

White Paper von SÜDPACK

Chemisches Recycling

Februar 2021

Inhalt

Die Nachhaltigkeitsstrategie von SÜDPACK	3
Chemisches Recycling – Ein Überblick	5
Das Verfahren	5
Für welche Materialien eignet sich das chemische Recycling?	5
Die weiteren Vorteile des chemischen Recyclings	6
Relevanz für SÜDPACK und die Verpackungsindustrie	7
Wichtige, nicht rezyklierbare Materialien können nicht ohne Weiteres substituiert werden	7
Rezyklate aus mechanischem Recycling sind nicht für alle Anwendungen geeignet	8
Kreislaufwirtschaft	9
Die gesetzlichen Rahmenbedingungen in Deutschland und der EU	10
Status quo	11
Nachhaltigkeit ganzheitlich gedacht	12
LCA und CO ₂ -Fußabdruck	13
Ökologische Einordnung von Granulaten aus chemischem Recycling	13
Ökonomische Einordnung des chemischen Recyclings	14
Vision – Recycling aus Sicht von SÜDPACK	15
Verweise	18
Impressum	19

Die Nachhaltigkeitsstrategie von SÜDPACK

SÜDPACK ist führender Hersteller von High-Performance-Folien und Verpackungsmaterialien, die größtenteils für das Verpacken von Lebensmitteln sowie medizinischen und technischen Produkten eingesetzt werden. Das Thema Nachhaltigkeit ist seit jeher integraler Bestandteil der Unternehmensphilosophie – und die Unternehmensgruppe sich ihrer ökologischen, ökonomischen wie auch sozialen Verantwortung stets sehr bewusst und handelt danach.

Die aktuelle Roadmap für nachhaltige Folienverpackungen (oder Verpackungen, oder „nachhaltiges Verpacken“) beinhaltet im Wesentlichen zwei Handlungsstränge. Der erste Handlungsstrang, die Weiterentwicklung von effizienten und nachhaltigen Verpackungslösungen, die einen maximalen Produktschutz sowie zusätzliche Funktionalitäten bei minimalem Materialeintrag gewährleisten, zählt dabei schon immer zu den Kernzielen von SÜDPACK. Ziel ist es, den CO₂-Fußabdruck der Verpackungslösungen kontinuierlich weiter zu reduzieren.

Parallel dazu treibt SÜDPACK die Implementierung von geschlossenen Kreisläufen für Kunststoffverpackungen mit Hochdruck voran. Denn Kunststoffe sind auch künftig aus unterschiedlichsten Gründen für eine Vielzahl an Anwendungen unverzichtbar. Gegenüber anderen Werkstoffen bieten sie gerade im Bereich der Verpackung nach wie vor große Vorteile – und zwar in Bezug auf Funktionalität und Produktschutz, Gewicht wie auch eines geringen CO₂-Abdrucks entlang der gesamten Wertschöpfungskette. In dieser Hinsicht sind Verpackungen aus Kunststoffen oft die ökologisch und ökonomisch sinnvollste Alternative und Verpackungen aus anderen Materialklassen überlegen. SÜDPACK erachtet es als unabdingbar, dass Kunststoffverpackungen nach Gebrauch nicht mehr wie bisher als Abfall, sondern als eine wertvolle Ressource gesehen und entsprechend hochwertig verwertet werden. Daher setzt sich SÜDPACK für eine strikte und konsequente Sammlung und Behandlung von Kunststoffabfällen ein – erklärtes Ziel ist es, den Eintrag von Kunststoffabfällen in die Umwelt zu unterbinden. Die Entwicklung von Verpackungskonzepten, die recyclingfähig sind und nach Gebrauch wieder in wertvolle Werkstoffe umgewandelt werden können, muss also forciert werden. Ebenso können rezyklierte Post-Consumer Kunststoffe als Bestandteil der Verpackungen eingesetzt und so Kreisläufe geschlossen werden.

Die Etablierung des chemischen Recyclings als Recyclingalternative zum mechanischen Recycling ist ein zielführender Ansatz zum Ausbau einer Kreislaufwirtschaft für flexible Verpackungen. Das

Verfahren bietet Vorteile für gemischte und verschmutzte Kunststoffe ebenso wie für Verbundmaterialien, die nach heutigem Stand der Technik nicht mechanisch recycelt und daher nicht als wertvolle Werkstoffe wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden können. Aus diesen Materialien lässt sich durch chemisches Recycling hochwertiger Rohstoff gewinnen, der wiederum für die Herstellung von hoch-performanten Folien genutzt werden kann. Das chemische Recycling ist somit als ein neues, ergänzendes Verfahren zum klassischen, mechanischen Recycling und als innovativer Lösungsansatz für eine nachhaltige, zirkuläre Wirtschaft anzusehen.

Erste erfolgversprechende Konzepte hat SÜDPACK gemeinsam mit BASF und SABIC in den letzten Monaten bereits umgesetzt. Unter anderem wurde in der Presse ausführlich über die wegweisenden Kundenprojekte für Gutfried und Zott berichtet, in denen PA und PE aus chemischem Recycling in Hochleistungs-Folien eingesetzt wurden. Die hygienischen Folienverbund-Verpackungen zeichnen sich durch den gleichen, hohen Produktschutz und die Leistungsfähigkeit wie Neuware aus, doch sind sie deutlich ressourcenschonender (1) hergestellt.

