



Dieses Dokument wird von folgenden Unternehmen und Institutionen getragen:



Eine Initiative der NRW-Landesregierung

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



CHEMISCHES RECYCLING – EINE EINORDNUNG

Positionspapier von IN4climate.NRW

Zur Umsetzung der Ziele des EU-Green Deals müssen Stoffkreisläufe für einen effizienten Ressourceneinsatz weiter geschlossen werden. Für Kunststoffe bedeutet das, dass sekundäre Kohlenstoffquellen als Alternative zu Erdöl und Erdgas erschlossen werden müssen: Der in den Kunststoffen enthaltene Kohlenstoff sollte möglichst lange in einem Kunststoffkreislauf gehalten werden.

Denn Kunststoffe werden zu wichtigen Produkten verarbeitet, wie etwa hygienische Verpackungen im Medizinbereich, die für die Energiewende benötigten Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen, Elektronik oder auch Hochleistungspolymere, die z. B. dafür eingesetzt werden, Autos leichter und trotzdem sicher zu machen. Das chemische Recycling ermöglicht eine Qualität der Rezyklate, die der von Primärkunststoffen gleicht.

Zusätzlich verhilft das Schließen von Stoffkreisläufen in Deutschland und der EU zu einer höheren Unabhängigkeit von der Bereitstellung von Rohstoffen (Primärrohstoffe und Rezyklate) aus anderen Staaten.

Hintergrund

Eine Herausforderung beim Wiederverwerten von Kunststoffen stellt insbesondere das Recycling gemischter Kunststoffarten dar. Verunreinigte Produkte oder solche, die sich aus unterschiedlichen Materialien zusammensetzen, eignen sich nicht für die werkstoffliche Verwertung. Einen Lösungsansatz, um auch hier die Kreislaufführung zu unterstützen, kann das chemische Recycling bieten, das die Polymerketten durch Wärmeeinwirkung spaltet. Die entstehenden Produkte können nach einer Aufbereitung wieder für die Herstellung neuer Kunststoffe genutzt werden.

Kunststoffrecycling und das Kreislaufwirtschaftsgesetz

Das derzeit geltende Kreislaufwirtschaftsgesetz sieht für Produkte am Ende ihrer Nutzungsphase vor, dass vorrangig Abfälle vermieden werden müssen (KrWG § 6 Abs. 1). Können Güter nicht reduziert, länger genutzt oder wieder- bzw. weiterverwendet werden, sollen diese bevorzugt recycelt werden. Ist auch dies nicht möglich, schließt sich eine sonstige (insbesondere energetische) Verwertung an. Als letzte Option bleibt die Beseitigung. Ein Ziel dieses Gesetzes ist es, die Materialstrukturen zu schonen bzw. hochwertig zu erhalten. Je tiefer die Stoffströme jedoch in der Hierarchie rutschen, desto kleiner werden oft die Bausteine und desto mehr Energie muss für die Herstellung von neuen Produkten aus diesen aufgewendet werden. Bezogen auf Kunststoffe bedeutet das, dass erst wenn die Produkte nicht mehr wiederverwendet werden können, sie der stofflichen und energetischen Verwertung zugeführt werden.

Dabei ist nach dem Prinzip der Abfallhierarchie die stoffliche Verwertung (= Recycling) vorzuziehen, da dieses Verfahren die Strukturen (Polymere, Monomere, Kohlenwasserstoffe) erhält. Wohingegen bei der energetischen Verwertung – in Müllverbrennungsanlagen oder als Ersatzbrennstoffe in Industrieprozessen – die Kohlenstoffverbindungen in energiearme Moleküle wie CO₂ und H₂O zersetzt werden und damit dem stofflichem Kreislauf nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Beseitigung, sprich Deponierung, von Kunststoffen ist in Deutschland nicht mehr zugelassen (< 0,6 % des Kunststoffabfalls) (Conversio 2020). Rezyklate werden vor allem in Verpackungen (24 % der Rezyklate) und dem Bau (43 % der Rezyklate) eingesetzt, wie zum Beispiel in Fenstern aus recyceltem Material, sowie in der Landwirtschaft (11 % der Rezyklate) (Conversio 2020).



