



CircuTray-UP - Kreislaufwirtschaft für PET-Schalen in der Lebensmittelverpackung

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Das Forschungsteam von „CircuTray-UP“ arbeitet an neuen Sortier- und Aufbereitungstechnologien für PET-Schalen. Damit sollen aus diesen Food- und Non-Food-Verpackungen neue, sichere Lebensmittelverpackungen produziert werden. Im technischen Maßstab demonstriert „CircuTray-UP“ ein Verfahren für den Kreislauf von PET-Verpackungen.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ gefördert. „KuRT“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf die hochwertige Kreislaufführung von Kunststoffen.

Kreislauf für Post-Consumer-PET-Schalen

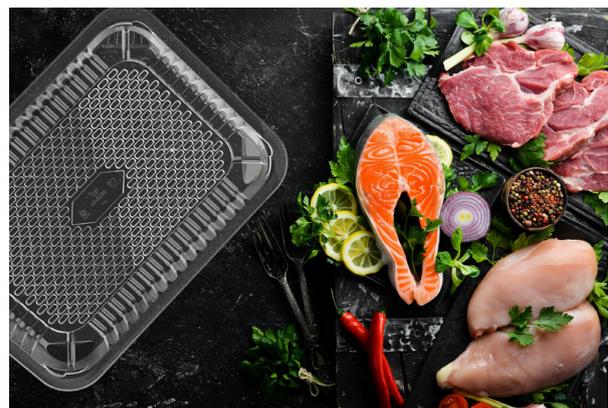
PET-Schalen werden im Alltag für die Verpackung von Lebensmitteln wie Fleisch, Fisch, Obst und Gemüse oder Take-away-Produkte eingesetzt, sie finden indes auch breite Verwendung im Non-Food-Bereich. Die Schalen sind aus dem gleichen Material gefertigt wie Getränkeflaschen: aus Polyethylenterephthalat (PET). Für diesen Kunststoff besteht ein weit verbreitetes, etabliertes und erfolgreiches Recyclingkonzept.

Schalen aus PET werden durch die derzeitige Technik nicht hochwertig recycelt. Das gilt sowohl für Mono-Material als auch für Mehrschicht-Verbünde mit PE oder anderen Polymeren. Sie werden in Leichtstoffverpackungs-Sortieranlagen (LVP) in PET-Fractionen sortiert. Ein beträchtlicher Anteil dieses Materials endet anschließend in der energetischen Verwertung und ist für den PET-Kreislauf verloren.

Die geringe Verarbeitung von Post-Consumer-PET-Schalen, sogenannten Trays, begründet sich vor allem durch einen hohen Fremdkunststoffanteil (PE, EVOH, EVA, PUR) und durch Tray-spezifische Materialeigenschaften. Diese wirken sich nachteilig in den Aufbereitungsanlagen aus, die auf PET-Flaschen ausgerichtet sind. Zudem werden über die dualen Systeme Food- und Non-Food-Trays gemeinsam erfasst. Das stellt die lebensmittelrechtliche Konformität eines Wiedereinsatzes im Lebensmittelsektor infrage.

Recycling durch optimierte Trenntechnik

Zum Vorgehen der „CircuTray-UP“-Forschenden: Die Umsetzungsphase startet mit aktuell verfügbaren PET-Schalenfraktionen, die in modernen



PET-Schalen werden im Food- und Non-Food-Bereich eingesetzt.

LVP-Sortieranlagen gewonnen werden. Für eine direkte Weiterverwendung weisen sie deutlich zu hohe Fremdmaterialanteile auf. Die drei Projektpartner Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV, SRH Kunststoffe und Unisensor arbeiten an einer positiven Sortierung von Mono-PET-Schalen und einer anschließenden optimierten mechanischen Aufbereitung. Aus Rückstandsfraktionen mit hohem Anteil an Mehrschicht-PET-Sortierfraktionen und Verfahrensrückständen erzeugen das Fraunhofer IVV und das Unternehmen LÖMI im weiteren Projektverlauf PET-Rezyklate – mit Hilfe eines physikalischen lösungsmittelbasierten Recyclings. Das Öko-Institut bilanziert die innovativen Produkte sowie Prozesse und bewertet ihre Nachhaltigkeit.

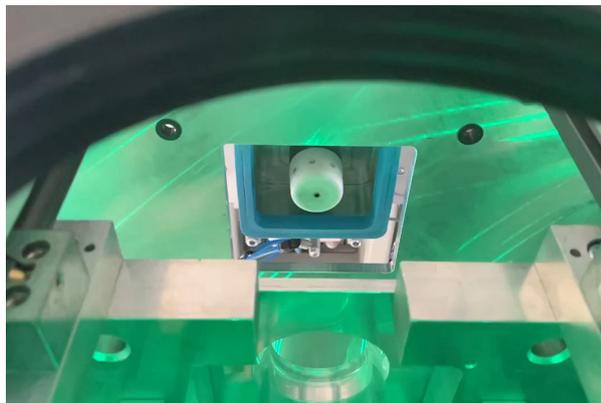
In einem weiteren Schritt werden die Unternehmen Reifenhäuser und silver plastics die PET-Rezyklate zu Folien verarbeiten, mit einer Migrationsbarriere aus PET-Neuware kaschieren und Trays tiefziehen.