Das Vertrauen, das SÜDPACK als Technologiepartner von Lieferanten und Kunden im Rahmen dieser ersten Projekte entgegengebracht wurde, ist dabei Ansporn und Verpflichtung zugleich. Konsequenter wird daher weiter an der Entwicklung von nachhaltigen Verpackungslösungen und an Lösungen gearbeitet, die die aktuellen wie künftigen Anforderungen hinsichtlich Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Recyclingfähigkeit erfüllen. Aufgrund der besonderen, hohen Anforderungen an Lebensmittelverpackungen würde insbesondere die Lebensmittelindustrie von der Anerkennung dieser Materialien in sehr hohem Maße profitieren und in diesem Sektor eine Kreislaufwirtschaft vermutlich erst ermöglichen: Zur Erreichung der geforderten Hygiene- und Barriereanforderungen (Produktschutz, Haltbarkeit und damit Vermeidung von Lebensmittelverderb) ist ein mehrlagiger Folienaufbau zwingend erforderlich. Dieser führt dazu, dass die Folien in der Regel nicht mechanisch recycelt werden können. Chemisches Recycling kann hier eine Lösung bieten.

Das vorliegende White Paper von SÜDPACK informiert umfänglich zum Thema „Chemisches Recycling“. Ebenso wie das Positionspapier, das SÜDPACK für unterschiedliche Interessensgruppen erstellt hat, ist es ein klares Bekenntnis für die Anerkennung des chemischen Recyclings als zusätzlichen Baustein für ein nachhaltiges Abfallmanagement und die Kreislaufwirtschaft.

Chemisches Recycling – Ein Überblick

Das Verfahren

Unter chemischem Recycling versteht man verschiedene Verfahren zur Umwandlung von Kunststoffen in Kohlenwasserstoffe mit kurzer Kettenlänge wie z. B. Hydrocracking, Depolymerisation, Solvolyse oder Gasifizierung. In der momentanen Diskussion wird das chemische Recycling jedoch meist synonym mit einem weiteren Verfahren, der Pyrolyse, verwendet. Der Einsatz der Pyrolyse für das Kunststoffrecycling erscheint sinnvoll, da das Verfahren einfacher mit gemischten Kunststoffabfällen und – in Grenzen – mit verunreinigten Abfällen umgehen kann (2).

Durch die Pyrolyse entstehen verschieden zusammengesetzte Kohlenwasserstoffmischungen, die nach der Fraktionierung und Aufbereitung als Grundstoffe für die Chemie- und damit auch für die Verpackungsindustrie genutzt werden können. Die Pyrolyse selbst gilt als vielfach erprobtes Verfahren – unter Ausschluss von Sauerstoff werden dabei in einem Hochtemperaturverfahren die Materialien zersetzt und in Pyrolyseöl und gasförmige oder auch feste Produkte umgewandelt. Im Vergleich dazu wird bei der Vergasung ein Synthesegas erzeugt, das erst in weiteren Prozessschritten zu Kohlenwasserstoffen umgesetzt werden muss. Bei der Solvolyse wiederum handelt es sich um eine Technologie, bei der die Polymerketten in Monomere zerlegt werden.

Die durch das chemische Recycling gewonnenen Rohstoffe kommen dann, wie fossile Rohstoffe, am Beginn der chemischen Produktionskette zum Einsatz, wodurch konventionelles Rohöl eingespart werden kann. Vereinfacht formuliert: Aus den Rohstoffen, die in einem solchen Prozess zurückgewonnen werden, lassen sich ressourcenschonend neue, hochwertige, vielseitig einsetzbare Kunststoffe herstellen. Das chemische Recycling ermöglicht es also, die Stoffe mittelbar wie auch indirekt in den Stoffkreislauf zurückzuführen.

Für welche Materialien eignet sich das chemische Recycling?

Das chemische Recycling ermöglicht grundsätzlich die rohstoffliche Aufbereitung von unterschiedlichen, auch teils verunreinigten, gemischten oder anderen Kunststoffen, die bisher nicht

durch mechanisches Recycling aufbereitet werden können. Das Verfahren ist zudem auch die Lösung der Wahl für die Wiederverwertung von hochkomplexen Mehrschichtfolien, die insbesondere in der Lebensmittelindustrie zum Verpacken unterschiedlichster Produkte üblicherweise zum Einsatz kommen. Diese Folien sind durch ihren Verbundaufbau hochfunktional und bieten bei minimalem Volumeneintrag (und infolgedessen auch minimalem Ressourcenverbrauch) einen optimalen Schutz der verpackten Güter. Jedoch sind solche Verbundfolien aufgrund ihres Aufbaus ebenfalls nicht für das mechanische Recycling geeignet und können daher nur durch chemisches Recycling wiederverwertet werden. Damit bietet sich das chemische Recycling als komplementäres Verfahren zu bestehenden Recyclingtechnologien an und ermöglicht so, Abfallströme, die bislang vor allem thermisch verwertet wurden, wieder zu Kunststoffen zu rezyklieren.

Die weiteren Vorteile des chemischen Recyclings

Das Material, das aus chemischem Recycling gewonnen wird, steht in Neuware-Qualität für die Herstellung von Hochleistungsfolien zur Verfügung, die sich auch für das Verpacken von anspruchsvollen Produkten mit hohen Qualitäts- und Hygieneanforderungen einsetzen lassen – ein essenzieller Aspekt, denn der Produktschutz besitzt nicht nur im Interesse einer nachhaltigen Umwelt- und Ressourcenschonung, sondern auch im Interesse der Menschen stets höchste Priorität.

