

Positionspapier

Chemisches Recycling: Ein zusätzlicher Baustein für nachhaltiges Abfallmanagement und zirkuläre Wirtschaft

Hintergrund

Das Interesse am chemischen Recycling gewinnt aktuell an Bedeutung, was zahlreiche Projekte und Forschungsvorhaben in Industrie und Wissenschaft belegen. Es kann sich – speziell in Deutschland – zu einem weiteren Baustein für eine funktionierende nachhaltige zirkuläre Wirtschaft entwickeln. Voraussetzung ist, dass es dem „klassischen“ werkstofflichen Recycling (= mechanisches Recycling) ergänzend an die Seite gestellt wird. Durch chemische Recycling-Verfahren können zusätzliche Abfallströme für das Recycling erschlossen werden, die bisher im Wesentlichen energetisch verwertet werden. Dadurch kann auch der Anteil des werkstofflichen Recyclings erhöht werden.

Dies kann allerdings nur gelingen, wenn dem chemischen Recycling im Bereich des Abfallrechts die notwendigen Freiheitsgrade eingeräumt werden. Ausschließende Vorfestlegungen – beispielsweise hinsichtlich der Anrechnung auf die relevanten abfallrechtlichen Verwertungsquoten – sind kontraproduktiv.

Zielrichtung des Positionspapiers¹

Für das chemische Recycling als Technologie gibt es keine abfallrechtliche Legaldefinition. Aktuell kursieren unterschiedliche Auslegungen und Sichtweisen zum chemischen Recycling. Mit diesem Positionspapier legen wir einen Vorschlag zur systematischen und abfallrechtlichen Einordnung des chemischen Recyclings vor und liefern damit einen Beitrag zur Klärung.

Bisherige Sichtweisen und Lesarten der Gesetzestexte müssen zum Teil neu überdacht und (technologie)offener gestaltet werden. Einer Änderung des Abfallrechts bedarf es hierzu aus unserer Sicht im Grundsatz nicht.

¹ Das vorliegende Positionspapier befasst sich im Wesentlichen mit der systematischen und der abfallrechtlichen Einordnung des chemischen Recyclings. Weitere Aspekte von Forschung und Technologie, Ökobilanzen und Lebenszyklusbetrachtungen sowie zu den zahlreichen rohstoffrelevanten Aspekten des chemischen Recyclings, wie z. B. Entwicklung geeigneter Allokationsmodelle der Massenströme, sind separat zu behandeln.

Zur Systematik

Die „klassische“ Sichtweise des Recyclings setzt das werkstoffliche Recycling aufgrund etablierter technischer Verfahren in der Regel mit dem mechanischen Recycling gleich (= „klassisches“ werkstoffliches Recycling). Ebenso wird das chemische Recycling mit dem rohstofflichen Recycling gleichgesetzt. Dies ist aber weder technologieneutral noch abfallrechtlich gefordert. Bei geeigneten Voraussetzungen können auch chemische Recycling-Verfahren abfallrechtlich dem werkstofflichen Recycling zugerechnet werden und müssen dann konsequenterweise auch auf die entsprechenden werkstofflichen Recyclingquoten angerechnet werden.

So gibt es aus systematischer Sicht zwei unterschiedliche, voneinander unabhängige Betrachtungsebenen: die abfallrechtliche und die technische Betrachtungsebene.

Folgende – in dem Positionspapier näher erläuterten – Überlegungen und Begrifflichkeiten werden hierfür zu Grunde gelegt:

Für eine technologieneutrale Einordnung des chemischen Recyclings muss unterschieden werden zwischen

1. **abfallrechtlicher Betrachtungsebene des Recyclings**, in der die Einstufung der Abfallverwertung basierend auf dem Zweck² der Abfallaufbereitung, d. h. der Art der Materialsubstitution³, festgelegt wird (**werkstofflich oder rohstofflich**) und
2. **technischer Betrachtungsebene des Recyclings**, in der das jeweils geeignete technische Verfahren (**mechanisch oder chemisch**) zur Durchführung der Abfallverwertung zugeordnet wird.

Das jeweils gewählte technologische Verfahren (mechanisch oder chemisch) ist hierbei lediglich die technische Methode zur Erfüllung einer geeigneten abfallrechtlichen Variante des Recyclings (werkstofflich oder rohstofflich). Die beiden Ebenen (Technologie und Abfallrecht) sind somit unabhängig voneinander zu betrachten. Je nach Abfallstrombeschaffenheit kann eine abfallrechtliche Verwertungsstufe grundsätzlich mit Hilfe unterschiedlicher technischer Verfahren erreicht werden.

² Die Legaldefinition für das „Recycling“ lautet gem. Art 3 Nr. 17 EU-Abfallrahmenrichtlinie (inhaltsgleich mit § 3 Abs. 25 Kreislaufwirtschaftsgesetz) wie folgt: Recycling ist „jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen *entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet* werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.“

³ Die dem Recycling übergeordnete Legaldefinition der „Verwertung“ hebt in diesem Zusammenhang gem. Art. 3 Nr. 15 EU-Abfallrahmenrichtlinie (inhaltsgleich mit § 3 Abs. 23 Kreislaufwirtschaftsgesetz) darauf ab, dass Abfälle „einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, *indem sie andere Materialien ersetzen*, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären...“.

Für das Recycling gibt es in Anknüpfung an die Recycling-Definition im Kreislaufwirtschaftsgesetz⁴ und in Anknüpfung an die Definition für die „werkstoffliche Verwertung“ im Verpackungsgesetz⁵ zwei Varianten der Materialsstitution (= **abfallrechtliche Betrachtungsebene**):

1. **Werkstoffliches Recycling:** Ein Abfall wird für den „**ursprünglichen Zweck**“⁶ verwendet / aufbereitet, d. h. ein Material wird durch „**stoffgleiches**“ Abfallmaterial ersetzt (z. B. Kunststoffabfall wird wieder zu Kunststoff, Abfall-Glasscherben werden wieder zu Glas, etc.) oder
2. **Rohstoffliches Recycling:** Ein Abfall wird für einen „**anderen als den ursprünglichen Zweck**“⁷ verwendet / aufbereitet, d. h. ein Material wird durch „**nicht stoffgleiches**“ **beliebiges** Abfallmaterial ersetzt (z. B. Verwendung von Kunststoffabfall als Reduktionsmittel im Hochofenprozess statt Koks oder Kohle).

Die beiden technischen Varianten zur Durchführung der Abfallverwertung lassen sich wie folgt beschreiben (= **technische Betrachtungsebene**):

1. **Mechanisches Recycling:** Die Materialsstitution erfolgt bei den entsprechenden Verfahren mittels rein mechanischer / physikalischer Prozessschritte (Sortieren, Waschen, Dichtentrennung, Schmelzen, Filtern etc.), wodurch das Material **unmittelbar** – d. h. **direkt** und ohne Zwischenschritt einer chemischen Umwandlung – in den Stoffkreislauf zurückgeführt wird.
2. **Chemisches Recycling:** Bei den entsprechenden Verfahren erfolgt zunächst eine (thermo)chemische Umwandlung des Abfallmaterials in chemische Grundbausteine. Im Fall von Kunststoffabfällen bzw. organikreichen Abfällen wird dies mittels Pyrolyse, Hydrierung, Vergasung, Solvolyse oder auch Depolymerisation erreicht. Die so erzeugten Grundbausteine entsprechen in ihrer Qualität den Originalbausteinen. Darüber hinaus können diese Bausteine anschließend wieder für die Produktion von Kunststoffen in Neeware-Qualität eingesetzt werden. Auch hier erfolgt somit eine Rückführung in den Stoffkreislauf – in diesem Fall also durch eine **mittelbare, indirekte** Materialsstitution. Derzeit benötigen diese chemischen Verfahren noch eine weitere technologische Entwicklung.

Wichtige Randbedingungen der o. g. Einordnung sind:

- Das Abfallrecht schreibt explizit nicht vor, dass die werkstoffliche Materialsstitution ausschließlich unmittelbar / direkt mittels mechanischer Verfahren erfolgen muss. Es darf somit abfallrechtlich im Grundsatz auch mittelbar / indirekt mittels

⁴ Siehe Fußnote Nr. 2.

⁵ § 3 Abs. 19 Verpackungsgesetz: „*Werkstoffliche Verwertung ist die Verwertung durch Verfahren, bei denen stoffgleiches Neumaterial ersetzt wird oder das Material für eine weitere stoffliche Nutzung verfügbar bleibt.*“

⁶ Siehe Fußnote Nr. 2.

⁷ Siehe Fußnote Nr. 2.

der Zwischenstufe einer chemischen Umsetzung erfolgen (chemisches Recycling). Entscheidend ist lediglich die Art der Materialsstitution bzw. Produktherstellung.

- Welches das jeweils nachhaltigste technische Verfahren – auch in Abgrenzung zur energetischen Verwertung – darstellt, muss dann in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des zu betrachtenden Abfallstroms unter Zuhilfenahme von Ökobilanzen bzw. der Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt, z. B. gem. § 6 Abs. 2 Kreislaufwirtschaftsgesetz⁸ (Energie, Entfernung störender Kontaminationen,...) / Lebenszyklusbetrachtungen, unter Einbeziehung geeigneter Allokationsmodelle sowie der technischen Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit entschieden werden.
- Für den Nachweis der Rückführung in den Stoffkreislauf sind Massenbilanzansätze noch zu entwickeln.

