

CMC² GmbH

Kunststoffe als Fundament für eine Defossilierungsstrategie und den Umbau der Energieversorgung

Veränderungen am Energiemarkt erfordern noch mehr Fokus auf Kreislaufwirtschaft und energetische Optimierung der Wertschöpfungskette von Kunststoffen

Autoren, Autorin:
Prof. Carsten Suntrup,
Dr. Thomas Wagner,
Clara Hiemer (alle
CMC² GmbH)

Die Chemie- und Pharmabranche unterstützt das Ziel, die Energieversorgung klimaverträglich, sicher, aber auch ökonomisch sinnvoll zu gestalten. Die Herstellung, Verarbeitung und Wiederverwertung von Kunststoffen nimmt dabei eine besonders zentrale Rolle ein. Der Weg zur Defossilierung von industriellen Prozessen muss nun deutlich schneller beschritten werden und erfordert auf allen Ebenen Technologiesprünge, die die Wertschöpfungsketten sowie historisch gewachsene Strukturen grundlegend verändern werden. Die Kunststoffbranche benötigt mit diesen neuen Rahmenbedingungen eine grundsätzliche Offenheit für neue Produktionsprozesse, neue Technologien und eine Innovationskultur, welche auf Nachhaltigkeit, Menschzentrierung und Resilienz in den Fertigungs- und Lieferketten setzt. Bereits zu Beginn der Produktentwicklungs-

phase muss hierbei das Konzept des nachhaltigen Designs im Mittelpunkt stehen, das die Entstehung von Abfällen weitestgehend vermeidet und eine idealerweise vollständige Wiederverwertbarkeit ermöglicht [1].

Die Kunststoffbranche steht vor großen Herausforderungen, aber auch motivierenden Entwicklungschancen, die eine enge Verknüpfung von Energiewirtschaft und Zirkularität der Wertstoffströme erfordern. Die Energie-Wertschöpfungskette durchläuft gegenwärtig ihre Transformation über 4 Stufen hinweg (siehe Abbildung 1 und die zugehörige Publikation [2]).

Die Transformation zur vollständig zirkulären Kunststoffwirtschaft ist hiermit eng verknüpft und lässt sich in drei Phasen gliedern, die eine Verknüpfung von Produktion, Produktnutzung und Produktentwicklung bedingen (siehe Abbildung 2).



Abb. 1

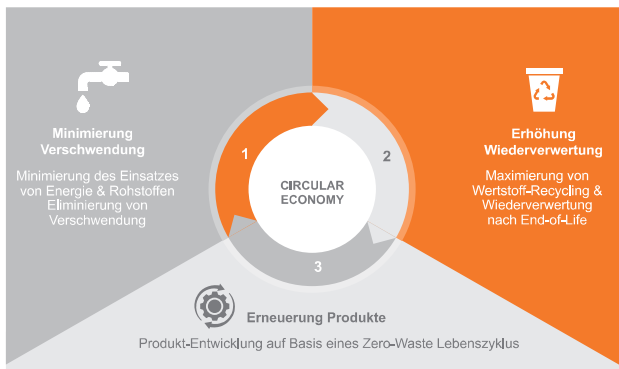


Abb. 2

Es ist davon auszugehen, dass der Bereich „Abfallentsorgung“ für eine Übergangsphase ebenfalls noch Optimierungen durchlaufen muss, bis die Verschwendung von Ressourcen im Zielzustand vollständig eliminiert wurde. Dies soll im Rahmen dieses Artikels nicht näher diskutiert werden.

Kreislaufwirtschaft als Schlüssel zur klimaneutralen Kunststoff-Wertschöpfungskette

In der EU wurden im Jahr 2021 insgesamt ca. 57,2 Millionen Tonnen Kunststoffe hergestellt, wovon le-

diglich ein Anteil von 5,8 Millionen Tonnen aus Recycling-Kreisläufen stammt. Ca. 29,5 Millionen Tonnen wurden als Abfälle erfasst [3], wovon nur ca. 9,9% Prozent über Recyclingverfahren wiederverwendet wurden. Von den 29,5 Millionen Tonnen Kunststoff-Abfall wurden 35% wiederverwertet, 23% deponiert und ein großer Anteil von 42% verbrannt, was völlig gegenläufig zu den Zielen der Reduzierung des CO₂-Footprints und der Eliminierung von Ressourcenverschwendung