SÜDPACK ist überzeugt, dass das chemische Recycling maßgeblich zur Erhöhung der Recyclingquoten und in der Verpackungsindustrie, dort insbesondere bei Anwendungen in Lebensmittelkontakt, zu einer Schließung des Kreislaufes zwischen Ver- und Entsorgungswirtschaft beitragen kann.

Der Recycling-Anteil selbst wird dabei über ein sogenanntes Massenbilanzverfahren nach einer von einem unabhängigen Auditor geprüften Methode den chemischen Verkaufsprodukten zugeordnet. Diese Vorgehensweise ist notwendig, da in großchemischen Industrieanlagen wie einem Cracker erhebliche Mengen Öl aus fossilen Quellen umgesetzt werden. Demgegenüber sind die Pyrolyseölmengen heute immer noch sehr gering. Aufgrund dieses kleinen Verhältnisses zwischen eingesetztem Pyrolyseöl und fossilem Naphtha in der Anlaufphase des chemischen Recyclings, muss ein Massenbilanzierungsansatz verwendet werden. Dabei werden die Mengen an fossilem Öl und Pyrolyseöl getrennt erfasst und anschließend wird der dem Pyrolyseöl zugehörige Recyclinganteil dem

Endprodukt rechnerisch zugewiesen. – Analog dem Ökostromprinzip, bei dem es allgemein akzeptiert ist, dass nicht konkret der Strom, der beim Verbraucher ankommt, nachhaltig ist, sondern dafür gesorgt wird, dass generell mehr Ökostrom in das nationale Stromnetz eingespeist wird.

Der Verzicht auf fossile Kohlenstoffquellen oder zumindest eine reduzierte Nutzung derselben kann insgesamt zu einer Verbesserung des CO₂-Fußabdrucks von Verpackungen und somit auch zur Reduzierung von Treibhausgasen führen. Hierzu trägt auch die Tatsache bei, dass sich Kunststoffprodukte aus chemisch recyceltem Material ebenso wie andere Kunststoffe nach dem Gebrauch erneut ohne Qualitätsverlust chemisch recyceln lassen. Dies ist ein zentraler Baustein auf dem Weg zur Dekarbonisierung der Verpackungswirtschaft.

Relevanz für SÜDPACK und die Verpackungsindustrie

SÜDPACK forciert die Anerkennung des chemischen Recyclings im deutschen Verpackungsgesetz, denn das Verfahren besitzt vor allem aus zwei wichtigen Gründen eine besonders hohe Relevanz:

- Wichtige, nicht rezyklierbare Materialien können derzeit nicht ohne Weiteres substituiert werden
- Der Einsatz von Rezyklaten aus mechanischem Recycling in der Lebensmittelverpackung ist nicht ohne weiteres möglich

Wichtige, nicht rezyklierbare Materialien können nicht ohne Weiteres substituiert werden

Als Hersteller von Hochleistungsfolien, die unter anderem für die Lebensmittelverpackung zum Einsatz kommen, kann SÜDPACK auf wichtige Materialien wie beispielsweise Polyamid (PA) in seinen Strukturen nicht verzichten, ohne Abstriche etwa beim Produktschutz machen zu müssen. So ist das Polymer PA derzeit als nicht mechanisch recyclingfähig eingestuft, jedoch für einige Verpackungsanwendungen aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften unabdingbar. Durch den Einsatz von Polyamid bieten Folien beispielsweise besseren Produktschutz in Bezug auf die Durchstoßfestigkeit – ein gängiges Beispiel betrifft die Herstellung von durchstoßfesten Verpackungen

für scharfkantige Produkte. Aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften wird Polyamid auch zum Downgauging von Folien eingesetzt. – So kann die Verpackungsmenge effektiv reduziert werden. Dadurch sind solche Folien wichtiger Bestandteil von zum Beispiel Beuteln für Mozzarella der Firma Zott oder tiefgezogene Vakuumverpackungen für die Fleischwurst von Gutfried.

Strukturen, die diese Werkstoffe enthalten, sind nach heutiger Klassifizierung mechanisch nicht rezyklierbar und können deshalb nach deren Einsatz nicht wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden. Sie lassen sich auch nicht ohne Weiteres durch alternative Konzepte, die als mechanisch recyclingfähig eingestuft sind, substituieren. Entsprechende Verpackungskonzepte (etwa Folien auf Basis von PP) stellen zwar eine Alternative dar, allerdings sind sie mit einem erhöhten Ressourceneinsatz verbunden und daher hinsichtlich Foliendicke, Gewicht, Komplexität und Kosten der Verpackung insgesamt nicht vergleichbar. Zudem entspricht dies nicht der Zielsetzung der europäischen Abfallhierarchie, die als oberstes Prinzip eine Reduzierung der Abfallmenge vorgibt.

Das chemische Recycling hingegen ermöglicht die Herstellung wertvoller Rohstoffe aus diesen Verbundmaterialien, die sich wiederum für die Fertigung von hoch-performanten Materialien einsetzen lassen. Zugleich besteht die Chance, dass auch für Verbundfolien, die zum Beispiel das Polymer PA enthalten, Kreisläufe geschlossen werden können.

