

## DISKUSSIONSPAPIER

# Forschungspolitische Empfehlungen zum chemischen Kunststoffrecycling – neue Verfahren und Konzepte

## Executive Summary

Im Kontext des Klimawandels steht die chemische Industrie vor einer ihrer größten Herausforderungen: Der Umstellung ihrer Rohstoffbasis auf Treibhausneutralität. Eine Option für die Diversifizierung der Rohstoffbasis ist das chemische Recycling von Kunststoffen in Kombination mit dem Einsatz von synthetischen Kohlenwasserstoffen unter Nutzung von Kohlendioxid und „grünem“ Wasserstoff.

Die Experten der beteiligten Organisationen DECHEMA, Plastics Europe Deutschland und des VCI haben Forschungs- und Entwicklungsbedarf an der Schnittstelle von P2X-Sektorenkopplungs-Wasserstofftechnologien und dem chemischen Kunststoffrecycling identifiziert und geben mit diesem Diskussionspapier Anregungen für die Initiierung von Forschungsprogrammen der Bundesministerien und Aktivitäten der beteiligten Organisationen und ihrer Mitglieder:

- Das **Potential zum Ausbau des mechanischen und chemischen Kunststoffrecyclings ist beachtlich**. Dabei besteht zwischen dem mechanischen und dem chemischen Recycling eine **Komplementarität der Verwertungswege**. Chemische Recyclingverfahren ergänzen das mechanische Recycling insbesondere für Wertstoffströme, die dort nicht ökologisch und ökonomisch sinnvoll verarbeitet werden können. Von besonderer Bedeutung für das jeweilige chemische Kunststoffrecyclingverfahren ist die vorhergehende Aufbereitung der Abfallströme.
- **Mechanische und chemische Recyclingverfahren** sollten in Abhängigkeit von den Abfallqualitäten ggf. **in Kaskaden** angewendet werden, um das Recycling insgesamt zu optimieren und dabei eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Auch die verschiedenen chemischen Recyclingverfahren können sich ergänzen. Deren effektives synergistisches Zusammenwirken bedarf Kriterien, die noch weiter ausgearbeitet werden müssen. Dafür muss das chemische Kunststoffrecycling in Ergänzung zum mechanischen technologisch weiterentwickelt und die regulativ-politische Rahmenbedingungen adäquat gestaltet werden.
- **Wichtig für die Realisierung großtechnischer Anwendungen** von Pyrolyse- und Vergasungsverfahren **sind die Produktoptimierung und die Skalierung**.
- Es ist zu beachten, dass auch für die Aufarbeitung der Produkte der Kunststoffpyrolyse und damit für die Nutzbarmachung von auf diesem Wege recyceltem Kohlenstoff **Wasserstoff** benötigt wird. Dieser zusätzliche Wasserstoffbedarf muss in der Technologienentwicklung adäquat berücksichtigt werden.
- Im chemischen Recycling ist die **Etablierung von Demonstrationsanlagen** notwendig. Wichtig für den Aufbau zentraler Verfahren des chemischen Recyclings ist die kosteneffiziente logistische Einbindung der Ver- und Entsorgung in einen Chemiestandort.

- **Lebenszyklusbewertungen** (LCA) sind wichtig für die Begleitung der Technologieentwicklung, aber nur eingeschränkt geeignet für die Information auf der Ebene von politischen oder unternehmerischen Entscheidungen. Sie können nur zur Entscheidungsunterstützung dienen.
- **Regulatorische Rahmenbedingungen** sind oft entscheidend für die Etablierung alternativer technologischer Optionen. Insbesondere die adäquate Berücksichtigung des chemischen Recyclings im Abfallrecht ist für die Chemieindustrie eine Grundvoraussetzung.
- **Forschungs- und Förderungsbedarf** hinsichtlich der Wasserstoffnutzung für den Einsatz in chemischen Recyclingprozessen bestehen insbesondere hinsichtlich des Wasserstoffeinsatzes in der Pyrolyse, der Hydrierungen, der Reaktionsführung und der effizienten Kopplung der Abfallverwertungs- mit der chemischen Industrie. Hierbei ist ein starker Fokus auf das Thema Nachbehandlung der Pyrolyseprodukte zur anschließenden Weiterverarbeitung in chemischen Produktionsprozessen zu legen. Grundsätzlich ist eine System- und Technologieoffenheit in der Wertschöpfungskette anzustreben, d. h. die Verfahren zum chemischen Recycling sollten als sich ergänzende Verfahren in einer mechanisch/chemischen Verfahrenskaskade konzipiert werden.
- **Weitere Herausforderungen** liegen in der Erhöhung der technologischen Reife, im Scale-up, in den Investments in Demonstrationsvorhaben und Reallaboren, im Aufbau von Infrastrukturen wie Wasserstoff-Pipelines und in der Kostenreduktion für die Erzeugung und anschließender Nutzungsmöglichkeit von grünem Wasserstoff, in der Zertifizierung des Recyclinganteils im Pyrolyseprodukt und in der Akzeptanz von chemischen Recyclingtechnologien.
- **Zentrale Entwicklungskriterien für Technologien** zum chemischen Recycling werden beschrieben. Dazu gehören auch Wege zur Minimierung des Anteils von Heteroatomen. An der Basis der Technologieentwicklung zum chemischen Recycling bleibt **Grundlagenforschung** wichtig, wie z.B. nicht zuletzt grundlegende Untersuchungen zur Energiebilanz des Kohlenstoffkreislaufs.

Darüber hinaus werden **Empfehlungen zu übergreifenden Fragestellungen** hinsichtlich der Abfallströme, des Marktes und der Nutzung & Bedarf von hergestelltem Rezyklat abgeleitet.

#### Ansprechpartner bei VCI, PED, BKV

Dr. Martin Reuter, Verband der Chemischen Industrie e.V., Forschungs- und Innovationspolitik, Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt, Tel.: +49 (69) 2556-1584, E-Mail: [reuter@vci.de](mailto:reuter@vci.de); Dr. Ingo Sartorius, PlasticsEurope Deutschland e.V., Mainzer Landstr. 55, 60329 Frankfurt, Tel.: +49 (69) 2556-1309, E-Mail: [ingo.sartorius@plasticseurope.org](mailto:ingo.sartorius@plasticseurope.org); Ulrich Schlotter, BKV GmbH, Mainzer Landstr. 55, 60329 Frankfurt, Tel.: +49 (69) 2556-1922, E-Mail: [Ulrich.Schlotter@bkv-gmbh.de](mailto:Ulrich.Schlotter@bkv-gmbh.de).

*Website: [www.vci.de](http://www.vci.de); Twitter: @chemieverband*; 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 % der deutschen Chemie. 2019 setzte die Branche 193 Mrd. Euro um und beschäftigte rund 464.800 Mitarbeiter.

#### Ansprechpartner in der DECHEMA

Dr. Florian Ausfelder, [florian.ausfelder@dechema.de](mailto:florian.ausfelder@dechema.de); Katja Wendler, [katja.wendler@dechema.de](mailto:katja.wendler@dechema.de); DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie, Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main