

FACTSHEET

Chemisches Recycling von Kunststoffabfällen

Chemisches Recycling – rohstoffliche Verwertung

Das chemische Recycling wandelt Kunststoffabfälle (Altpolymere) in neue Chemierohstoffe um und ersetzt damit fossile Rohstoffe (Öl und Gas). Man unterscheidet zwischen thermochemischen Verfahren und Solvolyseverfahren. Thermochemische Verfahren (Vergasung, Pyrolyse) lassen sich grundsätzlich auf alle Kunststoffsorten, Verbundmaterialien und gemischte Abfälle anwenden. Bei höheren Temperaturen werden die Polymerketten in kleine Moleküle gespalten. Die Produkte liegen in Form von Öl und Gas vor und können in chemischen Synthesen wie zum Beispiel zur Herstellung neuer Kunststoffe eingesetzt werden. Solvolyseverfahren (z. B. Glykolyse) dagegen lassen sich nur auf bestimmte Kunststoffe, die Kondensationspolymere, anwenden. Bei der Solvolyse gewinnt man aus dem Polymer seine Bausteine, die Monomere, zurück, aus denen wieder neues Polymer hergestellt werden kann. Die Qualität der chemische rezyklierten Kunststoffe entspricht der von Neuware.



Mechanisches Recycling – werkstoffliche Verwertung

Das mechanische Recycling beginnt mit dem möglichst sorten- und farbreinen Sortieren der einzelnen Kunststoffarten aus einem gesammelten Abfall. Die abgetrennten Kunststoffe werden danach gewaschen und wieder eingeschmolzen, um Granulat zur Herstellung von Recycling-Kunststoffprodukt zu erzeugen. Mechanisches Recycling lässt sich auf schmelzbare Kunststoffe anwenden, insbesondere Standard-Thermoplaste (z. B. Polyethylen und Polypropylen), die wenig Verunreinigungen und Additive enthalten. Duroplastische Kunststoffe und viele Verbundmaterialien (viele sogenannte technische Kunststoffe) scheiden aus. Die Qualität der mechanisch rezyklierten Kunststoffe ist abhängig vom Reinheitsgrad der Kunststoffprodukte im Abfall und geringer als die von Neuware. In sicherheitsrelevanten Bereichen oder aus hygienischen Gründen dürfen Rezyklate daher häufig nicht eingesetzt werden.

Schad- und Störstoffentfrachtung

Nahezu alle Kunststoffprodukte enthalten zur Erfüllung Ihrer Funktion Additive wie z. B. Farb- und Füllstoffe, Stabilisatoren, falls gefordert Flammschutzmittel, u.v.a.m.. Beim mechanischen Recycling verbleiben diese Inhaltsstoffe im Regranulat, es findet keine vollständige Entfrachtung statt. Beim chemischen Recycling dagegen werden die Abfallgemische chemisch zerlegt, sodass eine Abtrennung der Stör- und Schadstoffe erfolgen kann. Wertstoffe können zurückgewonnen werden, Schadstoffe können entsorgt werden.

Recyclingquote

Liegen thermoplastische Kunststoffabfälle sortenrein in hoher Qualität und geeigneter Form vor, dann können sie mechanisch rezykliert werden. Dies gilt für Teile der Verpackungsbfälle (z. B. PET-Flaschen aus Getrenntsammlung) oder viele industrielle Produktionsabfälle. Da dies bei den meisten Abfällen nicht der Fall ist, erfolgt beim mechanischen Recycling eine Trennung in hochwertigere, rezyklierbare und in niederwertigere Anteile. Letztere werden energetisch verwertet. Hierzu zählen in der Regel auch Produkte mit bereits hohem Recyklatanteil. Andere wichtige kunststoffhaltige Abfallströme wie z. B. Dämmstoffe aus dem Baubereich und Aufbereitungsfraktionen aus der Altfahrzeugverwertung und aus Elektro- und Elektronikabfälle sind stark vermischt, enthalten Additive oder bestehen aus nicht mechanisch rezyklierbaren Kunststoffen und werden deshalb nahezu vollständig energetisch verwertet. Hier setzt das chemische Recycling an, das in Ergänzung zum mechanischen Recycling die Recyclingquote signifikant erhöhen kann. Durch das chemische Recycling wird die energetische Verwertung (Verbrennung) vermieden, bei der nur ein geringer Anteil des Energieaufwands zur Kunststoffherstellung zurückgewonnen wird.