Rezyklate aus mechanischem Recycling sind nicht für alle Anwendungen geeignet

Aufgrund der strengen Hygieneanforderungen der Lebensmittelverpackungs- wie auch der Medizingüterindustrie dürfen Rezyklate aus mechanischem Recycling ohnehin nur sehr bedingt in Folien und anderen Verpackungen für die unterschiedlichsten Produkte eingesetzt werden. Denn im Unterschied zum chemischen Recycling wird bei der werkstofflichen Verwertung, also mechanischem Recycling, die Polymerstruktur der Kunststoffe nicht verändert. Das Material bleibt also weitgehend erhalten. Für die Qualität dieses Materials ist es daher entscheidend, welche Eingangsmaterialien in welcher Qualität in den Kreislauf gelangen. Demnach basiert der Erfolg des mechanischen Recyclings vor allem auf der Qualität des Kunststoffes sowie einer optimalen Trennung der einzelnen Kunststoffsorten bereits beim Verbraucher wie auch nachgelagert in den Sortierungsanlagen der Entsorger.

Auch aufgrund der besonderen Anforderungen in Bezug auf Produktschutz und Barriereeigenschaften ist die Herstellung von Kunststoffverpackungen für sensible Füllgüter wie Lebensmittel und Medizinprodukte aus rein recyceltem Kunststoff deshalb momentan nicht denkbar. Allenfalls der Einsatz von PET-Flakes EFSA-zertifizierter Unternehmen ist in Verpackungsfolien erlaubt¹.

Ein weiterer Aspekt ist die Tatsache, dass Rezyklatware aus mechanischem Recycling oftmals nicht die Qualität aufweist, die für die einschlägigen Kunststoffverarbeitungsprozesse gefordert wird. So kommt es beispielsweise bei der Herstellung von Folien oft zu Verarbeitungsproblemen, die von minderer Produktqualität bis hin zur Unterbrechung des Prozesses reichen.

Hieraus folgt, dass Kunststoffe, die durch mechanisches Recycling gewonnen wurden, bis heute also meist in niedrigwertigere Produkte eingearbeitet werden. Es findet ein „Downcycling“ und nicht ein „Recycling“ im Sinne der Kreislaufwirtschaft statt. Durch das chemische Recycling würde diese Hürde genommen. – Mehr noch: Das chemische Recycling bietet das Potential eines Upcyclings, also aus minderwertigeren Anwendungen wieder Hochleistungskunststoffe herzustellen.

Kreislaufwirtschaft

Allein in Deutschland beziffert sich das Gewicht der jährlichen Plastikabfälle in Haushalten und in der Industrie auf insgesamt 6,3 Millionen Tonnen (3). Im internationalen Vergleich schneidet Deutschland gut ab – immerhin werden heute bereits rund 47 Prozent aller Kunststoffabfälle und etwa 39 Prozent der Post-Consumer-Abfälle einer stofflichen Verwertung zugeführt (3). 75 Prozent der Kunststoffverpackungen sind so konzipiert, dass sie per Definition recyclingfähig sind (4).

Mit der Verschärfung nationaler wie internationaler Gesetze und Regularien soll nun konsequent der „Kunststoffflut“ entgegengewirkt werden. Ein weiterer Ansatz betrifft die Etablierung

¹ In Deutschland stammen diese PET-Flakes in der Regel aus dem Materialkreislauf für PET-Getränkeflaschen. Sofern Rezyklat aus diesem Kreislauf für Verpackungen verwendet wird, kann nicht sichergestellt werden, dass das PET aus diesen Verpackungen im Rahmen der dualen Systeme auch wieder recycelt wird. Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft sollte dieses Rezyklat-PET weiterhin exklusiv für PET-Getränkeflaschen verwendet werden.

funktionierender Wertstoffkreisläufe für Kunststoffverpackungen. Um die Verfolgbarkeit des Fortschrittes bei der Umsetzung der formulierten Ziele zu gewährleisten, haben die EU sowie die nationalen Gesetzgeber für die Einführung der Kreislaufwirtschaft in der Verpackungsindustrie verschiedene volumen- sowie prozentbezogene Ziele definiert.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen in Deutschland und der EU

So zielt die Anfang 2018 veröffentlichte Kunststoffstrategie der Europäischen Kommission u.a. darauf ab,

- den Einsatz von Kunststoffen in der Verpackungsindustrie maßgeblich zu reduzieren,
- die Recyclingfähigkeit von Kunststoffverpackungen zu verbessern,
- den Anteil an Rezyklaten bei der Herstellung von Produktverpackungen zu erhöhen und
- eine funktionierende Kreislaufwirtschaft für Kunststoffverpackungen zu implementieren.

Diese Ziele wurden im Wesentlichen durch das Deutsche Verpackungsgesetz und die EU-Verpackungsrichtlinie 1994/62/EG untermauert bzw. konkretisiert. Demnach müssen in Deutschland durchschnittlich rund 60 Prozent der mittels gelbem Sack bzw. gelber Tonne bei den Privathaushalten gesammelten Kunststoffabfälle einer werkstofflichen Verwertung zugeführt werden. Ab Januar 2022 erhöht sich die Quote auf 63 Prozent. Für mehrschichtige Folienverbunde sowie Verbunde mit Kunststoffanteil, die aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften typischerweise in der Lebensmittel-, Pharma- und Medizingüterindustrie zum Verpacken zum Einsatz kommen, sieht das Gesetz eine Recyclingzuführungsquote in Höhe von 55 Prozent und ab dem 1. Januar 2022 in Höhe von 70 Prozent bezogen auf die Beteiligungsmenge vor.