Abbildung 1: Abfallhierarchie nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG § 6 Abs. 1)

Chemisches Recycling als Alternative zur thermischen Verwertung

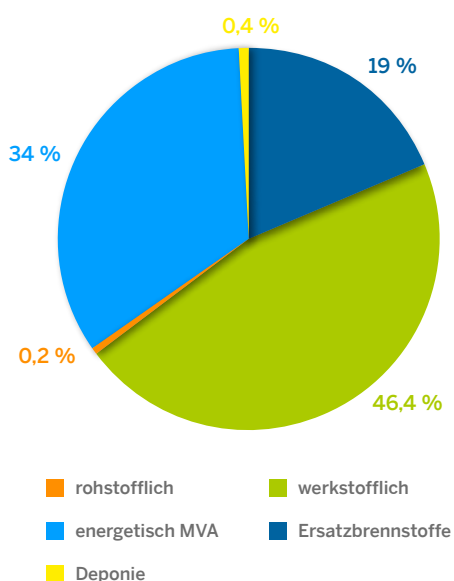


Abbildung 2: Verwertung von in Deutschland anfallenden Kunststoffen, inklusive Verwertung in anderen Ländern (Conversio 2020)

Um den Kohlenstoffkreislauf weiter zu schließen, gilt es, den Anteil der energetischen Verwertung von Kunststoffen soweit es geht zu reduzieren. Gleichzeitig bedarf es einer Ausweitung der stofflichen Verwertung, die darauf abzielt, den Kohlenstoff mittel- bis langfristig in Produkten zu binden. Ein Recycling bezieht sich in diesem Sinne nach dem Verständnis von IN4climate.NRW nur auf die Produktion von neuen Kunststoffen und schließt die Herstellung von Kraftstoffen aus, da der Kohlenstoff als Kohlendioxid den Kunststoffkreislauf verlässt.

Zurzeit besteht die stoffliche Verwertung in NRW fast ausschließlich aus dem werkstofflichen Recycling. Damit dabei eine hohe Qualität des zurückgewonnenen Sekundärrohstoffes erreicht werden kann, ist eine sortenreine Trennung der Kunststoffe Grundvoraussetzung (UBA 2020). Zwar kann der Anteil des werkstofflich recycelbaren Kunststoffs perspektivisch durch Maßnahmen zum Produkt- und Verpackungs-

design, die Optimierung von Trennverhalten und Sammellogistik und durch neue Sortier- und Aufbereitungstechnologien erhöht werden (IN4climate.NRW 2020). Eine vollständige stoffliche Verwertung wird auf diese Weise jedoch nicht realisierbar sein. Es wird weiterhin Kunststoffprodukte geben, die bspw. aufgrund bestimmter Zusätze oder aufgrund komplexer Strukturen nur mit unzumutbarem Aufwand werkstofflich verwertbar wären.

Eine Möglichkeit, diese Lücke zu schließen, bietet chemisches Recycling (rohstoffliches Recycling). Diese Form der Verwertung hat das Potenzial, komplexe oder verschmutzte Kunststoffabfälle, die nicht werkstofflich verwertet werden können, in neue Kunststoffprodukte zu überführen (UBA 2020). Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Verfahren eine Ausschleusung von Schadstoffen aus dem Kreislauf ermöglichen (UBA 2020).