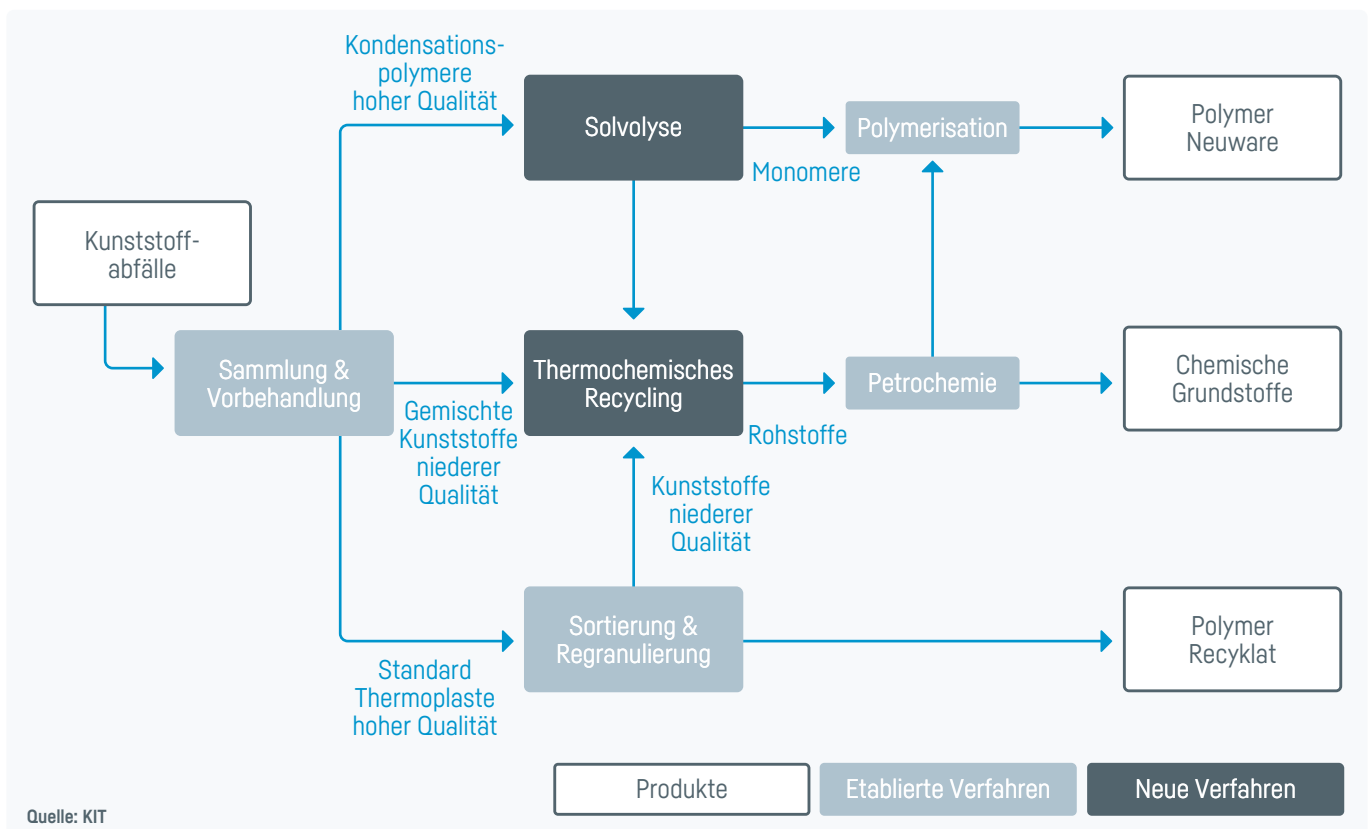
Energiebedarf und Treibhausgasbilanz

Der Energiebedarf zur Herstellung von Kunststoffen aus fossilen Rohstoffen liegt etwa beim doppelten der am Ende im Kunststoff chemisch gespeicherten Energie. Bei der energetischen Verwertung kann davon ein Teil zurückgewonnen werden. Beim Recycling wird nicht nur die im Kunststoff chemisch gespeicherte Energie zurückgewonnen, sondern auch der zusätzliche Energieaufwand zur Herstellung aus fossilem Rohstoff eingespart.