Der Green Deal der EU, der 2019 präsentiert wurde, stellt eine Aktualisierung des Aktionsplans des Kreislaufwirtschaftspakets von 2015 dar. Im Rahmen einer freiwilligen Selbstverpflichtung sollen vor allem in ressourcenintensiven Sektoren wie dem Textil-, Bau-, Elektronik-, und Kunststoffsektor bis 2025 bei der Herstellung neuer Produkte zehn Millionen Tonnen Kunststoffrezyklate eingesetzt werden. Bis zum Jahr 2030 sieht das Strategiepapier die Wiederverwendbarkeit oder die kostengünstige Recycelbarkeit aller auf dem EU-Markt in Verkehr gebrachten Kunststoffverpackungen vor. Parallel wird angestrebt, dass nicht recycelbare Stoffe nicht mehr genutzt und Stoffe, die das Recycling erschweren, sukzessive ersetzt werden. Insgesamt soll bis 2030 die Recyclingquote

europaweit von derzeit 39 auf mehr als 50 Prozent steigen und die Sortier- und Recyclingkapazitäten gegenüber 2015 vervierfacht werden.

Die ambitionierten Quoten im Bereich Recycling sind jedoch mit herkömmlichen Verfahren wie dem mechanischen Recycling allein nicht zu erreichen – zumal dies, wie bereits geschildert, für eine Vielzahl an Materialien zurzeit auch noch nicht umsetzbar ist. Der alleinige Verzicht auf heute mechanisch nicht rezyklierfähige Materialien stellt aufgrund der zuvor beschriebenen Qualitäts-, Hygiene- und technischen Anforderungen keine nachhaltige Lösung dar. Das bedeutet, dass neben dem mechanischen Recycling weitere, innovative Technologien und Verfahren ergänzend etabliert werden müssen. Das chemische Recycling zählt dazu. Durch die Kombination verschiedener Recyclingverfahren könnten künftig deutlich mehr Kunststoffe als bisher verwertet und damit auch die anspruchsvollen Vorgaben der Gesetzgebung erfüllt werden.

Status quo

Grundsätzlich ist auf europäischer Ebene und den meisten Ländern dort das chemische Recycling dem stofflichen Recycling zugeordnet, solange es nicht zum Ziel hat, daraus Kraftstoffe herzustellen, sondern neue Produkte wie z. B. Kunststoffe. Damit ist das chemische Recycling generell als Recyclingverfahren anerkannt. Lediglich im deutschen Verpackungsgesetz (VerpackG) existiert eine Ausnahme, da dort für Kunststoffverpackungen aus haushaltsnahen Abfällen eine Quote für das werkstoffliche Recycling gefordert wird. Nach der momentan gängigen Auslegung wird das chemische Recycling nicht auf diese Quote angerechnet. In jedem Fall ist das chemische Recycling der thermischen bzw. energetischen Verwertung vorzuziehen.

Allerdings gelten sowohl das mechanische Recycling wie auch die energetische Verwertung (für bislang nicht mechanisch rezyklierbare Kunststoffe) als Verfahren, die fest etabliert und damit nach heutigem Stand der Technik als Standards gesetzt sind. Neue Technologien und Verfahren wie etwa das chemische Recycling müssen sich demnach stets mit diesen Standards messen und ihre ökologische Berechtigung im Markt durch entsprechende Nachweise untermauern. Zudem ist deren Umsetzbarkeit in industriellem Maßstab und besonders deren Wirtschaftlichkeit vor diesem Hintergrund ein Faktor,

der zwingend zu klären ist. Auch inwieweit das chemische Recycling wie auch das Massenbilanzverfahren zur Erfüllung der gesetzlichen Recyclingquoten beitragen können, muss definiert werden.

Auf europäischer Ebene gilt das chemische Recycling mittlerweile als anerkanntes Verfahren. Beispielsweise plant Großbritannien in einem Entwurf für das Gesetz über die britische Kunststoffsteuer Ausnahmen für Materialien, die im chemischen Recycling verarbeitet wurden (5). Deutschland hingegen hinkt dieser Entwicklung noch hinterher. Denn hierzulande wird das chemische Recycling zwar der stofflichen Verwertung zugeordnet, zählt aber nicht in die werkstofflichen Recyclingquoten mit ein.

Gemeinsames Ziel aller Prozessbeteiligten auf nationaler wie internationaler Ebene muss daher sein, die notwendigen technologischen wie auch regulatorischen Voraussetzungen zu schaffen, damit das chemische Recycling neben dem mechanischen Recycling als gleichwertige technische Alternative anerkannt wird. Neben der Berücksichtigung ganzheitlicher Lebenszyklusbetrachtungen und Ökobilanzen wie auch der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit zählt vor allem eine abfallrechtliche Anrechnung auf die Erfüllung der gegenwärtigen und zukünftigen (werkstofflichen) Recyclingquoten zu den relevantesten Aspekten.