⁸§ 6 Abs. 2 Kreislaufwirtschaftsgesetz: „...Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt nach Satz 1 ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen 1. die zu erwartenden Emissionen, 2. das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen, 3. die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie 4. die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen. Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.“

Kernbotschaften

Eine nachhaltige zirkuläre Wirtschaft benötigt innovative und gleichzeitig recycelfähige Werkstoffe. Das chemische Recycling bietet hierfür neue ergänzende Lösungen, indem es

- das „klassische“ werkstoffliche Recycling (= mechanisches Recycling) ergänzt, ohne es zu verdrängen,
- die Chance eröffnet, aus bisher nur schwer recycelbaren Abfallmaterialien Werkstoffe in Neuware-Qualität herzustellen,
- neue Recyclingmöglichkeiten für Abfallfraktionen bietet, die bisher im Wesentlichen nur energetisch verwertet werden konnten, wie z. B. Abfälle aus Verbundwerkstoffen (z. B. im Verpackungsbereich), Sortierreste, kunststoffhaltige Ersatzbrennstoffe (EBS) oder Shredderfraktionen etwa aus den Bereichen Automobil, Elektro oder Bau sowie
- anhaftende oder störende Kontaminationen aus dem Kreislauf entfernt.

Das chemische Recycling kann bei geeigneten Rahmenbedingungen zu einer ergänzenden Lösung für eine funktionierende zirkuläre Wirtschaft werden, weil

- der Markt – ebenso wie Politik und Öffentlichkeit – recyceltes Material fordert, welches vergleichbar mit Neuwarequalität ist, und
- chemische Recyclingverfahren geeignete Verwertungsverfahren für Abfälle sein können, die sich einem „klassischen“ werkstofflichen Recycling (= mechanisches Recycling) wegen ihrer Komplexität oder ihrer starken Vermischung auch unter Qualitätsgesichtspunkten entziehen wie z. B. Sortierreste, Schredderfraktionen, Abfälle aus Verbundwerkstoffen. Dies betrifft alle relevanten Bereiche, wie z. B. Bau-/ Abbruch-, Elektro- oder Verpackungsabfälle.

In Deutschland wurden bereits vielversprechende Projekte zum Thema chemisches Recycling gestartet. Die Realisierung dieser Projekte ist zur Erfüllung einer effizienten zirkulären Wirtschaft aus verschiedenen Blickwinkeln von großer Bedeutung:

- Sowohl für die Politik bzw. Bundesregierung / Bundesländer als auch für die Wirtschaft entsteht eine zusätzliche Chance, die ständig wachsenden Anforderungen

der EU im Bereich des Recyclings – insbesondere die neuen ambitionierten EU-Recyclingquoten – mittelfristig erfüllen zu können.

- Die Industrie will durch das chemische Recycling einen aktiven und nachhaltigen Beitrag zur zirkulären Wirtschaft liefern. Kohlenstoffkreisläufe können geschlossen werden und können zur Sicherung und Verbreiterung der Rohstoffbasis beitragen.
- Den (verbrauchernahen) Unternehmen der Wertschöpfungskette (z. B. Markenartikler, Handel, Automobilindustrie, Hausgeräte- und Elektronikindustrie) kann geholfen werden, ihre Recyclingziele zu erfüllen.

Damit das chemische Recycling in Deutschland eine Chance hat und sich speziell in Deutschland weiterentwickeln kann, sind folgende Rahmenbedingungen in Deutschland essentiell:

- Politik, Industrie, Wissenschaft und Gesellschaft sollten gemeinsam und unvoreingenommen die jeweils beste Abfallverwertungs-Lösung anstreben.
- In Abhängigkeit von der Abfallstrombeschaffenheit sind sowohl technologisch als auch regulatorisch geeignete Lösungen zu finden.
- Wenn die notwendigen Voraussetzungen erfüllt sind (wie z. B. Lebenszyklusbetrachtungen / Ökobilanzen, Technologieentwicklung und Wirtschaftlichkeit), kann das chemische Recycling in seinen verschiedenen Verfahren (insbes. Pyrolyse, Vergasung, Solvolyse) neben dem reinen mechanischen Recycling als gleichwertige technische Alternative als werkstoffliches Recycling anerkannt werden.
- Eine abfallrechtliche Anrechnung auf die Erfüllung der gegenwärtigen und zukünftigen (werkstofflichen) Recyclingquoten muss investitionssicher geregelt sein.

Grundsätzliche Forderungen zur abfallrechtlichen Einordnung des chemischen Recyclings

Das chemische Recycling als technisches Verfahren kann auf Basis des geltenden Abfallrechts sowohl dem rohstofflichen als auch dem werkstofflichen Recycling zugeordnet werden.

Aus diesem Grund muss das chemische Recycling auch auf die relevanten werkstofflichen Recyclingquoten angerechnet werden können. Voraussetzung ist dabei, dass für die Herstellung neuer Kunststoffe aus Abfallströmen eine Allokation durch Massenbilanzansatz nachgewiesen wird sowie – bezogen auf die jeweilige Abfallstrombeschaffenheit – der ökobilanziell bessere Weg im Vergleich zum mechanischen Recycling wie auch in Relation zur energetischen Verwertung belegt ist.

Eine Änderung des aktuell geltenden Abfallrechts ist hierfür im Grundsatz nicht notwendig. Es bedarf allerdings einer technologieoffenen Lesart, eventuell verbunden mit einer klarstellenden Erläuterung, Vollzugshilfe o. ä. durch die Bundesregierung, in der die notwendigen Randbedingungen näher erläutert werden.

Für die Erarbeitung möglicher Erläuterungen und für die Zulieferung der notwendigen Informationen, z. B. zu technologischen Aspekten, zu Aspekten der ökobilanziellen Betrachtung oder zu Aspekten möglicher Materialfluss-Allokationsmethoden, stehen wir gerne zur Verfügung.

Unabhängig davon, auf welche Weise eine positive rechtliche Klärung hinsichtlich der grundsätzlichen Quoten-Anrechnungsmöglichkeit des chemischen Recyclingverfahrens erfolgt, ist es von großer Bedeutung, dass dies möglichst bald geschieht. Nur auf diese Weise bleibt die Chance erhalten, dass

- das chemische Recycling speziell am Industriestandort Deutschland als wichtiger ergänzender Beitrag der Wirtschaft zu einer funktionierenden, nachhaltigen zirkulären Wirtschaft die notwendigen Entwicklungsmöglichkeiten hat,
- in Deutschland Innovationen in moderne nachhaltige Materialien und Recyclingtechnologien unterstützt werden,
- Investitionen am Standort Deutschland getätigt werden,
- störende Kontaminationen aus den Materialkreisläufen ausgeschleust werden können und
- die neu gesetzten, hohen Recyclingquoten auch mit Hilfe ergänzender Technologien erreicht werden können.

Inhalte

- Herausforderungen einer nachhaltigen zirkulären Wirtschaft
- Zirkuläres Wirtschaften und nachhaltiges Abfallmanagement sind in der Kunststoffindustrie und chemischen Industrie bereits etabliert
- Zirkuläre Wirtschaft ist mehr als „klassisches“ werkstoffliches Recycling
- Zirkuläre Wirtschaft benötigt Technologieoffenheit und Zielorientierung
- Keine Verdrängung des „klassischen“ werkstofflichen Recyclings durch das chemische Recycling, sondern sinnvolle Ergänzung
- Zirkuläre Wirtschaft muss nachhaltig und wettbewerbsfähig sein
- Mögliche Zielkonflikte müssen identifiziert und gelöst werden
- Nachhaltige Lösungen benötigen mehrdimensionale Ansätze
- Markt und Gesetzgeber fordern mehr Recycling
- Wertschöpfungskette benötigt neben den etablierten Recyclingwegen weitere sich ergänzende Lösungen für das Recycling komplexer Abfallmaterialien
- Chemisches Recycling ist unter geeigneten Randbedingungen ein Verfahren zur Erzeugung von Material in Neuware-Qualität
- Notwendigkeit einer abfallrechtlichen und systematischen Einordnung des chemischen Recyclings
- Abfallrechtliche Einordnung des werkstofflichen und des rohstofflichen Recyclings als Varianten der Materialsubstitution (= abfallrechtliche Betrachtungsebene)
- Systematische Einordnung des mechanischen und des chemischen Recyclings als technische Verfahrens-Varianten des Recyclings (= technische Betrachtungsebene)
- Zuordnung der technischen Recycling-Verfahren (mechanisch / chemisch) zur abfallrechtlichen Einstufung der Materialsubstitution (werkstofflich / rohstofflich)
- Anrechnung des chemischen Recyclings auf die abfallrechtlichen Verwertungsquoten
- Verwertungsquote für Siedlungsabfälle inkl. hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle (auf EU-Ebene und national)
- Verwertungsquote für Bau- und Abbruchabfälle (auf EU-Ebene und national)
- EU-Verwertungsquoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle
- Nationale Verwertungsquoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle

Herausforderungen einer nachhaltigen zirkulären Wirtschaft

Die Weiterentwicklung unserer Wirtschaft zu einer nachhaltigen zirkulären Wirtschaft ist eines der aktuellen Megathemen, um die Industriestandorte Deutschland bzw. Europa zukunftsfähig zu machen. Ein wichtiger Beitrag hierzu ist die weitere Optimierung der Abfallverwertung und die Erhöhung des Anteils von hochwertig recycelten Abfallmaterialien. Dies wird von Politik, Markt, Gesetzgeber und Gesellschaft gleichermaßen gefordert. Die Kunststoffindustrie und die chemische Industrie in Deutschland haben hierzu bereits erhebliche Beiträge geleistet und arbeiten ständig an neuen Lösungen.

