Fraunhofer CCPE nimmt Stellung

Künstliche Intelligenz in der Kunststoffwertschöpfungskette bis 2030

Mit dem Format »Fraunhofer CCPE nimmt Stellung« greifen wir Themen auf, die Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft beschäftigen. Als Forschende möchten wir Stellung beziehen und in kontroversen Debatten zur Versachlichung beitragen. Gleichzeitig zeigen wir auf, wo wir als Institute des Fraunhofer Clusters of Excellence Circular Plastics Economy CCPE Lösungen für wirtschaftliche Herausforderungen anbieten können.

Unsere Positionen entstehen im kollegialen Austausch und spiegeln den Meinungsbildungsprozess innerhalb von Fraunhofer CCPE wider. Vertiefende Analysen und auch unterschiedliche Ansichten stellen wir im ausführlichen Hintergrundbericht »Umfeldanalyse und Umfrage: Künstliche Intelligenz in der Kunststoffwertschöpfungskette bis 2030« transparent dar.

Hintergrund und Betrachtungsrahmen

Die industrielle Nutzung von Kunststoffen steht vor großen Herausforderungen und gleichzeitig neuen Chancen. Nach jahrelangem Anstieg sinken in Deutschland und anderen europäischen Ländern derzeit die Herstellung, Verarbeitung und das Recycling von Kunststoffen im Vergleich zu den Vorjahren [Plastics Europe-2025]. Gleichzeitig verschärfen regulatorische Anforderungen (z. B. im Bereich Rezyklateinsatz, Ecodesign und dem digitalen Produktpass) den Druck zu mehr Kreislauffähigkeit und Transparenz [Europäische Union-2024a; Europäische Union-2024b]. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) beeinflusst viele Branchen und geht auch an der Kunststoffindustrie nicht vorüber. Aufgrund der hohen Dynamik und der niedrigen KI-Adoptionsrate bleiben viele Potenziale im Design, in der Verarbeitung und im Recycling noch ungenutzt. Dieses Positionspapier fasst den Stand und das Potenzial für den Einsatz von KI in der Kunststoffwertschöpfung bis 2030 aus Sicht des Clusters zusammen.

Datengrundlage: Das Positionspapier basiert auf einer Umfeldanalyse öffentlich zugänglicher Quellen sowie einer Expert*innenumfrage mit 46 Teilnehmenden bei Fraunhofer CCPE und Projektpartnern der Forschungsprojekte »KIOptiPack« und »K^{3}ICycling« des geförderten KI-Hub Kunststoffverpackungen durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR).

Ziel: Zusammenstellung von konkreten Empfehlungen an Industrie, Politik und Forschung, um intelligente Kreisläufe für Kunststoffe bis 2030 zu fördern.

Im Fokus: KI in der Kunststoffwertschöpfung

Künstliche Intelligenz (KI): KI umfasst datenbasierte Verfahren – insbesondere maschinelles Lernen und Deep Learning –, die Muster in Daten erkennen, Vorhersagen treffen, eigene Inhalte generieren und Entscheidungen unterstützen oder (Teil-)aufgaben erlernen sowie agentenbasiert automatisieren können. Die Umfeldanalyse und Umfrage zeigen, dass die Kunststoffindustrie KI bereits für Bildverarbeitung, Prozessregelung und Qualitätssicherung nutzt.

Fragestellungen und Positionen

Das Positionspapier liefert Empehlungen und eine Prioritätenliste aus der anwendungsorientierten und technologie-getriebenen Sichtweise des Fraunhofer CCPE, ergänzt um Perspektiven der Verbundpartner der bis Ende 2025 BMFTR-geförderten KI-Hubs für Kunststoffverpackungen. Es richtet sich primär an Industrieakteure entlang der Kunststoffwertschöpfungskette sowie an Forschung und Politik. Die **Fragestellung** lautet: »Wie lässt sich KI in der Kunststoffwertschöpfung bis 2030 als zentraler Hebel einsetzen, um Material-, Prozess- und Datendefizite zu beheben, und welche Potenziale und Hemmnisse gibt es auf diesem Weg«?