Erste Life Cycle Assessments zeigen, dass das chemische Kunststoffrecycling im Vergleich zu einer energetischen Verwertung in Müllverbrennungsanlagen einen positiven Effekt auf die entstehenden CO₂-Äquivalente hat (Lazarevic et al. 2010). Vorläufige Abschätzungen sprechen der Pyrolyse schon heute ein robustes Potenzial zur Reduktion der entstehenden Treibhausgase zu: Im Vergleich zur energetischen Verwertung in Müllverbrennungsanlagen ist eine Einsparung von 0,55 – 1,44 Kilogramm CO₂-Äquivalenten je Kilogramm verwertetem gemischtem Kunststoffabfall möglich (IN4climate.NRW 2020). Dieses Potenzial wird mit dem Anteil von Erneuerbaren Energien am benötigten Strom zukünftig weiter steigen. Für eine abschließende Bewertung werden die Erkenntnisse zu Energiebedarf und Zusammensetzung der Pyrolyseerzeugnisse aus den Demonstrationsvorhaben benötigt.

Auch gegenüber dem Einsatz von CO₂ aus der energetischen Verwertung über die CCU-Route als alternative Kohlenstoffquelle ist das chemische Recycling vorteilhaft: Dadurch, dass beim chemischen Recycling Bausteine der Kunststoffe als Kohlen(wasserstoff-)verbindungen, Monomere oder kurzkettige Polymere erhalten bleiben, werden weniger Prozessschritte benötigt als bei der Synthese von Kunststoffen aus Wasserstoff und CO₂ aus der energetischen Verwertung.

Technologien

Eine mögliche Technologie für das chemische Recycling ist die Pyrolyse (IN4climate.NRW 2020). Sie ist ein bereits seit langem bestehendes Verfahren, bei dem Stoffe unter Ausschluss von Sauerstoff thermisch behandelt werden. Dabei werden die Kunststoffe aufgespalten, in eine gasförmige Phase überführt und anschließend zu einem Pyrolyseöl kondensiert. Dieses Pyrolyseöl kann als Rohstoffbasis für neue Kunststoffe dienen und somit fossile Primärrohstoffe ersetzen. Das Kunststoffrecycling auf Basis von Pyrolyseöl steht kurz vor der Marktreife. Zurzeit wird in mehreren bereits laufenden und geplanten Demonstrationsanlagen (z. B. BASF 2020; BASF, Quantafuel, REMONDIS 2021; bp, Sabic 2021; OMV Group 2020; Jendrischik 2021) das Verfahren optimiert und detailliert ökologisch bewertet. Neben der Pyrolyse werden zudem auch Verfahren der Depolymerisierung wie die Solvolyse und Hydrogenolyse (weiter-)entwickelt.

Trotz der aufgezeigten Vorteile ist das chemische Recycling aus Sicht des Umweltbundesamtes dem mechanischen für sortenreine Abfallströme ökologisch unterlegen (UBA 2020) und soll daher das mechanische Recycling ergänzen, wo dieses technologisch und ökonomisch an seine Grenzen kommt. Chemisches Kunststoffrecycling kann jedoch als Substitution der energetischen Verwertung und als Ergänzung zum mechanischen Recycling dazu beitragen, den Kohlenstoffkreislauf insgesamt weiter zu schließen und den Bedarf an fossilen Rohstoffen in der chemischen Industrie schrittweise auf null zu reduzieren (UBA 2020). Aufgrund der positiven Abschätzungen in Studien und der Erkenntnisse aus laufenden Demonstrationsanlagen gilt es daher im nächsten Schritt, das Kunststoffrecycling auf Basis von Pyrolyseöl in die Marktreife zu heben. Chemisches Recycling kann für langlebige Produkte und auch für kurzlebige Produkte wie Verpackungen an Bedeutung gewinnen, die trotz konsequentem Produktdesign nicht werkstofflich recycelt werden können. Für diesen Anwendungsbereich sollte schon jetzt geprüft werden, wie neben der Quote für ein werkstoffliches Recycling im Verpackungsgesetz auch die Verwertung durch chemisches Recycling ausdrücklich berücksichtigt werden kann.