Hierbei kommt es allerdings zu Zielkonflikten. Innovative Werkstoffe, die z. B. Energieeffizienz, E-Mobilität oder auch die Energiewende voranbringen, sind aufgrund der gewünschten und notwendigen Materialeigenschaften in einigen Bereichen so beschaffen, dass sie sich teilweise nicht sinnvoll „klassisch“ werkstofflich recyceln lassen. Im Bereich der Kunststoff-Verpackungsabfälle gibt es ebenfalls Materialien mit komplexem Aufbau, die dazu noch stark verunreinigt sein können, oder auch vermischte Abfälle (z. B. Sortierreste), die sich dem „klassischen“ werkstofflichen Recycling entziehen und sich bisher ebenfalls nicht sinnvoll recyceln lassen.

Aktuell laufen zahlreiche Aktivitäten – insbesondere auch in Deutschland – hinsichtlich neuer innovativer Ansätze für ein modernes Recycling. Diese gilt es, im Sinne der Förderung einer erfolgreichen nachhaltigen zirkulären Wirtschaft, weiterzuentwickeln und zu unterstützen.

Ein wichtiger ergänzender Beitrag in diesem Zusammenhang ist das „chemische Recycling“.

Zirkuläres Wirtschaften und nachhaltiges Abfallmanagement sind in der Kunststoffindustrie und der chemischen Industrie bereits etabliert

Zirkuläres Wirtschaften ist für die Kunststoffindustrie und die chemische Industrie in Deutschland ein fester Bestandteil von Produktverantwortung und nachhaltiger Produktion.

Zahlreiche Beispiele und Ansätze der Kunststoffindustrie und der chemischen Industrie, die zu einer zirkulären Wirtschaft beitragen, finden sich detailliert u. a. in der entsprechenden VCI-/Deloitte-Studie „Chemie 4.0 – Wachstum durch Innovation in einer Welt im Umbruch“ von 2017.⁹

⁹ <https://www.vci.de/services/publikationen/broschueren-faltblaetter/vci-deloitte-studie-chemie-4-punkt-0-langfassung.jsp>

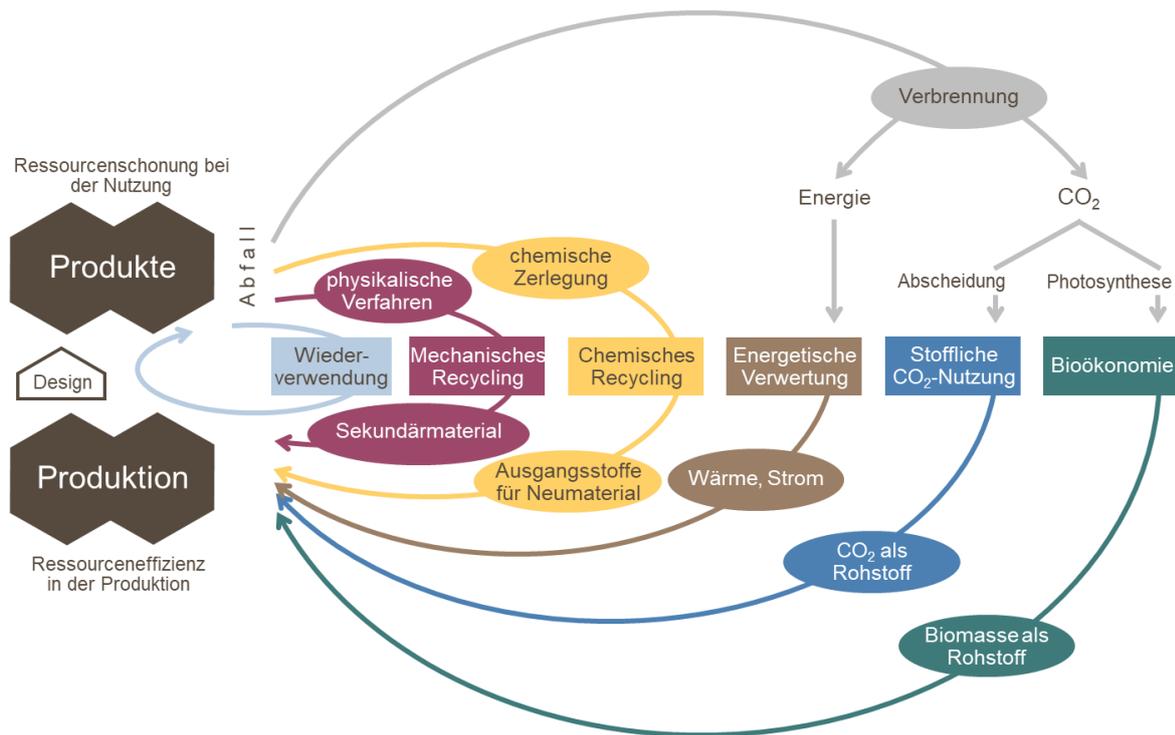
Zirkuläre Wirtschaft ist mehr als „klassisches“ werkstoffliches Recycling

Im Rahmen der politischen Diskussion wird bei dem Thema Kreislaufwirtschaft häufig eindimensional auf das „klassische“ werkstoffliche Recycling (= mechanisches Recycling) abgestellt, welches unbestritten einen bedeutenden Anteil an den Erfolgen der Abfallverwertung in Deutschland innehat.

Zirkuläre Wirtschaft erfordert aber deutlich mehr als das „klassische“ werkstoffliche Recycling.

Die Möglichkeiten, Kohlenstoff in Kreisläufen zu führen und damit die chemischen Bausteine wieder zu verwenden, sind vielfältig. Sie reichen von der Wiederverwendung von Produkten über das mechanische und chemische Recycling von Abfällen bis hin zur energetischen Abfallverwertung. Hierbei ist hervorzuheben, dass durch den Prozess des chemischen Recyclings – im Gegensatz zur energetischen Verwertung – i.d.R. weniger CO₂ entstehen dürfte. Die gewonnenen organischen Grundbausteine können wieder zur Produktion hochwertiger Chemieprodukte und Kunststoffe eingesetzt werden. Somit kann das chemische Recycling – analog zum mechanischen Recycling – den Kreislauf schließen.

Auch die energetische Verwertung kann zum Schließen des Kohlenstoffkreislaufs beitragen. Zum einen wird die als Wärme bzw. Dampf und Strom gewonnene Energie in den Produktionskreislauf zurückgeführt oder von anderen Endverbrauchern genutzt. Zum anderen kann das bei der Verbrennung entstehende CO₂ entweder mittels direkter stofflicher Nutzung (z. B. in geeigneten chemischen Verfahren) oder im Rahmen der Bioökonomie genutzt werden (siehe nachstehende Abbildung).



Zirkuläre Wirtschaft benötigt Technologieoffenheit und Zielorientierung

Einige der oben dargestellten Kreisläufe werden heute schon genutzt, bei anderen bedarf der Weg zu einer überwiegenden oder gar vollständigen Kreislaufführung von Kohlenstoff noch enormer Anstrengungen. Aus technischer Sicht stehen zahlreiche der erforderlichen Technologien bereits in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium zur Verfügung.

Der Vielfalt der einzelnen Ansätze gilt es, mit Technologieoffenheit zu begegnen und das Gewollte im Blick zu behalten. Denn bei allen Unterschieden leisten die diversen Technologien allesamt auf ihre Weise einen Beitrag zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft.

Eine „Ideallösung“, die auf alle Materialeigenschaften und -anwendungen anwendbar ist, gibt es nicht. Um die Kreislaufführung nutzbar zu machen, benötigt es daher alle Wege und eine unvoreingenommene Betrachtung dieser Wege. So geht es unter ökobilanzieller Betrachtung letztendlich um das nachhaltigste Ergebnis unter Einbeziehung des Produktlebenszyklus in Verbindung mit dem jeweiligen Abfallverwertungsverfahren am Ende des Produktnutzens. Kontraproduktiv wäre eine Vorfestlegung auf ein Verfahren, welches die material- / abfallstromspezifischen Gesamtauswirkungen – inklusive der Leistungen des Produktes im Vorfeld – für Mensch und Umwelt vernachlässigt.

Keine Verdrängung des „klassischen“ werkstofflichen Recyclings durch das chemische Recycling, sondern sinnvolle Ergänzung

Das chemische Recycling ist ergänzend zum „klassischen“ werkstofflichen Recycling (= mechanischen Recycling) zu sehen. Durch chemische Recyclingverfahren können zusätzliche, heute bisher im Wesentlichen energetisch verwertete Abfallströme für das Recycling neu erschlossen werden.

Zirkuläre Wirtschaft muss nachhaltig und wettbewerbsfähig sein

Zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der jeweiligen Verfahren müssen objektive Lebenszyklusbetrachtungen und Ökobilanzen herangezogen werden, um die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit ausreichend zu würdigen. Für den Aufbau und die Nutzung geeigneter Kohlenstoffkreisläufe sind darüber hinaus die Wirtschaftlichkeit und die technologische Machbarkeit der jeweiligen Verfahren von Bedeutung. Die Erreichung marktfähiger Produkte und Verfahren ist dabei ebenso eine Herausforderung wie die Bereitstellung der damit verbundenen Investitionen.

Mögliche Zielkonflikte müssen identifiziert und gelöst werden

Vom Produktdesign bis zur Abfallverwertung gilt: Vorgaben, die einseitig und undifferenziert auf die Stärkung einer singulären Lösung abzielen, können kontraproduktiv für die notwendige Entwicklung innovativer Materialien sein. Denn neben der Abfallverwertung sind Ressourcenschonung und Klimaschutz gleichermaßen zu berücksichtigen. Gleiches gilt für Kosten und Anforderungen der Kunden hinsichtlich von Qualität und Nutzen. Diese Aspekte können zu Zielkonflikten führen.

Wichtig ist es, den Nutzen von Produkten in ihrem Lebensweg einzubeziehen und den Fokus nicht nur auf deren Lebensende zu richten. Um den technischen, hygienischen oder sonstigen Qualitätsanforderungen zu genügen, müssen beispielsweise Kunststoffe oftmals für die jeweilige Anwendung konfektioniert werden. Dies kann dann aber später eine „klassische“ werkstoffliche Verwertung erschweren.