Auf Basis unserer Umfeldanalyse, der KI-gestützten Thesenbildung und der Befragung von 46 Expert*innen zeichnet das Positionspapier ein konsistentes Bild der Rolle von KI in der Kunststoffwertschöpfung bis 2030. Das methodische Vorgehen ist im Hintergrundbericht im Detail beschrieben. Das Positionspapier liefert folgende Kernbotschaften:

- KI ist bereits heute in klar abgegrenzten Anwendungen der Kunststoffwertschöpfung leistungsfähig und wird bis 2030 als zentraler Hebel zur Steigerung von Effizienz, Qualität und Kreislauffähigkeit gesehen.
- Der Engpass für intelligente, durchgängige Kreisläufe liegt weniger in technischen Innovationen als in fehlenden, interoperablen Datenbasen, Standards, Governance-Strukturen und tragfähigen Geschäftsmodellen.
- Wirtschaftlichkeit, Verteilung von Kosten und Nutzen, Haftungsfragen sowie ein praktikabler, risiko-orientierter Regulierungsrahmen entscheiden, ob KI-Lösungen aus Piloten in den industriellen Dauerbetrieb skaliert werden.
- KI ist ein wichtiger, aber nicht der einzige Hebel: Design for Recycling, robuste Sammel- und Recyclinginfrastruktur und klare Regulierung bleiben unverzichtbare Grundpfeiler der zirkulären Kunststoffwirtschaft.

Im Fokus: Zitate der befragten Expert*innen

Datenverfügbarkeit:
»Ohne eine gemeinsame, verlässliche Datenbasis [werden] alle weiteren KI- und Digitalisierungsansätze in der Kunststoff-wertschöpfungskette Stückwerk bleiben.«
»Häufig liegen die Daten irgendwo unstrukturiert oder schlecht dokumentiert ab. Historisch sind unsere Datenablagen für den Menschen und nicht für Maschinen lesbar. Es braucht neue Strukturen, um Daten langfristig für KI-Anwendungen und über mehrere Stakeholder sicher zur Verfügung zu stellen.«

Wirtschaftlichkeit:
»Ich bin der Meinung, dass der wichtigste Treiber für den Ausbau der Druck aus dem (internationalen) Markt ist. Ohne disruptive Impulse bietet das Verharren im Status Quo ausreichend Vorteile.«

Regulierung:
Pro-Argument: »Niemand kann das langfristige Risiko durch KI beim aktuellen Entwicklungstempo ernsthaft abschätzen. Die Politik sollte überall streng regulieren. Ein unbekanntes Risiko sollte bei einer so tiefgreifenden Technologie immer als hoch eingestuft werden.«
Kritische Perspektive: »Ich denke eher, der Rechtsrahmen könnte die Entwicklung der KI bremsen, weniger deren Einsatz.«

Akzeptanz und Kompetenzen:
»Nutzen, Erklärbarkeit und klare menschliche Verantwortung schaffen Vertrauen und Akzeptanz.«
»Die Frage ist, ob wir langfristig durch den Einsatz von KI unser eigenes Know-how/unsere Fähigkeiten vergessen, da wir uns auf die neue Intelligenz verlassen.«

Im Fokus: KI ist keine Lösung für alles

Im Grunde sind es mathematische Modelle, die viele komplexe Probleme lösen können, aber KI ist nicht der einzige Hebel, der betrachtet werden sollte. Für eine durchgängige Lösung, um den Kunststoffkreislauf zu optimieren, braucht es weitaus mehr als mathematische Modelle. Design for Recycling, Vereinfachung von Produkten, robuste Sammel- und Recyclinginfrastruktur und klare Regulierung bleiben unverzichtbare Grundpfeiler der zirkulären Kunststoffwirtschaft.

Notwendige Schritte und Empfehlungen

Technisch hält die Mehrheit der Befragten den verstärkten Einsatz von KI-Lösungen für machbar. Die Empfehlungen der Expert*innen adressierten vor allem Engpässe in:

- Standardisierung und Integration in heterogenen Unternehmenslandschaften,
- IP-Konflikten und Datenteilungsbereitschaft,
- wirtschaftlichen und psychologischen Faktoren (fehlender Business Case und Risikowahrnehmung),
- Koordination auf EU- und globaler Ebene.