Nachhaltigkeit ganzheitlich gedacht

Recycling muss grundsätzlich der Maßgabe des bestmöglichen Schutzes von Mensch und Umwelt entsprechen. Für die Beurteilung der Nachhaltigkeit bzw. des ökologischen Fußabdrucks von Materialien und Verpackungskonzepten ist aus Sicht von SÜDPACK ein ganzheitlicher Ansatz zielführend, der auch die Methodik des Life Cycle Assessment (LCA) einbezieht. Hierbei sollte berücksichtigt werden, dass durch Verpackungen weltweit dem Lebensmittelverderb vorgebeugt und die erforderliche Hygiene insbesondere bei empfindlichen Produkten gewährleistet wird. Die

Recyclingfähigkeit von Verpackungen ist dabei untrennbar mit den vorhandenen Recyclingstrukturen sowie mit dem Verbraucherverhalten verbunden. Denn es ist davon auszugehen, dass insbesondere die Recyclingstrukturen sich im Laufe der Zeit entsprechend der Volumenströme der einzelnen Materialien verändern werden. Des Weiteren ist zu beachten, dass innerhalb Europas unterschiedliche Recyclingstrukturen bestehen, die hinsichtlich der Volumenströme unterschiedliche Ausprägungen vorweisen.

LCA und CO₂-Fußabdruck

In den aktuellen Diskussionen zum Thema Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Reduzierung des Kunststoffeinsatzes wird häufig ausgeblendet, dass die Lebenszyklen von Verpackungen und Packgut eng miteinander verflochten sind. Der Anteil von Verpackungen am gesamten CO₂-Footprint von verpackten Lebensmitteln oder anderen Produkten jedoch ist vergleichsweise gering (6; 7). So beträgt deren Anteil am kumulierten Energieaufwand in der Regel nur fünf bis zehn Prozent, während 90 Prozent desselben durch Herstellung, Transport, Lagerung und Zubereitung der Lebensmittel selbst verursacht werden.

Zum chemischen Recycling liegen derzeit bereits Studienergebnisse vor, denen ein ganzheitlicher Ansatz zugrunde liegt und die im Folgenden kurz skizziert werden.

Ökologische Einordnung von Granulaten aus chemischem Recycling

Die Rohstoffindustrie hat bereits fundierte Lebenszyklusanalysen für die ökologische Einordnung von Granulaten aus chemischem Recycling vorgelegt (8; 9; 10). Sie untersuchen den ökologischen Fußabdruck dieser Materialien ausführlich und betrachten deren Auswirkungen ganzheitlich. Auch SÜDPACK zufolge ist es von besonderer Bedeutung, den Nutzen von Produkten über ihren gesamten Lebenszyklus und nicht nur deren Verwertbarkeit am Lebensende zu beurteilen. Denn am Beispiel der Lebensmittelindustrie zeigt sich, dass Kunststoffverpackungen Produkte schützen, die Verarbeitung von Produkten unter Umständen erst ermöglichen, deren Haltbarkeit zum Teil signifikant verlängern und damit auch dem Lebensmittelverderb vorbeugen können. Im Spannungsfeld zwischen der

Performance eines Packstoffes bzw. der daraus hergestellten Verpackung, der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten insgesamt sowie mit Blick auf eine funktionierende Kreislaufwirtschaft gilt es, Lösungen zu finden, die ganzheitlich betrachtet als positiv anzusehen sind. Ein Baustein hierfür stellt das chemische Recycling dar (11).

Die wesentlichen Erkenntnisse der bisherigen Studien im kurzen Überblick:

In der Regel werden Verbundmaterialien, die nicht dem mechanischen Recycling zugeführt werden können, der thermischen bzw. energetischen Verwertung zugeführt. Dies ist grundsätzlich bereits mit hohen CO₂-Emissionen verbunden. Werden Kunststoffe chemisch recycelt, verursacht dies im Vergleich zu der thermischen bzw. energetischen Verwertung deutlich weniger CO₂-Emissionen. Konkret in Zahlen ausgedrückt: Bei der Pyrolyse von Mischkunststoffabfällen werden rund 50 Prozent weniger CO₂ ausgestoßen als bei der thermischen Verwertung von Mischkunststoffabfällen (8).

Die Herstellung von Rezyklaten über chemisches Recycling (Pyrolyse) führt zu ähnlichen CO₂-Emissionen wie die Herstellung von Rezyklaten, die über mechanisches Recycling von gemischten Kunststoffabfällen hergestellt wurden. Bei diesem Vergleich wurde berücksichtigt, dass Kunststoffe aus dem chemischen Recycling in der Regel in Neuware-Qualität vorliegen, während Rezyklate aus dem mechanischen Recycling eine geringere Qualität aufweisen. Um diese Korrelation in der LCA abzubilden, wurde die „Circular Footprint Formula“ (12) angewendet: diese bietet einen Ansatz, die Qualität des Rezyklats im Ergebnis der LCA zu quantifizieren und so Materialien unterschiedlicher Güte vergleichbar zu machen (8).

Und – wie bereits ausgeführt: Je öfter chemisches Recycling betrieben wird, desto besser hilft es, den Kohlenstoff im Produktkreislauf zu halten – also zur Dekarbonisierung des Verpackungskreislaufs beizutragen. Damit werden CO₂-Emissionen reduziert und die Product Carbon Footprints insgesamt verbessert.