Nachhaltige Lösungen benötigen mehrdimensionale Ansätze

Die beschriebenen Zielkonflikte gilt es, in einer modernen, nachhaltigen zirkulären Wirtschaft zu lösen. Neben der „klassischen“ werkstofflichen Recyclingfähigkeit von innovativen Produkten sind insbesondere auch andere wichtige Ziele eines nachhaltigen Wirtschaftens zu berücksichtigen, wie z. B. Ressourcenschonung, Klimaschutz, Energieeffizienz und eine „Aufreinigung“ der Stoffkreisläufe.

Ziel muss ein „Design for Performance“ bzw. ein „Design for Sustainability“ sein. Ein reines „Design for Circularity“ wäre aus Sicht der Nachhaltigkeit bei der Entwicklung innovativer Materialien kontraproduktiv.

Markt und Gesetzgeber fordern mehr Recycling

Sowohl der private als auch der gewerbliche Verbraucher / Anwender fordert heute zunehmend den Einsatz von Recyclingmaterialien. Beispielsweise beabsichtigen zahlreiche Inverkehrbringer von Endverbraucherprodukten, die Recyclingfähigkeit bzw. den Anteil an recyceltem Material – auch im Bereich der Verpackungen – zu steigern. Daher benötigen beispielsweise die Hersteller von Endverbraucherprodukten aus Kunststoffen zunehmend recycelte Kunststoffe in optimaler und gleichbleibender Qualität. Endverbraucherprodukte aller Bereiche, wie z. B. Bau, Automobil, Elektro oder auch Verpackungen, rücken aufgrund der Forderungen des Marktes hinsichtlich des Recyclings somit zunehmend in den Fokus.

Auch die Vorgaben des EU-Gesetzgebers in diesem Bereich werden immer ambitionierter. So fordern die EU-Regelungen immer anspruchsvollere Recyclingquoten, die von den Mitgliedstaaten zu erfüllen sind. Damit wachsen die Herausforderungen für die EU-Mitgliedstaaten, die die direkten Adressaten der EU-Recyclingquoten sind. Dadurch wird es erforderlich, dass die Akteure der einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette sich für innovative Lösungen im Bereich des Recyclings einsetzen.

Wertschöpfungskette benötigt neben den etablierten Recyclingwegen weitere sich ergänzende Lösungen für das Recycling komplexer Abfallmaterialien

Sekundärrohstoffe, die heute aus dem „klassischen“ werkstofflichen Recycling stammen, erfüllen die hohen Qualitätsanforderungen des Marktes nicht immer. In der Konsequenz kann dies in den betroffenen Fällen zu einem niederwertigeren Einsatz des recycelten Materials als beim Ausgangsmaterial führen. Hinzu kommt, dass es beim „klassischen“ werkstofflichen Recycling bei komplexen, stark vermischten und / oder stark verunreinigten Abfallströmen zum Verbleiben von unerwünschten Kontaminationen im Kreislauf kommen an.

Die Wertschöpfungskette benötigt daher neue maßgeschneiderte Lösungen im Bereich der Abfallverwertung, die dem „klassischen“ werkstofflichen Recycling ergänzend an die Seite gestellt werden. Ein vielversprechender Weg ist das chemische Recycling, wodurch dann zusätzliche Abfallströme für das Recycling neu erschlossen werden können.

Chemisches Recycling ist unter geeigneten Randbedingungen ein Verfahren zur Erzeugung von Material in Neeware-Qualität

Beim chemischen Recycling werden Kunststoff-Molekülketten durch chemische Veränderungen in kleine chemische Grundbausteine zerlegt. Die so gewonnenen Grundstoffe sind den Primärrohstoffen vergleichbar und können zur Erzeugung von z. B. neuen Kunststoffen und damit neuer Produkte eingesetzt werden.

In der Praxis stehen für die Zerlegung der Kunststoffabfälle z. B. thermochemische Verfahren zur Verfügung, wobei die aufbereiteten Abfälle in Pyrolyseprodukte oder in Synthesegas umgewandelt werden. Dies erfolgt unter Ausschluss von Sauerstoff, da ansonsten eine Umsetzung zu CO₂ unter Energieabgabe erfolgen würde (Oxidation), was dann eine Verbrennung bzw. energetische Verwertung (4. Stufe der Abfallhierarchie) und kein Recycling (3. Stufe der Abfallhierarchie) wäre.

Andere Varianten chemischer Recyclingverfahren sind die direkte Rückspaltung in die entsprechenden Monomerbausteine, auch in Gegenwart geeigneter Katalysatoren, wie etwa Depolymerisation und die Solvolyse bzw. Hydrolyse, die ebenfalls einen Kunststoff-angereicherten Abfallstrom wieder in seine Grundbausteine aufspaltet.

Bei den chemischen Recycling-Verfahren, welche die Polymerkette entweder in Monomerbausteine oder zu Chemiebausteinen wie Pyrolyseöl oder Synthesegas aufspalten, können die so erzeugten Basischemikalien wieder zur Herstellung neuer Produkte verwendet werden, da sich diese Grundbausteine – wie alle niedermolekularen Verbindungen – u. a. gut reinigen lassen. Hierdurch entstehen neue Chemieprodukte wie etwa Polymere oder auch beispielsweise Lösemittel, Arzneimittel, Farben oder Wasch- und Reinigungsmittel, die die gleichen Eigenschaften aufweisen wie neu hergestellte Produkte aus fossilen Rohstoffen.

Durch das chemische Recycling wird somit Material in Neeware-Qualität erzeugt. Wesentliche Randbedingung für das chemische Recycling, sofern es durch die Herstellung neuer Kunststoffprodukte werkstoffliche Beiträge leistet, ist der Nachweis mit Hilfe des Massenbilanzansatzes. Arbeiten hierzu sind bereits angelaufen. Gleiches gilt für Ökobilanzen / Lebenszyklusanalysen.

Notwendigkeit einer abfallrechtlichen und systematischen Einordnung des chemischen Recyclings

Es gibt keine abfallrechtliche Legaldefinition für den Begriff des „chemischen Recyclings“. Daher wird im Rahmen der vorliegenden Position nachstehend eine abfallrechtliche und systematische Einordnung des Begriffs des chemischen Recyclings vorgeschlagen.

Grundsätzlich bedarf es hierfür keiner zusätzlichen rechtlichen Regelungen oder Änderungen der bestehenden Rechtsgrundlage. Es ist allerdings notwendig, dass vor dem Hintergrund neuer technologischer Verfahren eine (technologie)offene und innovationsfreundliche Herangehensweise bei der rechtlichen Einordnung des chemischen Recyclings angewendet wird. Die bisherige Lesart der geltenden rechtlichen Regelungen sollte daher zum Teil offener gestaltet werden als bisher.

Abfallrechtliche Einordnung des werkstofflichen und des rohstofflichen Recyclings als Varianten der Materialsubstitution (= abfallrechtliche Betrachtungsebene)

Im Gegensatz zum Begriff des „chemischen Recyclings“ im Kontext neuer technologischer Verfahren gibt es zumindest für das „Recycling“ als Oberbegriff eine abfallrechtliche Legaldefinition. Zunächst einmal ist das „Recycling“ ein Teil der „stofflichen Verwertung“ gem. Art. 3 Nr. 15a EU-Abfallrahmenrichtlinie¹⁰. Die Legaldefinition für das Recycling selbst lautet dann gem. Art. 3 Nr. 17 EU-Abfallrahmenrichtlinie wie folgt:

Recycling ist „jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.“

Diese Definition wurde in Deutschland quasi wortgleich in § 3 Abs. 25 Kreislaufwirtschaftsgesetz¹¹ übernommen. Sie stellt – in Verbindung mit der übergeordneten Definition für die „Verwertung“¹² – die Substitution von Materialien aus Abfällen in den Fokus. Ob die Materialsubstitution durch einen materialgleichen Abfall oder durch ein beliebiges Abfallmaterial erfolgt, spielt bezüglich der Erfüllung der Recycling-Definition keine Rolle. Ferner ist es zur Erfüllung der Recycling-Definition egal, ob die Substitution mittelbar oder unmittelbar erfolgt. Entscheidend ist lediglich die tatsächliche Substitutionswirkung.¹³

¹⁰ Die EU-Abfallrahmenrichtlinie wurde im Mai 2018 novelliert und muss nunmehr noch in nationales Recht umgesetzt werden. Eine hinsichtlich der Novellierung konsolidierte Version findet sich hier: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20180705&from=DE>

¹¹ <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/KrWG.pdf>

¹² Die dem Recycling übergeordnete Legaldefinition der „Verwertung“ hebt in diesem Zusammenhang gem. Art. 3 Nr. 15 EU-Abfallrahmenrichtlinie (inhaltsgleich mit § 3 Abs. 23 Kreislaufwirtschaftsgesetz) darauf ab, dass Abfälle „einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären...“.