Literatur

- BASF** 2020: ChemCycling by BASF. Abgerufen unter: <https://www.in4climate.nrw/best-practice/2020/chemcycling-by-basf/>, 21.05.2021.
- BASF; Quantafuel; REMONDIS** 2021: BASF, Quantafuel and REMONDIS want to cooperate on chemical recycling of plastic waste. Abgerufen unter: <https://www.basf.com/global/en/who-we-are/sustainability/whats-new/sustainability-news/2021/basf-quantafuel-and-remondis-want-to-cooperate-on-chemical-recycling-of-plastic-waste.html>, 21.05.2021.
- bp; Sabic** 2021: Beide Unternehmen fördern Kreislaufwirtschaft am Petrochemie Standort: bp und SABIC starten Partnerschaft für Produkte aus fortschrittlichem Kunststoffrecycling in Gelsenkirchen. Abgerufen unter: https://www.bp.com/de_de/germany/home/presse/pressemitteilungen/partnerschaft-sabic.html, 21.05.2021.
- Conversio** 2020: Kurzfassung der Conversio Studie Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019. Mainaschaff.
- IN4climate.NRW** 2020: Chemisches Kunststoffrecycling – Potenziale und Entwicklungsperspektiven. Ein Beitrag zur Defossilisierung der chemischen und kunststoffverarbeitenden Industrie in NRW. Ein Diskussionspapier der Arbeitsgruppe Circular Economy. Gelsenkirchen.
- Jendrischik, M.** 2021: Wie Pyrum mit BASF den Durchbruch bei der Reifen-Pyrolyse schaffte. Abgerufen unter: <https://www.cleant-hinking.de/wie-pyrum-mit-basf-den-durchbruch-bei-der-reifen-pyrolyse-schaffte/>, 21.05.2021.
- KrWG § 6 Abs. 1, Kreislaufwirtschaftsgesetz** vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 2 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.
- Lazarevic, D.; Aoustin, E.; Buclet, N.; Brandt, N.** 2010: Plastic waste management in the context of a European recycling society: Comparing results and uncertainties in a life cycle perspective. Resources, Conservation and Recycling, 55(2), S. 246-259.
- OMV Group** 2020: ReOil: 200,000 kg of plastic waste recycled with OMV's circular economy pilot project. Abgerufen unter: <https://www.omv.com/en/news/reoil-200-000-kg-of-plastic-waste-recycled-with-omv-s-circular-economy-pilot-project->, 21.05.2021
- UBA** 2020: Hintergrundpapier Chemisches Recycling. Dessau-Roßlau.

IN4climate.NRW lebt von der Diskussion und den verschiedenen Standpunkten der beteiligten Unternehmen und Organisationen. IN4climate.NRW versteht sich nicht als Verband, der die Interessen seiner Mitglieder aktiv in der Politik vertritt. Die Initiative stellt eine Plattform zum Meinungsaustausch und Diskurs dar. In diesem Umfeld entstehen Papiere und Ausarbeitungen, die von einzelnen Mitgliedern erarbeitet, diskutiert und ausformuliert werden. Andere Mitglieder können sich in einem strukturierten Prozess den Ergebnissen oder Diskussionsbeiträgen explizit anschließen und das Dokument mittragen. Alle IN4climate.NRW-Mitglieder, die sich zu einer Unterzeichnung explizit entschlossen haben, werden transparent aufgeführt. Dies erlaubt aber keine Aussage zur Positionierung anderer nicht aufgeführter IN4climate.NRW-Mitglieder. Die Geschäftsstelle von IN4climate.NRW stellt Transparenz und Beteiligungsmöglichkeiten sicher.



Kontakt: IN4climate.NRW
Munscheidstraße 14
45886 Gelsenkirchen
+49 209 40 85 99-0
post@in4climate.nrw
www.in4climate.nrw

Bibliographische Angaben

Herausgeber: IN4climate.NRW GmbH
Veröffentlicht: Juni 2021
Koordination: Dr. Iris Rieth (IN4climate.NRW)
Kontakt: iris.rieth@in4climate.nrw

Bitte zitieren als: IN4climate.NRW (Hrsg.) 2021:
Chemisches Recycling – Eine Einordnung.
Positionspapier von IN4climate.NRW.
Gelsenkirchen.