Mechanisches Recycling hat einen zusätzlichen Energiebedarf der Sortieranlage, des Waschens, und der Regranulierung. Jedoch wird beim mechanischen Recycling ein großer Anteil des Abfallinputs der Recyclinganlage aus den genannten Gründen verbrannt. Chemisches Recycling durch Pyrolyse oder Vergasung hat einen Energiebedarf bezogen auf den Energieinhalt des Abfalls. Auch bei thermochemischen Recyclingverfahren werden Nebenprodukte energetisch verwertet. Die energetische Verwertung der Nebenprodukte ist notwendig, um die Entsorgung der Reststoffe des mechanischen Recyclings und der abgetrennten Stör- und Schadstoffe des chemischen Recyclings gemäß den gesetzlichen Anforderungen sicherzustellen.

Stellt man mechanisches und chemisches Recycling für reale Abfälle einander gegenüber, ergeben sich daher keine grundsätzlichen Unterschiede in der Energierückgewinnung. Beide Ansätze sparen netto gegenüber der Kunststoffherstellung aus fossilen Rohstoffen signifikant Energie ein. Damit tragen beide Ansätze zur Senkung der Treibhausgasemissionen bei.

Der maximale Nutzen für Klima und Umwelt entsteht, wenn mechanisches und chemisches Recycling so kombiniert werden, dass die Recyclingquoten maximiert werden:



Technologiereife

Die Technologien des konventionellen mechanischen Recyclings sind bei Verpackungsabfällen etabliert und haben einen hohen Reifegrad. Lösemittelverfahren, die beim mechanischen Recycling eine Abtrennung bestimmter Inhaltstoffe aus bestimmten Kunststoffen ermöglichen können, haben bisher noch keine Einsatzreife erreicht.

Nach einer langen Entwicklungspause mit dem Ende der Ölkrise wurde die Entwicklung der komplexeren Technologien des chemischen Recyclings mit der Fokussierung auf den Klimawandel und die notwendige Reduktion der Treibhausgasemissionen in den letzten Jahren stark vorangetrieben. Wenige großtechnische Anlagen für Verpackungsabfallkunststoffe sind erfolgreich und dauerhaft in Betrieb. Die Weiterentwicklung dieser Technologien für die gemischten Abfälle in Ergänzung zum mechanischen Recycling und deren Maßstabsvergrößerung ist Gegenstand der Forschung. Hierfür werden Demonstrationsvorhaben zum Erreichen einer höheren Technologiereife benötigt. Diese sind auch für die ökonomische und ökologische Bewertung der Technologien auf Basis von Reallaboraten notwendig, um faktenbasiert Rahmenbedingungen für Recycling im Sinne der kreislaufwirtschaftlichen Zielsetzungen zu setzen.

Kontakt und weitere Informationen

Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf

Leiter

Institut für Technische Chemie (ITC)

Lehrstuhl für Hochtemperaturverfahrenstechnik

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1 • 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Dr. Christian Kühne

Geschäftsführer

THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

angesiedelt am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Campus West • Gebäude 6.36

Hertzstraße 16 • 76187 Karlsruhe

T +49 721 608-41368 • **M** +49 157 35711946

E christian.kuehne@kit.edu

www.thinktank-irs.de

Sitz der Körperschaft

Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

Datenschutzhinweis

Zur Erfüllung unserer Informationspflichten bezüglich der Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten verweisen wir auf unsere Datenschutzbestimmungen (<https://www.dsb.kit.edu/>).

Dort finden Sie auch Erläuterungen, wie Sie Ihre Rechte als Betroffener (z. B. Auskunfts-, Berichtigungs- oder Widerspruchsrechte) geltend machen können.