¹³ Hierzu wird z. B. auch in der Gesetzesbegründung zum KrWG bzgl. § 3 Abs. 25 Folgendes ausgeführt: „...Dies gilt z. B. für die Aufbereitung zu und die Verwendung von Kunststoffen als Reduktionsmittel in Hochöfen, die sich nach der Definition dieses Absatzes als Recycling darstellt. Bei diesem Verfahren dienen die Kunststoffe nicht als Brennstoffe, sondern ersetzen bei dem chemischen Prozess der Vergasung andere Reduktionsmittel wie Kohle oder Koks.“

Für die **abfallrechtliche Einstufung** der Art der **Materialsstitution** bzw. des Zwecks der Abfallaufbereitung gibt es somit **zwei Varianten**:

1. **Werkstoffliches Recycling**: Ein Abfall wird für den „**ursprünglichen Zweck**“ verwendet / aufbereitet, d. h. ein Material wird durch „**stoffgleiches**“ **Abfallmaterial** ersetzt (z. B. Kunststoffabfall wird wieder zu Kunststoff, Abfall-Glasscherben werden wieder zu Glas, etc.) oder
2. **Rohstoffliches Recycling**: Ein Abfall wird für einen „**anderen als den ursprünglichen Zweck**“ verwendet / aufbereitet, d. h. ein Material wird durch „**nicht stoffgleiches**“ **beliebiges Abfallmaterial** ersetzt (z. B. Verwendung von Kunststoffabfall als Reduktionsmittel im Hochofenprozess statt Koks oder Kohle).

Weder in der EU-Abfallrahmenrichtlinie noch im Kreislaufwirtschaftsgesetz gibt es eine abfallrechtliche Legaldefinition für die technologischen Verfahren des chemischen Recyclings. Gleiches gilt auch für das rohstoffliche Recycling und das werkstoffliche Recycling. Auch die jüngst revidierte EU-Verpackungsrichtlinie enthält für die diversen Recycling-Verfahren keine eigene Definition, sondern bezieht sich aus Kohärenzgründen in Artikel 3 Abs. 2c für das „Recycling“ direkt auf die entsprechende Definition der EU-Abfallrahmenrichtlinie (s. o.). Es ist somit keine von der EU-Abfallrahmenrichtlinie abweichende übergeordnete Recyclingdefinition für Verpackungsabfälle auf EU-Ebene eingeführt.¹⁴

Hierarchisch ist das Recycling gem. Artikel 4 EU-Abfallrahmenrichtlinie in der dritten Stufe der EU-Abfallhierarchie eingeordnet. Sowohl das werkstoffliche als auch das rohstoffliche Recycling sind dieser Hierarchiestufe zuzuordnen. Beide abfallrechtlichen Recycling-Arten sind vor dem Hintergrund der Abfallhierarchie demnach zunächst einmal im Grundsatz gleichwertig. Dies gilt allerdings nur für Abfallströme, wie z. B. für Siedlungsabfälle, für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle oder auch für Bau- und Abbruchabfälle, für die es diesbezüglich keine einschränkenden bzw. spezifizierenden spezialrechtlichen Regelungen gibt. Bei Verpackungen verhält sich dies anders, was weiter unten näher erläutert wird.

Welche Variante innerhalb einer Hierarchieebene/-stufe dann tatsächlich zu wählen ist, entscheidet insbesondere § 8 Abs. 1 S. 3 Kreislaufwirtschaftsgesetz. So gilt unabhängig von der nach § 8 Abs. 1 S. 1 und 2 Kreislaufwirtschaftsgesetz vorgegebenen Wahl der Verwertungsmaßnahme für alle Hierarchiestufen – also innerhalb der jeweiligen Hierarchiestufe – das *Hochwertigkeitsgebot*. „§ 8 Abs. 1 S. 3 bestimmt, dass *Abfallerzeuger und -besitzer bei der Ausgestaltung der einzelnen Verwertungsmaßnahmen eine den von Schutz von Mensch und Umwelt am besten gewährleistende hochwertige Verwertung anzustreben haben.*“¹⁵ Bezüglich der Bewertung des

¹⁴ Die Spezialregelungen zur „werkstofflichen Verwertung“ im Verpackungsbereich werden dann weiter unten erläutert.

¹⁵ Siehe: *BMU-Leitfaden zur Anwendung der Abfallhierarchie nach § 6 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) - Hierarchiestufen Recycling und sonstige Verwertung* (Stand 27.09.2017), S. 16.

Schutzes von Mensch und Umwelt wiederum kann dann insbesondere auf § 6 Abs. 2 S. 2 bis 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz zurückgegriffen werden: „Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt (...) ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen

1. die zu erwartenden Emissionen,
2. das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen,
3. die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie
4. die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen.

Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.“

Welches also die jeweils beste Art der Materialsubstitution innerhalb der Hierarchieebene 3 (Recycling) darstellt, muss in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des zu betrachtenden Abfallstroms unter Zuhilfenahme von Ökobilanzen¹⁶ / Lebenszyklusbetrachtungen sowie unter Einbeziehung der technologischen Entwicklung und der Wirtschaftlichkeit entschieden werden.

Dies gilt im Übrigen gleichermaßen für die sachliche Abgrenzung der chemischen Recycling-Verfahren gegenüber der energetischen Verwertung, also hinsichtlich der Abgrenzung zwischen den Hierarchiestufen 3 und 4. So muss unter Zuhilfenahme der o. g. Kriterien von § 6 Abs. 2 S. 2 bis 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz auch in diesem Fall in Abhängigkeit von der Abfallstrombeschaffenheit dargelegt werden, dass das chemische Recycling (Stufe 3) im Vergleich zur energetischen Verwertung (Stufe 4) die ökobilanziell bessere Variante darstellt. Dies ist zunächst einmal durch die höhere hierarchische Einordnung im Grundsatz ohnehin zu vermuten.

Im Gegensatz zu Siedlungsabfällen, hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen oder Bau- und Abbruchabfällen existieren in Deutschland im Verpackungsgesetz¹⁷ für die Festlegung der Hochwertigkeit innerhalb der Hierarchiestufe 3 der Abfallhierarchie – also bzgl. des Recyclings von Verpackungsabfällen, abweichend vom EU-Recht – spezialrechtliche nationale Regelungen. Basis hierfür ist die Definition in § 3 Abs. 19 Verpackungsgesetz für die „werkstoffliche Verwertung“:

„Werkstoffliche Verwertung ist die Verwertung durch Verfahren, bei denen stoffgleiches Neumaterial ersetzt wird oder das Material für eine weitere stoffliche Nutzung verfügbar bleibt.“

Bezüglich der Verpackungsabfälle wird damit zunächst einmal – analog zur Recycling-Definition der EU-Abfallrahmenrichtlinie und damit auch des

¹⁶ Wichtig hinsichtlich der Ökobilanzierung wird sein, dass man sich auf ein wissenschaftlich abgesichertes, einheitliches Bewertungsverfahren einigt.

¹⁷ <http://www.gesetze-im-internet.de/verpackg/VerpackG.pdf>

Kreislaufwirtschaftsgesetzes wie auch in Fortführung der bisherigen Verpackungsverordnung – die energetische Verwertung explizit von der werkstofflichen Verwertung ausgeschlossen, da sie eben weder „stoffgleiches Neumaterial ersetzt“ noch „Material für eine weitere stoffliche Nutzung verfügbar“ hält. Zudem wird durch diese Definition auch explizit die Materialgleichheit (bzw. „Werkstoffgleichheit“) zwischen zu substituierendem Material und Abfallmaterial beim werkstofflichen Recycling betont. Dieser Ansatz findet sich dann auch – zumindest sinngemäß – konsequenterweise in den Verwertungsquoten des Verpackungsgesetzes wieder.

Somit ist festzuhalten, dass das werkstoffliche Recycling von Verpackungsabfällen durch die spezialrechtliche Spezifizierung und auch die Verknüpfung mit den entsprechenden Quoten im Verpackungsgesetz höherwertiger einzustufen ist als beispielsweise das rohstoffliche Recycling, bei dem ein nicht stoffgleiches Material ersetzt wird.

So wird in § 1 Abs. 4 S. 3 Verpackungsgesetz hinsichtlich der ursprünglich gemäß EU-Verpackungsrichtlinie (s. o.) zu erreichenden Quoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle ergänzend darauf hingewiesen, dass „bei Kunststoffen nur Material berücksichtigt wird, das durch Recycling wieder zu Kunststoff wird“.

Die im deutschen Verpackungsrecht dann im Rahmen der Weiterentwicklung zusätzlich eingeführten, darüber hinaus gehenden Verwertungsquoten für Kunststoffabfälle in § 16 Verpackungsgesetz verweisen zwar nicht mehr darauf, dass Kunststoffabfall zu Kunststoff werden muss, wohl aber auf die o. g. werkstoffliche Verwertungsdefinition gem. § 3 Abs. 19 Verpackungsgesetz.

Eine genauere Würdigung und Bewertung der Verwertungsquoten wird weiter unten vorgenommen.

Systematische Einordnung des mechanischen und des chemischen Recyclings als technische Verfahrens-Varianten des Recyclings (= technische Betrachtungsebene)

Der abfallrechtlichen Einstufung (werkstoffliches oder rohstoffliches Recycling = abfallrechtliche Betrachtungsebene) stehen dann – unabhängig von der gewählten abfallrechtlichen Variante – grundsätzlich zwei technische Verfahrensvarianten für das Recycling zur Verfügung (= technische Betrachtungsebene). Diese unterscheiden sich im Wesentlichen dadurch, ob das Recycling unmittelbar / direkt oder mittelbar / indirekt erfolgt, d. h. ob das Recycling rein physikalisch / mechanisch oder mit Hilfe einer chemischen Umwandlung bzw. chemischer Prozesse stattfindet.