Ökonomische Einordnung des chemischen Recyclings

Die Pilotphase für das chemische Recycling im Bereich der Verpackungswirtschaft ist mittlerweile positiv abgeschlossen. Da derzeit allerdings erst in kleinem Maßstab produziert wird, ist das chemische

Recycling momentan noch teuer aufgrund fehlender Skaleneffekte. Zudem sind die Anforderungen an das chemische Recycling komplex, insbesondere an das Verfahren Pyrolyse – auch wenn es sich um ein bereits vielfach bewährtes und erprobtes Verfahren in anderen Industriebereichen handelt. Für die Verpackungsindustrie gilt demnach: Je unterschiedlicher bzw. heterogener die Kunststoffabfälle sind, umso komplexer wird der gesamte Prozess. Die Zusammensetzung und Beschaffenheit der Eingangsmaterialien wie auch deren Sortierung wirkt sich also unmittelbar auf die Effizienz, die Verfahrensführung und letztlich auch auf die Qualität der Rohstoffe aus, die aus diesen Materialien gewonnen werden können. Dennoch bietet das chemische Recycling bei ansonsten untrennbaren Materialverbunden deutliche Vorteile. Hier wird ein Recycling überhaupt erst möglich und die Verwertungswege Verbrennung und Deponierung können vermieden werden.

Eine breite Akzeptanz findet das chemische Recycling aus Sicht von SÜDPACK erst, wenn es auf das gleiche Niveau wie mechanisches Recycling gehoben werden kann. Nur so lassen sich entsprechende kritische Volumina im Markt erzielen – und die wirtschaftliche Umsetzbarkeit gewährleisten.

Vision – Recycling aus Sicht von SÜDPACK

Grundsätzlich sollte Kunststoffrecycling so hochwertig wie möglich erfolgen. Das Ziel: fossile Rohstoffe am Anfang der Wertschöpfungskette durch die Zurückgewinnung von Stoffen aus dem Abfallstrom zu ersetzen und entweder als Rezyklate in sinnvolle Anwendungen einzusetzen oder in wertvolle Rohstoffe umzuwandeln. Allerdings kann nur recycelt werden, was auch recyclingfähig ist und wofür die entsprechende Technik zur Verfügung steht. Im Vergleich zu den bereits fest etablierten und akzeptierten Recyclingkreisläufen für Papier, Leichtmetall und Glas erfordert aber die Vielfalt der Materialien, die unter dem Begriff Kunststoffe zusammengefasst sind, unterschiedliche Technologien und Verfahren.

Unbestritten ist heute, dass das chemische Recycling wie das mechanische Recycling zur Erfüllung der Recyclingquoten beitragen kann. Unbestritten ist auch, dass ein ganzes Bündel an unterschiedlichen Maßnahmen auf dem Weg hin zu einer höheren Nachhaltigkeit eher zielführend ist. Die aktuellen Tendenzen im Markt zeigen jedenfalls, wie unterschiedliche Initiativen, Innovationen und

Entwicklungen zur Bewältigung der aktuellen Herausforderungen beitragen können. Zu diesen zählen unter anderem

- die Entwicklung von ressourcenschonenden und zugleich recyclingfähigen Verpackungsmaterialien und Verpackungskonzepten
- die Reduzierung des Materialeinsatzes bei der Herstellung von Verpackungen
- die erfolgreiche Umsetzung erster wegweisender Pilotprojekte im Bereich des chemischen Recyclings und nicht zuletzt auch
- die weitere technologische Entwicklung des mechanischen Recyclings sowie die verstärkte Nutzung von Rezyklaten aus dem mechanischen Recycling. Diese Rezyklate dürfen jedoch aufgrund der Hygieneanforderungen nicht direkt mit dem Lebensmittel in Kontakt kommen und lassen sich daher – wenn überhaupt – nur bedingt in Verbundfolien und anderen Verpackungen für Lebensmittel einarbeiten. Hier ist die Industrie gefordert, tragfähige Konzepte für den Einsatz von Post-Consumer Material in Lebensmittelverpackungen zu entwickeln. Somit könnte der Rezyklatanteil in der Verpackungsindustrie insgesamt erhöht werden. Das unterstützt ebenfalls das Ziel, eine Kreislaufwirtschaft für flexible Verpackungen zu etablieren.

Wird das chemische Recycling als ergänzendes Verfahren zum mechanischen Recycling etabliert, erweitert sich das Recycling auf zusätzliche Abfallfraktionen, die bisher nicht sinnvoll mechanisch recycelt werden konnten. Das chemische Recycling ist demnach als große Chance zu verstehen, um die Anwendungsfelder zu verbreitern und künftig ohne Downcycling deutlich größere Mengen an Kunststoff wiederverwerten zu können. Denn: Wir gewinnen den Rohstoff zurück, aus dem Kunststoff gemacht wird – und nicht Rezyklate, die den hohen Anforderungen der Lebensmittelverpackungsindustrie nicht umfassend gerecht werden können. Das Material besitzt Neuwarequalität und kann demnach auch für Produkte wie Lebensmittelverpackungen zum Einsatz kommen. Dies gilt es zu fördern, soweit es ökobilanziell sinnvoll sowie wettbewerbsfähig und marktgerecht ist.