ist. Kunststoffe, die das Ende ihrer Nutzungsdauer erreicht haben, müssen daher zukünftig nicht mehr als Brennstoff, sondern als wertvoller chemischer Energieträger betrachtet werden. Eine Studie der Agora Industrie geht davon aus, dass verbessertes Recycling und höhere Materialeffizienz sowohl kurz- als auch langfristig sehr viel ungenutztes Potenzial für den Übergang zu einer CO₂-neutralen Produktion von energieintensiven Produkten bergen. Allein im Bereich der Kunststoffherstellung könnten bis zum Jahr 2030 jährlich fossile Brennstoffe im Umfang von etwa 2,7 Milliarden Kubikmetern Gas und 149 Millionen Barrel Öl eingespart werden [4].



EREMA GROUP

YOURKEY

TO FULL RECYCLING SOLUTIONS



Machbarkeits- und Investitionsstudien



Engineering und Integration



Turnkey Projekte

Wir haben das Ganze im Blick. Egal ob sich Ihr neues Projekt mit Polyolefin- oder PET-Recycling beschäftigt. Damit am Ende das rauskommt, was man sich am Anfang erwartet, müssen alle einzelnen Prozess-Schritte perfekt aufeinander abgestimmt sein. Die richtige Sortier- und Waschanlage, die passende Wasseraufbereitung, der ideale Extruder. Profitieren Sie von der jahrzehntelangen Kunststoff-Recycling-Erfahrung der EREMA Gruppe.

www.keycycle.at

Strategische Nachhaltigkeits-Ziele für die Kunststoff-Industrie

Ausgehend von den Transformationsstufen der Energie- und Kreislaufwirtschaft lassen sich übergreifende strategische Ziele für die zirkuläre Kunststoff-Industrie ableiten:

Ziel-Beispiele zur Umsetzung der Stufe 1 (Eliminierung der Verschwendung von Ressourcen):

Minimierung des Energieverbrauchs bereits bei der Herstellung von Kunststoffen, durch Nutzung moderner energieeffizienter Produktionsanlagen.

Nutzung von grünen Energien für den Produktionsprozess, z.B. durch Nutzung von grünem Wasserstoff als Brennstoffersatz für Erdgas in energieintensiven Produktionsprozessen.

Optimierung des Rohstoff- und Hilfsstoffeinsatzes bei der Produktion, z.B. durch Nutzung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen für industrielle Prozesse als chemischer Grundstoff und Reaktionspartner (Power-to-Chemical).

Ziel-Beispiele zur Umsetzung der Stufe 2 (Erhöhung der Wiederverwertung):

Steigerung der stofflichen Nutzung von Kunststoffen aus dem mechanischen Recycling-Prozess, was beispielsweise im Bereich der Verpackungsmaterialien besonders stark im Fokus steht. So konnten im Jahr 2021 bereits 81 Prozent der Haushaltsverpackungen aus Kunststoff in Deutschland recycling- oder mehrwegfähig ausgelegt werden. Die Branche erzielt damit einen bedeutenden Fortschritt in Bezug auf ihr Ziel, die 90-Prozent-Marke bis zum Jahr 2025 zu erreichen [5].

Einstieg in die stoffliche Nutzung von Kunststoffen aus dem chemischen Recycling-Prozess

Dem chemischen Recycling kommt eine besondere energetische Bedeutung zu (siehe hierzu auch Tabelle 1). Beim chemischen Recycling werden Kunststoffabfälle zu nutzbaren Rohstoffen umgewandelt, die der chemischen und Kunststoffindustrie wieder als Neuware zur Verfügung gestellt werden können. Im sog. Pyrolyseprozess werden die Polymere thermisch zu kleinen Molekülen abgebaut und Störstoffe und Verunreinigungen können abgetrennt werden. Der Energiebedarf um ein Polymer aufzuheizen, thermisch zu spalten und die Pyrolyseprodukte zu verdampfen, liegt unter zehn Prozent des Heizwertes des Kunststoffes. Dies ermöglicht eine exzellente Energiebilanz, denn die wertvolle chemische Energie verbleibt zum größten Teil im Produkt und kann dem Gesamt-Wertstoffstrom erneut zugeführt werden [6].