Die **beiden technischen Verfahrensarten des Recyclings** lassen sich wie folgt beschreiben¹⁸:

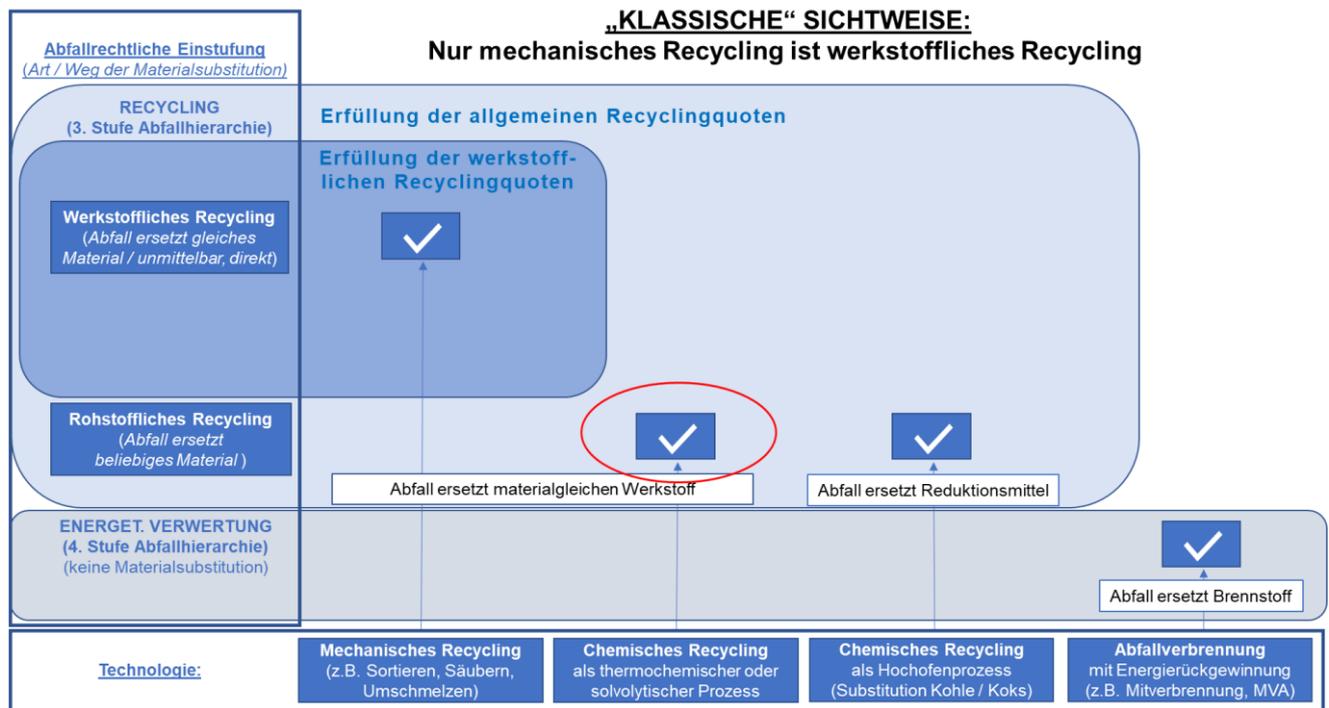
1. **Mechanisches Recycling:** Die Materialsubstitution erfolgt bei den entsprechenden Verfahren mittels rein physikalischer / mechanischer Prozessschritte (Sortieren, Waschen, Dichtentrennung, Schmelzen, Filtern, etc.), wodurch das Material **unmittelbar** – d. h. **direkt** und ohne Zwischenschritt einer chemischen Umwandlung – in den Stoffkreislauf zurückgeführt wird.
2. **Chemisches Recycling:** Bei den entsprechenden Verfahren erfolgt zunächst eine (thermo)chemische Umwandlung des Abfallmaterials in chemische Grundbausteine. Im Fall von Kunststoffabfällen bzw. organikreichen Abfällen wird dies mittels Pyrolyse, Vergasung, Solvolyse oder auch Depolymerisation erreicht. Die so erzeugten Grundbausteine entsprechen in ihrer Qualität den Originalbausteinen. Darüber hinaus können diese Bausteine anschließend wieder für die Produktion von Kunststoffen in Neuware-Qualität eingesetzt werden. Auch hier erfolgt somit eine Rückführung in den Stoffkreislauf – in diesem Fall also durch eine **mittelbare, indirekte** Materialsubstitution. Derzeit benötigen diese chemischen Verfahren noch eine weitere technologische Entwicklung.

Auch hier gilt: Abfallrechtliche Definitionen existieren weder für das mechanische noch für das chemische Recycling. Welches das jeweils nachhaltigste technische Verfahren darstellt, hängt von der Beschaffenheit des zu betrachtenden Abfallstroms unter Zuhilfenahme von Ökobilanzen / Lebenszyklusbetrachtungen sowie unter Einbeziehung der technologischen Entwicklung und der Wirtschaftlichkeit ab.

Zuordnung der technischen Recycling-Verfahren (mechanisch / chemisch) zur abfallrechtlichen Einstufung der Materialsubstitution (werkstofflich / rohstofflich)

Aufgrund der o. g. Einordnungen kommt für das rohstoffliche Recycling als technisches Verfahren das chemische Recycling in Frage. Für das werkstoffliche Recycling ist bisher nach allgemeinem Verständnis zunächst einmal das mechanische Recycling das etablierte technische Recyclingverfahren. Insofern lässt sich das mechanische Recycling als „klassisches“ werkstoffliches Recycling bezeichnen. Das werkstoffliche Recycling aber ausschließlich auf dieses technische Verfahren zu beschränken, ist zu kurz gesprungen und abfallrechtlich auch nicht gefordert.

¹⁸ Abfallrechtliche Legaldefinitionen existieren für die Begriffe „mechanisches Recycling“ und „chemisches Recycling“ nicht.



In obiger Grafik ist die klassische Sichtweise des Recyclings dargestellt. Sie setzt das werkstoffliche Recycling aufgrund etablierter mechanischer Verfahren (z. B. das Umschmelzen sortierter und spezifizierter Kunststoffabfälle), aber auch wegen bisheriger fehlender großtechnischer Verfahren sowie fehlender abfallrechtlicher Legaldefinitionen des chemischen Recyclings in der Regel mit dem mechanischen Recycling gleich. Die technischen Verfahren des chemischen Recyclings werden dann in der klassischen Sichtweise abfallrechtlich stets mit dem rohstofflichen Recycling gleichgesetzt.

Es handelt sich aber aus systematischer Sicht, wie bereits dargelegt, um zwei unterschiedliche, voneinander unabhängige Betrachtungsebenen (abfallrechtliche und technische Betrachtungsebene). So wird in der abfallrechtlichen Betrachtungsebene lediglich entschieden, wie ein Abfall in die Abfallhierarchie einzuordnen ist, bzw. welche Art des Recyclings in der 3. Stufe der Abfallhierarchie vorliegt (werkstofflich oder rohstofflich). Wenn ein Material durch einen (werk)stoffgleichen Abfall substituiert wird (wie es beispielsweise in der Definition der werkstofflichen Verwertung des Verpackungsgesetzes gefordert wird (s. o.)) bzw. wenn ein Material zum ursprünglichen Zweck aufbereitet wird, handelt es sich um werkstoffliches Recycling. Wenn ein Material durch ein nicht (werk)stoffgleiches / beliebiges Material substituiert wird bzw. zu einem anderen Zweck substituiert wird als zum ursprünglichen Zweck, handelt es sich um rohstoffliches Recycling.

In der technischen Betrachtungsebene ist dann lediglich zu entscheiden, welches technologische Verfahren zur optimalen / nachhaltigsten technischen Realisierung

der jeweiligen Abfalleinstufung zu wählen ist: ein mechanisches (= direkte Materialsubstitution) oder ein chemisches (= indirekte Materialsubstitution). In dieser Ebene geht es also nur darum, wie die Abfallverwertung technisch bewerkstelligt wird.

Diese beiden Betrachtungsebenen (abfallrechtlich und technisch) hängen daher – anders als häufig wegen fehlender abfallrechtlicher Definitionen der Einfachheit halber vorausgesetzt – nicht miteinander zusammen. Sie sind völlig unabhängig voneinander zu betrachten.

Aus abfallrechtlicher Sicht gibt es – vorbehaltlich der Einhaltung des Hochwertigkeitsgebotes gem. § 8 Abs. 1 S. 3 Kreislaufwirtschaftsgesetz (s. o.) sowie vorbehaltlich möglicher spezialrechtlicher Regelungen – innerhalb der Abfallhierarchiestufe 3 („Recycling“) keine weiteren einschränkenden Vorgaben, die das mechanische Recycling als einzig zulässiges technisches werkstoffliches Recycling-Verfahren fordern.

Vielmehr ist neben der Hochwertigkeit bzgl. des Schutzes von Mensch und Umwelt lediglich das Ergebnis des Verfahrens entscheidend. Hierbei wiederum gilt neben § 8 Abs. 1 S. 3 Kreislaufwirtschaftsgesetz in Verbindung mit § 6 Abs. 2 S. 2 bis 4 und der Verwertungsdefinition gem. § 3 Abs. 23 Kreislaufwirtschaftsgesetz¹⁹ zunächst einmal primär der Material-Substitutionsgedanke gem. § 3 Abs. 25 Kreislaufwirtschaftsgesetz: Abfallmaterialien müssen *„zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden“* bzw. speziell bei Verpackungsabfällen gem. § 3 Abs. 19 Verpackungsgesetz: *„stoffgleiches Neumaterial“* muss durch Abfallmaterial ersetzt werden (d. h. Kunststoffverpackungsabfall muss demnach wieder zu Kunststoff werden) oder das Material muss *„für eine weitere stoffliche Nutzung verfügbar“* bleiben, was sowohl durch mechanische aber eben auch durch chemische Recyclingverfahren sichergestellt werden kann.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass auch eine sachliche Abgrenzung des chemischen Recyclings gegenüber der energetischen Verwertung (Hierarchiestufe 4) erfolgen muss. So ist unter Zuhilfenahme der Kriterien von § 6 Abs. 2 S. 2 bis 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz auch in Abhängigkeit von der Abfallstrombeschaffenheit darzulegen, dass das chemische Recycling im Vergleich zur energetischen Verwertung die ökobilanziell bessere Variante darstellt.

