

Verwendungsmöglichkeiten für das Pyrolyseöl

Die Literatur- und Marktstudie zu Verwendungsmöglichkeiten für das Pyrolyseöl ergab, dass eine Verwendung zum Kochen/Heizen praktikabel wäre, in dem das Produkt ohne weitere Aufarbeitung und direkt vor Ort zum Einsatz kommt. Andererseits wäre eine rein energetische Verwertung im Sinne der Kreislaufwirtschaft die schwächste Lösung. Ein Einsatz als Treibstoff (Diesel-Ersatz) für Motoren und Fahrzeuge scheint eingeschränkt möglich, mit einer nachgeschalteten Aufarbeitung des Öls. Ebenso bestehen z.T. lokale Märkte für Pyrolyseöl. In Industrieländern und bei Grossanlagen soll Pyrolyseöl in Raffinerien eingespeist werden, zur Produktion von Chemierohstoffen bzw. Neukunststoffen, womit sich die Wertschöpfungskette schliesst. Hochwertige Verwendungszwecke (Wachse, alpha-Olefine etc.) sind nachgewiesen, erfordern jedoch Fraktionierung oder spezielle Techniken (Vakuum, chemische Weiterverarbeitung) und sind z.T. durch Patente belegt.

Parameter für die Optimierung

Als Fazit der Machbarkeitsabschätzung kann festgehalten werden, dass die erzielbare Ölausbeute und das Öl/Wachs-Verhältnis im Einzelfall optimiert werden muss, da diese vom Prozessdesign und vom Temperaturprofil abhängt. Für eine hohe Ölausbeute und konstante Qualität sind ausschlaggebend Arbeiten unter Schutzgas, Abtrennung von Vorlauf und Auswahl/Vorsortierung des Einsatzmaterials. Als Empfehlung zur Auswahl und Aufbereitung des Einsatzmaterials kann gelten, dass die Gesamt-Polyolefinfraktion (PP, PE, ggfs. PS, Schichtverbunde) verwertet werden kann. PET sollte vorab aussortiert werden (manuell, Dichtentrennung) und kann separat gut stofflich verwertet werden. Papier, Verbundkarton, PVC etc. in grösseren Anteilen sollten ebenfalls entfernt werden; geringe Verschmutzungen, Metalle und Fremdstoffanteile sollten kein Problem sein. Zur Bewertung und Behandlung eventuell auftretender Risiken wurde zusätzlich eine Risikoanalyse durchgeführt, die einige Restrisiken im mittel-hohen Bereich auswies.

Ausblick

Im Ergebnis lässt sich das Vorhaben nun wesentlich besser bewerten. Die Innovation der vorliegenden Idee besteht darin, aus Kunststoffabfällen durch chemisches Recycling eine lokale Wertschöpfung in nutzbare Produkte zu erzeugen und damit gleichzeitig die Ausbreitung von Plastikmüll (Littering) zu verhindern. Ob der Prozess derzeit schon wirtschaftlich ist, hängt von den jeweiligen lokalen Gegebenheiten und Infrastrukturen ab. In den westlichen Ländern sind momentan Anlagen mit hohem Durchsatz sinnvoll, während z.B. im asiatischen Raum auch kleine und mittlere Anlagen geeignet wären.