Chemisches Recycling				
Lösungsmittelbasierte Methoden		Thermochemische Methoden		Enzymatische Methoden
Physikalische Auflösung der Kunststoffe	Chemische Depolymerisation Solvolyse	Pyrolyse Thermische Depolymerisation	Gasifizierung	In Vivo & In Vitro

Tab. 1

Ziel-Beispiele zur Umsetzung der Stufe 3 (Erneuerung von Produkten):

Designseitige Sicherstellung von vollständiger Sortier- und Trennbarkeit von Komponenten in Endanwendungen (z.B. bei TVs, Kühlschränken oder Möbelstücken)

Bauteilauslegung mit Monomaterial anstatt Multiwerkstoffverbunden

Gezielte Nutzung von sortenrein aufschmelzbaren Kunststoffen analog zum lang etablierten Beispiel von Polycarbonat in CDs und DVDs

Clevere Auswahl der Farbgebung für Kunststoffe nach dem Konzept der „Ewigkeitsfarbe“ [7]



Abb. 3

Unternehmerischer Mut und technologische Innovationen als Grundlage für den Erfolg der Defossilierungsstrategie

Neben der Verfolgung dieser strategischen Nachhaltigkeits- und Klimaziele sollte die Kunststoffindustrie auch die vielversprechenden technologischen Fortschritte in ihre langfristige Klima-Strategie integrieren. Bakterien und modifizierte Enzyme, die PET-Kunststoff in seine Grundbestandteile zerlegen können [8], sowie Bakterien, die CO₂ aus Stahlwerks-Abgasen in nützliche Chemikalien umwandeln [9] zeigen deutlich, wie weitreichend die Synergien

z.B. mit der Biochemie sein können. Wasserstoff, der aus dem Pyrolyseprozess gewonnen und weiterverwendet werden kann, während der anfallende Kohlenstoff zurückbehalten wird [10] und nachhaltige Häuser, erbaut aus Kunststoffabfällen [11] sind weitere Beispiele, die zunächst unternehmerischen Mut und Investitionen in R&D Projekte erfordern, in der Zukunft aber durchaus ökonomische Wettbewerbsvorteile bieten werden. Die Kunststoffbranche kann bei der längst begonnenen Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft als Speerspitze vorangehen und aus heutigem Science Fiction zukünftige Realität werden lassen.

LITERATUR

- [1] <https://plasticseurope.org/de/nachhaltigkeit/innovationen-fuer-die-zukunft/>
- [2] <https://www.chemanager-online.com/news/strategische-optionen-zum-umbau-der-energieversorgung>
- [3] Plastics Europe: Plastics – the Facts 2022, Okt. 2022
- [4] AGORA Industrie: Mobilisierung der Kreislaufwirtschaft für energieintensive Materialien, März 2022
- [5] IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen e.V., Bundesverband für Kunststoffverpackungen und Folien: Jahresbericht 2021/22
- [6] BKV GmbH: Thinktank und Kompetenzzentrum der Kunststoffindustrie, Report 2021/2022, Seite 22, Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf
- [7] <https://www.plastverarbeiter.de/verarbeitungsverfahren/kunststoffrecycling/wie-lassen-sich-farbige-kunststoffe-recyclen-700.html>
- [8] <https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/umwelt/plastikfressende-bakterien-koennten-muellproblem-loesen-13376222>
- [9] <https://www.scinexx.de/news/geowissen/bakterium-wandelt-co2-in-nuetzliche-chemikalien-um/>
- [10] <https://www.process.vogel.de/elektrolyse-ist-nicht-alles-stadtwerke-wollen-auch-pyrolyse-wasserstoff-a-1063311>
- [11] <https://plastics-themag.com/Sustainable-homes-made-from-plastic-waste>

ABBILDUNG 1: Ecosystem der nachhaltigen und klimaneutralen Energieverwendung; Quelle: eigene Darstellung

Daten-Quelle zur prozentualen Verteilung der regenerativen Energiequellen: Erneuerbare Energien in Deutschland - Daten zur Entwicklung im Jahr 2021, Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz

ABBILDUNG 2: Vereinfachtes Stufenmodell der zirkulären Kunststoffwirtschaft; Quelle: eigene Darstellung

ABBILDUNG 3: Zusammenwirken von generellen industrieübergreifenden strategischen Anforderungen mit den spezifischen Anforderungen an die Kunststoffindustrie; Quelle: eigene Darstellung

TABELLE 1: Chemische Recyclingverfahren für Kunststoffabfälle; Quelle: in Anlehnung an nova-Institut GmbH