Weitere Potenziale liegen in verschiedenen organisatorischen Maßnahmen. Beispielweise werden der Aufbau von Partnerschaften, Reallaboren und gemeinsame Plattformen als notwendige Schritte bewertet. Gleichzeitig besteht Skepsis, dass ohne klare Governance und Geschäftsmodelle viele parallele, konkurrierende Initiativen entstehen. Aus diesem Grund sehen viele Befragte die Notwendigkeit von Allianzen und industrienahen Forschungsaktivitäten als Bindeglied und wichtigen nächsten Schritt der Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie.

Mehrere Expert*innen weisen auf die unterschiedliche Rolle von kleinen und großen Unternehmen hin. Gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bedeutet das oft überproportional Integrations-, Daten- und Compliance-Kosten, obwohl sie weniger Ressourcen haben. Große Konzerne und Anlagenbauer könnten Standards und Datenräume von oben treiben, um sich selbst klare Wettbewerbsvorteile zu sichern. Besonders im Bereich der Abfallwirtschaft und dem Recycling betonten einige Expert*innen die Notwendigkeit einer spezifischen Unterstützung für KMUs, da diese einen systemkritischen Bereich darstellen. Eine spezifische Unterstützung der KMUs ist notwendig, um digitale Spaltung zu vermeiden, zirkuläre Kunststoffströme überhaupt realisieren zu können und die regulatorisch geforderte Transparenz und Verlässlichkeit der Daten sicherzustellen.

KI selbst kann einen erheblichen Energie- und Ressourcenbedarf haben (z. B. für Training und Rechenzentren). Der Nettoeffekt auf die Gesellschaft und Umwelt ist nicht automatisch positiv. Dieser ist von vielen Faktoren abhängig und daher komplex zu bewerten. Mehrere Expert*innen weisen auf die Notwendigkeit hin, den ökologischen Fußabdruck von KI-basierten Lösungen im Kontext Kreislaufwirtschaft von Kunststoffen systematisch zu bilanzieren.

Prioritäten bis 2030: Unter den Prioritäten bis 2030 verdeutlichen jedoch auch einige Befragte, dass KI zwar ein zentraler Hebel zur Nutzung und Schließung von Daten-, Material- und Prozesslücken ist, jedoch ersetzt er nicht die klassischen Hebel wie gutes Design, robuste Infrastruktur und klare regulatorische Leitplanken.

Unsere Prioritäten sind:

1. Aufbau und Nutzung gemeinsamer Datenplattformen, auf denen alle Beteiligten entlang der Kunststoffwertschöpfungskette Material-, Prozess-, Qualitäts- und Lebenszyklusdaten nach einheitlichen, branchenspezifischen »Daten-Sprachregeln« (Ontologien/Standards) strukturiert ablegen und austauschen können – als Grundlage für verlässliche KI-Anwendungen und digitale Produktpässe.
2. Entwicklung, Erprobung und Skalierung hybrider, erklärbarer und unsicherheitsbewusster KI-Modelle in Reallaboren und End-to-End-Demonstratoren vom Design über Verarbeitung, Sammlung und Sortierung bis zum Rezyklat – einschließlich belastbarer Bewertungen zu Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkung.
3. Gestaltung von Governance-, Geschäfts- und Ausbildungsmodellen, die Datenteilung, vertrauenswürdige Nutzung von KI und den Aufbau von Brückenkompetenzen zwischen Material/Prozess, Daten/KI und Betrieb in Industrie, Forschung und Verwaltung ermöglichen.

Fraunhofer CCPE wird diese Prioritäten als neutraler, industrienaher Forschungspartner vorantreiben, indem der Cluster KI-Anwendungen und Modellstandards mitentwickelt sowie Demonstrationsprojekte durchführt und gemeinsam mit Partnern die Brücke zwischen Forschung, Industrie und Politik für eine zirkuläre Kunststoffwirtschaft bis 2030 schlägt.