Insofern ist das werkstoffliche Recycling (auch bei Verpackungsabfällen) nicht auf das technische Verfahren des mechanischen Recyclings beschränkt, sondern die werkstoffliche Materialsubstitution kann grundsätzlich auch durch das technische Verfahren eines chemischen Recyclings erfolgen, wobei allerdings stets sichergestellt sein muss,

¹⁹ Die dem Recycling übergeordnete Legaldefinition der „Verwertung“ hebt in § 3 Abs. 23 Kreislaufwirtschaftsgesetz darauf ab, dass Abfälle *„einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie (...) andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären...“*.

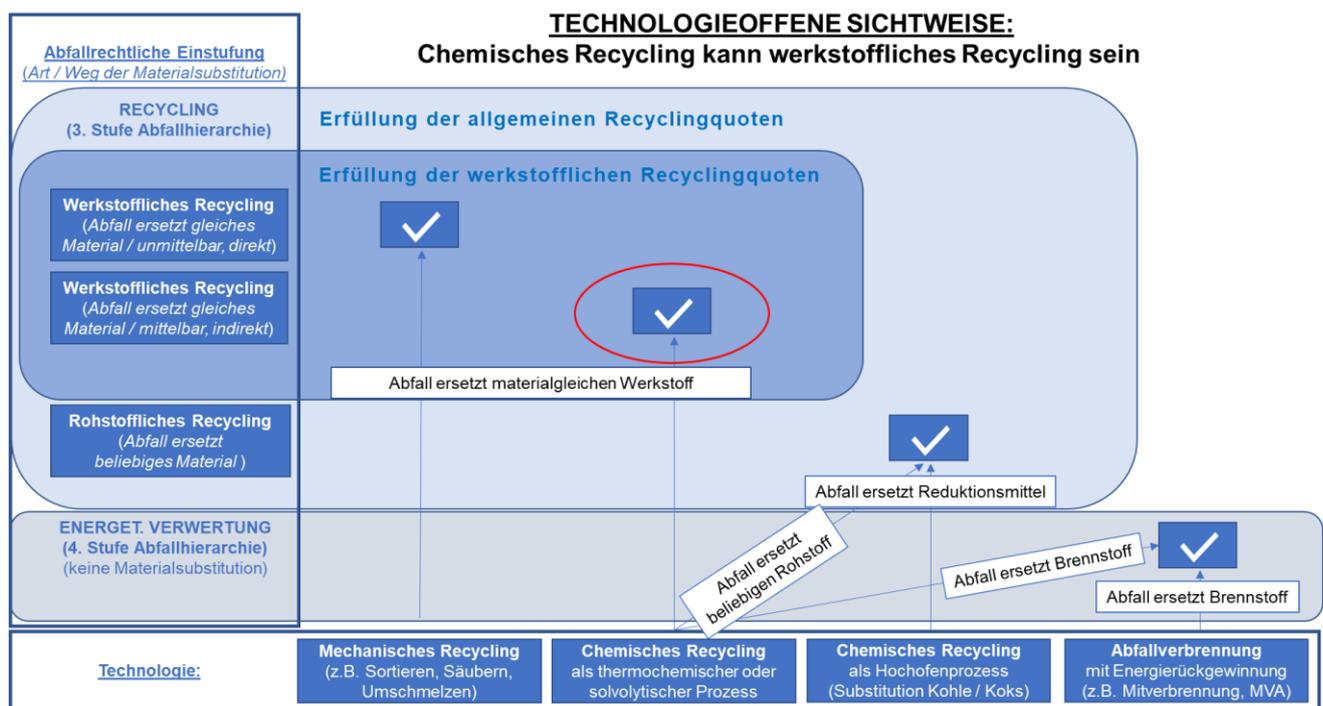
1. dass das eingesetzte Abfallmaterial nach der chemischen Umwandlung wieder zu dem ursprünglichen Material wird und
2. dass die Voraussetzungen der Hochwertigkeit der Verwertung erfüllt sind.

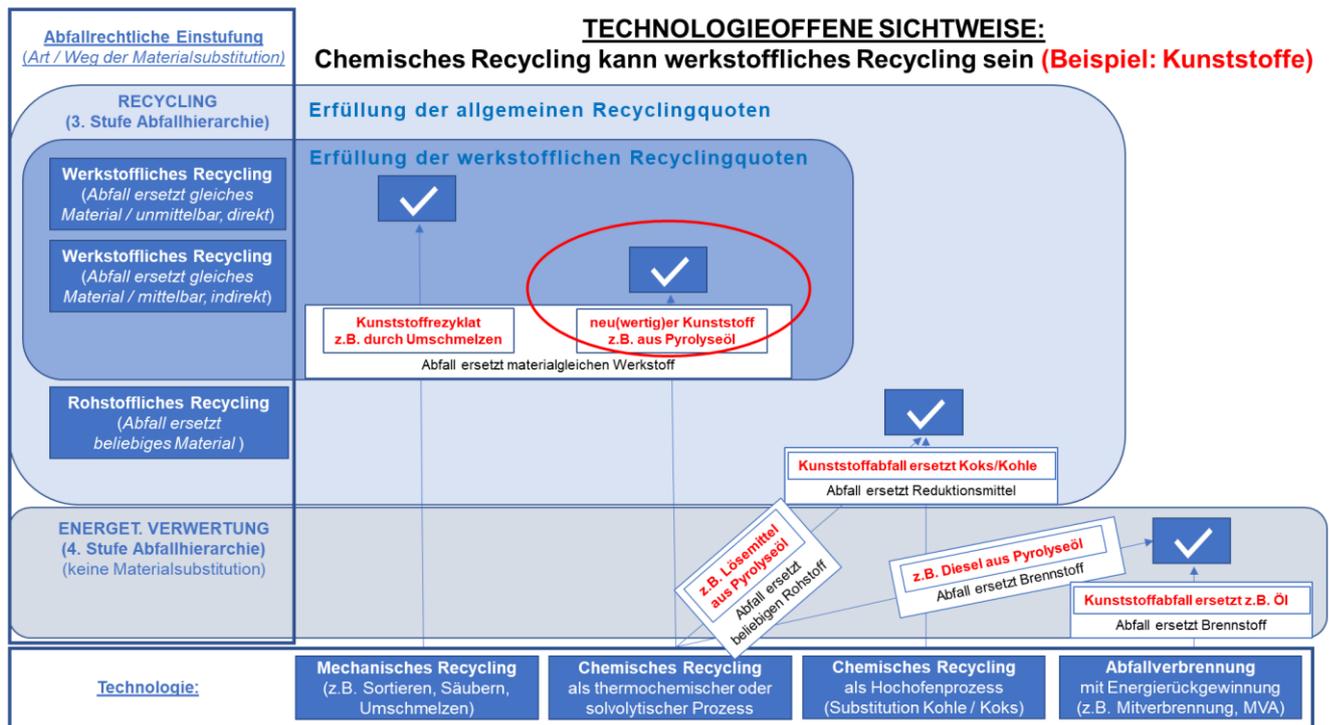
Punkt 1 muss durch geeignete Allokationsmodelle erfüllt werden (s. o.), die den Materialfluss verdeutlichen und belegen, dass aus den Abfällen neue Kunststoffwerkstoffe, d. h. auf Basis von Sekundärrohstoffen (wie z. B. Pyrolyseöl), hergestellt werden.

Punkt 2 lässt sich insbesondere in Anlehnung an § 6 Abs. 2 S. 2 bis 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz bzw. § 8 Abs. 1 S. 3 Kreislaufwirtschaftsgesetz durch Lebenszyklusanalysen unter Heranziehung von Ökobilanzen sicherstellen.

Fazit: Welches das jeweils nachhaltigste technische Recycling-Verfahren darstellt, muss in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des zu betrachtenden Abfallstroms entschieden werden.

Die notwendige technologieoffene Sichtweise, die die Zuordnung chemischer Recyclingverfahren zur abfallrechtlichen Einstufung eines werkstofflichen Recyclings unter den vorgenannten Randbedingungen zulässt, wird in den beiden folgenden Grafiken zum einen allgemein und zum anderen am Beispiel von Kunststoffen schematisch dargestellt.





Anrechnung des chemischen Recyclings auf die abfallrechtlichen Verwertungsquoten

Die vorstehenden Darstellungen einer technologieoffenen Sichtweise des Recyclings verdeutlichen die für eine moderne zirkuläre Wirtschaft notwendige Verknüpfung der chemischen Recycling-Verfahren zu beiden rechtlichen Einstufungsarten der Materialsubstitution, sowohl werkstofflich als auch rohstofflich. Demzufolge ist eine Verknüpfung des chemischen Recyclings mit allen relevanten Verwertungsquoten des Abfallrechts, inklusive der werkstofflichen Recyclingquoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle – abhängig von der Beschaffenheit des zu betrachtenden Abfalls – die logische Konsequenz.

Im Abfallrecht existieren verschiedene Verwertungsquoten. Im Folgenden soll speziell auf die Verwertungsquoten für

- Siedlungsabfälle (inkl. hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle)
- Bau- und Abbruchabfälle sowie
- Kunststoff-Verpackungsabfälle

und die entsprechende Verknüpfung mit dem chemischen Recycling eingegangen werden.