Damit das chemische Recycling, ergänzend zum mechanischen Recycling, einen Beitrag zur zirkulären Wirtschaft leisten kann, bedarf es allerdings einer technologieoffenen Auslegung des Abfallrechts. Änderungen der Rechtstexte sind hierfür nicht notwendig, da das Abfallrecht nicht vorschreibt, dass die stoffliche Verwertung technisch ausschließlich unmittelbar oder direkt durch mechanische

Verfahren erfolgen muss. Auch mittelbare bzw. indirekte Verfahren mit der Zwischenstufe einer chemischen Umsetzung wie beispielsweise Pyrolyse können zu neuen Kunststoffen führen und dadurch abfallrechtlich dem stofflichen Recycling zugeordnet werden.

In Bezug auf das deutsche Verpackungsgesetz vertritt SÜDPACK die Ansicht, dass eine gesetzliche Einordnung des chemischen Recyclings als ergänzendes Verfahren zum werkstofflichen Recycling auch einer ergänzenden Regelung zu der für das werkstoffliche Recycling bedarf.

Wichtig ist zudem, dass bei der Bewertung der anzuerkennenden Verfahren, wie bereits geschildert, eine ganzheitliche Betrachtung erfolgt, und zwar dahingehend, welches Verfahren für die unterschiedlichen Werkstoffe das nachhaltigste ist. Hierfür sollten Ökobilanzen, Lebenszyklusbetrachtungen sowie die Bewertung der Technologieentwicklung und ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit der jeweiligen Verfahren als Grundlage herbeigezogen werden.

Als Teil einer gesamten Wertschöpfungskette ebenso wie als Innovations- und Technologieführer fühlt sich SÜDPACK in besonderem Maße verpflichtet, neue Konzepte, Technologien und konkrete Lösungen zu entwickeln, die die Umwelt schützen. Das chemische Recycling gehört dazu – und wird daher mit Vehemenz vorangetrieben.

„Denn es ist genau die Art von Innovation, die wir künftig brauchen werden, wenn wir Kunststoff zu einem noch nachhaltigeren Rohstoff machen wollen. Wir sind Technologieführer in der Coextrusion von Hochleistungsfolien. Vor allem aber sind wir ein nachhaltiges Unternehmen. Daher müssen wir für jede unserer Verpackungslösungen eine Recyclinglösung haben. Das chemische Recycling besitzt tatsächlich das Potenzial, die Problematik rund um das Thema Kunststoffverpackungen zu entschärfen – vorausgesetzt, wir haben wirklich geschlossene Wiederverwertungskreisläufe“, bekräftigt Carolin Grimbacher, geschäftsführende Gesellschafterin von SÜDPACK, die auch für den Bereich Forschung & Entwicklung verantwortlich zeichnet.

Verweise

1. **N.N.** *Chemisches Recycling bei Mehrschichtbeuteln*. [Plastverarbeiter] 2020.
2. **Lechleitner, A., et al.** Chemisches Recycling von gemischten Kunststoffabfällen als ergänzender Recyclingpfad zur Erhöhung der Recyclingquote. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*. 2020, 72, S. 47-60.
3. **Lindner, C., Schmitt, J. und Hein, J.** *Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019*. Mainaschaff : Conversio Market & Strategy GmbH, 2020.
4. **IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen e. V.** Kunststoffverpackungsindustrie setzt sich ambitionierte Recyclingziele bis 2025 - FAQ: Allgemeine Fragen zu den Recyclingzielen. [Online] Dezember 2018. [Zitat vom: 05. 02 2021.] <https://newsroom.kunststoffverpackungen.de/wp-content/uploads/2018/12/Fragen-und-Antworten-Recyclingziele-Kunststoffverpackungsindustrie-2018.pdf>.
5. **United Kingdom Government: HM Revenue & Customs.** Draft Plastic Packaging Tax. London : s.n., 2020.
6. **ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.** *Potential packaging waste prevention by the usage of flexible packaging and its consequences for the environment*. Heidelberg : Flexible Packaging Europe (FPE), 2019.
7. **Flexible Packaging Europe (FPE), Part of AMS Europe e.V.** Flexible packaging prevents packaging waste. [Online] 2018. [Zitat vom: 05. 02 2021.] https://www.flexpack-europe.org/en/sustainability_start_2018/lightweight-flexible-packaging-saves-resources.html.
8. **BASF SE.** Lebenszyklusanalyse (LCA) für ChemCycling. [Online] 2020. [Zitat vom: 28. 01 2021.] <https://www.basf.com/global/de/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling/lca-for-chemcycling.html>.
9. **Broeren, M. und Bergsma, G.** *Exploration chemical recycling – Extended summary*. Delft : CE Delft, 2020.
10. **Quantis.** *Life cycle assessment of Plastic Energy technology for the chemical recycling of mixed plastic waste*. 2020.
11. **Agora Energiewende; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.** *Klimaneutrale Industrie - Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement*. Berlin : Agora Energiewende gGmbH, 2020.
12. **Wolf, M.-A., Boyano-Larriba, A. und Thellier, L.** The Circular Footprint Formula. *European Commission*. [Online] 2020. [Zitat vom: 04. 02 2021.] https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/TrainingCFF%20Circular%20Footprint%20Formula10Nov2020_final_corr.pdf.

Impressum

SÜDPACK Holding GmbH

Ecoformstr. 1

88416 Erlenmoos

Tel. +49 (0) 7352 / 925 – 01

Fax +49 (0) 7352 / 925 – 1100

info@suedpack.de

www.suedpack.de

Stand Februar 2021