Quellenverzeichnis

[Europäische Union-2024a] Europäische Union: Sustainable packaging: Council signs off on new rules for less waste and more re-use in the EU. Brüssel, 16. Dezember 2024, Link: EU's Digital Product Passport: Advancing transparency and sustainability. Brüssel, 27. September 2024, Link: data.europa.eu/en/news-events/news/eus-digital-product-passport-advancing-transparency-and-sustainability, zuletzt abgerufen am 12.02.2026

[Europäische Union-2024b] Europäische Union: https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/12/16/sustainable-packaging-council-signs-off-on-new-rules-for-less-waste-and-more-re-use-in-the-eu/, zuletzt abgerufen am 12.02.2026

[Plastics Europe-2025] Plastics Europe: Europas Kunststoffindustrie verliert an Boden – Wettbewerbsfähigkeit sinkt spürbar. Brüssel, 8. Oktober 2025, Link: https://plasticseurope.org/de/2025/10/08/europaeische-kunststoffindustrie-am-abgrund-wettbewerbsfaehigkeit-bricht-ein/, zuletzt abgerufen am 12.02.2026

Weitere Infos zu den KI-Hubs Kunststoffverpackungen und den BMFTR-geförderten Forschungsprojekten »KIOptiPack« und »K^{3}ICycling« finden Sie unter: https://ki-hub-kunststoffverpackungen.de/

Über Fraunhofer CCPE

Der Fraunhofer **Cluster of Excellence Circular Plastics Economy CCPE** bündelt die Kompetenzen von sechs Fraunhofer-Instituten, um anwendungsnahe Lösungen für die Kunststoffkreislaufwirtschaft zu entwickeln. Mit modernsten Anlagen, eigenem Know-how und einem interdisziplinären Team umfasst der Cluster eine Vielzahl von Produkten, Technologien und Dienstleistungen. Dabei erforscht und stärkt Fraunhofer CCPE auch das Potenzial innovativer KI-Technologien entlang der Wertschöpfungskette von Kunststoffen. Aus Sicht von Fraunhofer CCPE kann KI ihr Potenzial für eine zirkuläre Kunststoffwirtschaft bis 2030 nur entfalten, wenn technische Exzellenz mit systemischer Perspektive, offenen Datenstrukturen und verantwortungsvoller Forschung verknüpft werden.

Fraunhofer CCPE versteht **KI als zentralen Hebel zur Schließung von Material-, Prozess- und Datenlücken**. Prioritäten haben interoperable Datenräume, domänenspezifische Standards und hybride, erklärbare KI-Modelle, die entlang realer Wertschöpfungsketten validiert werden. Gleichzeitig nimmt der Cluster die Rolle eines neutralen Brückenbauers zwischen Industrie, Forschung und Politik ein, um vertrauenswürdige Best Practices, gemeinsames Lernen und skalierbare Lösungen zu ermöglichen. Die im Positionspapier formulierten Thesen und Empfehlungen spiegeln diese Haltung wider. Sie zielen auf eine europäisch wettbewerbsfähige, ressourceneffiziente und gesellschaftlich akzeptierte Nutzung von KI in der Kunststoffwertschöpfung, bei der ökonomische, ökologische und soziale Ziele explizit ausbalanciert werden.

Mehr zu Fraunhofer CCPE:
https://www.ccpe.fraunhofer.de/

Bitte zitieren Sie das Positionspapier wie folgt:

Kerps, A.; Hiebel, M.; Weßling, K.; Kopka, J.-P., Meller, P.: Künstliche Intelligenz in der Kunststoffwertschöpfungskette bis 2030, Fraunhofer Cluster of Excellence Circular Plastics Economy CCPE (Hrsg.), Oberhausen/Dortmund, März 2026. DOI:10.24406/publica-8141.

Kontakt

Herausgeber
Fraunhofer Cluster of Excellence
Circular Plastics Economy CCPE

Geschäftsstelle des Clusters:
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Str. 3
46047 Oberhausen
www.umsicht.fraunhofer.de

Ansprechperson der Geschäftsstelle:
Dr.-Ing. Hartmut Pflaum
Geschäftsstelle
Tel. 0208 8598-1171
hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de

Ansprechperson zu diesem Positionspapier:
Dr.-Ing. Anna Kerps
Research Department: Circular Logistics and Sustainability
Tel. +49 208 8598-1588
anna.kerps@umsicht.fraunhofer.de

Mitwirkende:
Dr.-Ing. Markus Hiebel
Research Department: Circular Logistics and Sustainability

Katharina Weßling
Referentin der Geschäftsstelle CCPE

Jan-Philip Kopka
Research Department: Circular Logistics and Sustainability

Patrick Meller
AI Innovation Lead

© Fraunhofer CCPE, März 2026