Verwertungsquote für Siedlungsabfälle inkl. hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle (auf EU-Ebene und national)

Die Verwertungsquote für Siedlungsabfälle (inkl. hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle) findet sich auf EU-Ebene in Artikel 11 der EU-Abfallrahmenrichtlinie. Sie beinhaltet die „Vorbereitung zur Wiederverwendung“ sowie das „Recycling“ (50 Gewichtsprozent bis 2020, 55 Gewichtsprozent bis 2025, 60 Gewichtsprozent bis 2030 und 65 Gewichtsprozent bis 2035). Eine weitere Spezifizierung des Recyclings hinsichtlich abfallrechtlicher Einstufung mittels Art der Materialsubstitution (werkstofflich / rohstofflich) oder auch des technischen Verfahrens (mechanisch / chemisch) wird nicht vorgenommen, so dass alle Arten und technischen Verfahren des Recyclings – und somit auch das chemische Recycling – für die Erfüllung die EU-Verwertungsquote für Siedlungsabfälle herangezogen werden können.

Die vorgenannte Quote ist im Grundsatz heute schon im deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetz enthalten, muss aber vor dem Hintergrund der jüngst revidierten EU-Abfallrahmenrichtlinie im Detail noch entsprechend aktualisiert werden.

Verwertungsquote für Bau- und Abbruchabfälle (auf EU-Ebene und national)

Für nicht gefährliche Bau- und Abbruchabfälle findet sich ebenfalls in Artikel 11 EU-Abfallrahmenrichtlinie eine EU-Verwertungsquote (70 Gewichtsprozent bis 2020). Sie beinhaltet die „Vorbereitung zur Wiederverwendung“, das „Recycling“ sowie die „sonstige Verwertung“. Eine Spezifizierung des Recyclings wird auch hier nicht vorgenommen, so dass auch hier alle Arten der Materialsubstitution und technischen Verfahren des Recyclings – und somit auch das chemische Recycling – auf die EU-Verwertungsquote für nicht gefährliche Bau- und Abbruchabfälle angerechnet werden können.

Auch diese Quote ist im Grundsatz heute schon im deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetz enthalten, muss aber vor dem Hintergrund der jüngst revidierten EU-Abfallrahmenrichtlinie im Detail ebenfalls noch entsprechend aktualisiert werden.

EU-Verwertungsquoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle

Verwertungsquoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle finden sich auf EU-Ebene an mehreren Stellen. In Art. 6 Abs. 1 e) EU-Verpackungsrichtlinie ist die Vorgabe enthalten, dass bis zum 31.12.2008 22,5 Prozent der Kunststoff- Verpackungsabfälle „stoffgleich verwertet“ werden müssen. Für diese stoffliche Verwertungsquote gilt der Zusatz, dass „*nur Material berücksichtigt wird, das durch stoffliche Verwertung wieder zu Kunststoff wird*“.

Ergänzend hierzu wurde – unter Beibehaltung der vorgenannten Quote – im Rahmen der Fortschreibung des EU-Verpackungsrechtes noch eine weitere Verwertungsquote eingeführt. Diese enthält keinen werkstoffspezifischen Zusatz für Kunststoff-Verpackungsabfälle („Verpackungsabfallmaterial zu Kunststoff“). Stattdessen hebt diese Quote lediglich darauf ab, dass Kunststoff-Verpackungsabfälle bis zum 31.12.2025 zu 50 Gewichtsprozent bzw. bis zum 31.12.2030 zu 55 Gewichtsprozent einem „Recycling“ zugeführt werden müssen.

Unabhängig von der hier nicht weiter zu behandelnden Frage, wie die parallele Existenz sowie die Erfüllung dieser beiden Verwertungsquoten in ihrem Verhältnis zueinander im Detail zu bewerten sind, können auch hier in beiden Fällen im Grundsatz sowohl die technischen Verfahren des mechanischen Recyclings als auch die technischen Verfahren des chemischen Recyclings zur Erreichung der Quote herangezogen werden.

Voraussetzung der Anrechnung des chemischen Recyclings auf die erstgenannte 22,5 Prozent-Quote („Verpackungsabfallmaterial zu Kunststoff“) ist allerdings, dass das Verpackungsabfallmaterial durch das chemische Recycling tatsächlich zu Kunststoff wird. Wenn dies also unter Anwendung nachvollziehbarer Allokationsregeln nachgewiesen werden kann und das chemische Recycling in Abhängigkeit von der Abfallstrombeschaffenheit das ökobilanziell bessere Verfahren ist, ist das chemische Recycling auch auf die materialspezifische stoffliche Verwertungsquote von 22,5 Prozent anrechenbar.

Die zweite Quote der EU-Verpackungsrichtlinie (reine „Recycling“-Quote) hebt allgemein auf „Recycling“ ab, ohne die abfallrechtliche Einstufung mittels Art der Materialsubstitution (werkstofflich / rohstofflich) noch die technische Variante (mechanisch / chemisch) zu spezifizieren. Zudem verweist die EU-Verpackungsrichtlinie hinsichtlich der Recyclingdefinition direkt auf die allgemeine Recyclingdefinition der EU-Abfallrahmenrichtlinie (s. o.), womit auch in diesem Fall eine Anrechnung des chemischen Recyclings auf die Quote eindeutig gegeben ist.

Nationale Verwertungsquoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle

Das deutsche Verpackungsgesetz übernimmt für den speziellen Fall der Kunststoff-Verpackungsabfälle in § 1 Abs. 4 zunächst einmal die stoffliche Verwertungsquote der EU-Verpackungsrichtlinie („Verpackungsabfallmaterial zu Kunststoff“) von 22,5 Gewichtsprozent. Adressat zur Erfüllung der Quote ist der Staat. Ergänzend hierzu fordert das Verpackungsgesetz von den Wirtschaftsbeteiligten in § 16 Abs. 2 speziell für den Bereich der Kunststoffverpackungen, dass Kunststoff-Verpackungsabfälle „*zu mindestens 90 Massenprozent einer Verwertung zuzuführen*“ sind. „*Dabei sind*

mindestens 65 Prozent und ab dem 1.1.2022 70 Prozent dieser Verwertungsquote durch werkstoffliche Verwertung sicherzustellen.“

Analog zu den vorstehenden Ausführungen zu den EU-Verwertungsquoten für Kunststoff-Verpackungsabfälle ist das chemische Recycling somit auch auf die jeweiligen nationalen Quoten des Verpackungsgesetzes anrechenbar. Dabei muss aber auch hier mittels Allokationsregelungen sichergestellt sein, dass die betroffenen Kunststoff-Verpackungsabfälle wieder zu Kunststoff werden bzw. dass die Definition der „werkstofflichen Verwertung“ des Verpackungsgesetzes (s. o.) erfüllt ist und dass das chemische Recycling in Abhängigkeit von der Abfallstrombeschaffenheit das ökobilanziell bessere Verfahren im Vergleich zum mechanischen Recycling ist. Auf dieser Basis ist eine Anrechnung des technischen Verfahrens des chemischen Recyclings auf die werkstofflichen Verwertungsquoten des Verpackungsgesetzes ebenfalls gerechtfertigt.

Zusammenfassend ist bzgl. des chemischen Recyclings daher festzuhalten, dass es im Grundsatz auf alle relevanten Quoten

- der EU-Abfallrahmenrichtlinie,
- der EU-Verpackungsrichtlinie,
- des Kreislaufwirtschaftsgesetzes wie auch
- des Verpackungsgesetzes

anrechenbar ist. Dies gilt es, im Rahmen einer technologieoffenen Gesetzesauslegung zu berücksichtigen.

Ansprechpartner:

Dr. Ingo Sartorius

Telefon: +49 (69) 2556-1309

E-Mail: ingo.sartorius@plasticseurope.org

Geschäftsführer

Geschäftsbereich Mensch und Umwelt

PlasticsEurope Deutschland e.V.

Mainzer Landstr. 55, 60329 Frankfurt

PlasticsEurope Deutschland e. V. ist der Verband der Kunststoffherzeuger in Deutschland und Teil der paneuropäischen Organisation PlasticsEurope mit Zentren in Brüssel, Frankfurt, London, Madrid, Mailand und Paris. Die über 100 Mitgliedsunternehmen produzieren mehr als 90 Prozent der Kunststoffe in den 28 EU-Mitgliedsstaaten, Norwegen, der Schweiz und der Türkei. Die europäische Kunststoff-Industrie leistet einen wesentlichen Beitrag zum Wohlstand in Europa, indem sie Innovationen Realität werden lässt, die Lebensqualität verbessert und Ressourceneffizienz und Klimaschutz ermöglicht. Die Kunststoff-Industrie, das sind die Kunststoffherzeuger (europäisch vertreten von PlasticsEurope), -verarbeiter (europäisch vertreten von der EuPC) und -maschinenbauer (europäisch vertreten von EUROMAP). Mehr als 1,5 Millionen Menschen arbeiten in etwa 60.000 Unternehmen und erwirtschaften einen Umsatz von über 350 Milliarden Euro im Jahr.

Prof. Dr. Winfried Golla

Telefon: +49 (69) 2556-1418

E-Mail: golla@vci.de

Wissenschaft, Technik und Umwelt

Bereich Umweltschutz, Anlagensicherheit, Verkehr

Verband der Chemischen Industrie e.V.

Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt

- Registernummer des EU-Transparenzregisters: 15423437054-40
- Der VCI ist in der „öffentlichen Liste über die Registrierung von Verbänden und deren Vertretern“ des Deutschen Bundestags registriert.

Der VCI vertritt die wirtschaftspolitischen Interessen von rund 1.700 deutschen Chemieunternehmen und deutschen Tochterunternehmen ausländischer Konzerne gegenüber Politik, Behörden, anderen Bereichen der Wirtschaft, der Wissenschaft und den Medien. Der VCI steht für mehr als 90 Prozent der deutschen Chemie. Die Branche setzte 2018 über 204 Milliarden Euro um und beschäftigte rund 462.000 Mitarbeiter.

Webseite: www.vci.de; Twitter: [@chemieverband.de](https://twitter.com/chemieverband.de)