Das Fraunhofer IVV überprüft die Funktion der Barriere und garantiert so den sicheren Einsatz sowie die Recyclingfähigkeit der Trays am Lebensende.

Großes Potenzial für Kreislauf

Das Konzept hat ein großes Potenzial für die Kreislaufwirtschaft: Derzeit werden pro Jahr rund 430 Kilotonnen PET-Rezyklate hergestellt, von denen lediglich 162 Kilotonnen wieder in Lebensmittelverpackungen, in PET-Flaschen, eingesetzt werden. Gelingt in Deutschland die flächendeckende Verarbeitung der von den dualen Systemen erfassten PET-Trays - etwa 120 Kilotonnen - zu hochwertigem PET und ihre lebensmittelkonforme Gestaltung, könnte die Ausbeute nahezu verdoppelt werden. Zudem stellt eine flächendeckende Rezyklierung von PET-Trays die bisher einzige Möglichkeit dar, PET-Rezyklate für die Produktion von Trays mit PET bereit zu stellen, ohne den etablierten Kreislauf von PET-Flaschen zu stören.

Die Umsetzung der Projektergebnisse übernehmen der PET-Aufbereiter SRH und der PET-Tray-Hersteller silver plastics. Das noch benötigte Equipment der zirkulären Wertschöpfungskette stellen die Anlagenhersteller Reifenhäuser und LÖMI. Eine begleitende Ergebniskommunikation mit anderen Beteiligten der Wertschöpfungskette soll die zügige und flächendeckende Implementierung der Technologien im europäischen Wirtschaftsraum unterstützen.



Ein Thermoformversuchsstand für das PET-Recyclen.

Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Projekttitle

CircuTray-UP – Innovative Technologien zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft für PET-Schalen in der Lebensmittelverpackung

Laufzeit

01.11.2023–31.10.2026

Förderkennzeichen

033R389A

Fördervolumen des Verbundes

2.118.931 Euro

Kontakt

Martin Schlummer
Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung
Giggenhauser Str. 35
85354 Freising
Telefon: 08161 491750
E-Mail: martin.schlummer@ivv.fraunhofer.de

Weitere Projektbeteiligte

SRH Kunststoffe; silver plastics GmbH & Co. Kommanditgesellschaft; Reifenhäuser Cast Sheet Coating GmbH & Co. KG; UNISENSOR Sensorsysteme GmbH; LÖMI GmbH Großostheim; Öko-Institut. Institut für angewandte Ökologie e. V.

Internet

bmbf-kurt.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Januar 2024

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft;
Geoforschung
Projektträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

S. 1: silver plastics
S. 2: Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und
Verpackung IVV



HydroCycling – Chemisches Altkunststoff-Recycling zu petrochemischen Grund- und Rohstoffen

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Das „HydroCycling“-Projektteam erarbeitet einen integrierten, petrochemischen Wertschöpfungskreislauf für gemischte Altkunststoffe aus verschiedenen Abfallströmen. Durch katalytische Behandlung dieser Altkunststoffe mit Wasserstoff werden petrochemische Rohstoffe und Basis-Chemikalien gewonnen. Damit ergänzt „HydroCycling“ aktuelle technische Lösungen wie Pyrolyse- oder Vergasungsverfahren.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ gefördert. „KuRT“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf die hochwertige Kreislaufführung von Kunststoffen.

Rohstoffliche Verwertung von Altkunststoffen

Beim werkstofflichen – dem mechanischen – Recycling von Altkunststoffen begrenzen Polymer-Schädigungen; die Kombination mehrerer Polymere zu „blends“ und Verbundmaterialien wie Multilayerfolien oder Fremdstoffe wie Füllstoffe, Farbstoffe, Weichmacher, Produktanhaftungen, die Anzahl der Recyclingzyklen.

Eine innovative Ergänzung ist das rohstoffliche Recycling – die chemische Rückspaltung in kleine Moleküle und ein anschließender Wiederaufbau zu Polymer-Neuware. Mit diesen chemischen Recyclingverfahren können recycelte Altkunststoffe als Rohstoff für die Herstellung neuwertiger Kunststoffartikel genutzt werden. Die Kombination und Komplementarität von rohstofflichen und werkstofflichen Verfahren kann die Quantität recycelter Altkunststoffe und die Qualität der Rezyklate signifikant steigern.

Chemische Recycling-Verfahren eignen sich zum Beispiel für Altkunststoffe, die bei der Altmetallverwertung in Nebenausbeute anfallen, sogenannte Schredderleichtfraktionen. Auch Altkunststoffe aus dem Baubereich, insbesondere bromhaltige, aufgeschäumte Polystyrol-Materialien, sowie Fraktionen, die bei der Verwertung von Elektrik- und Elektronik-Altgeräten in Nebenausbeute gewonnen werden, können chemisch recycelt werden. Für diese und weitere Fraktionen werden im „HydroCycling“-Vorhaben Konzepte für die mechanische Aufbereitung und die nachfolgende katalytisch-chemische Umsetzung zu petrochemischen Rohstoffen und Basischemikalien entwickelt.



Das „HydroCycling“-Ausgangsmaterial.

HydroCycling - vom Labor zum Demonstrator

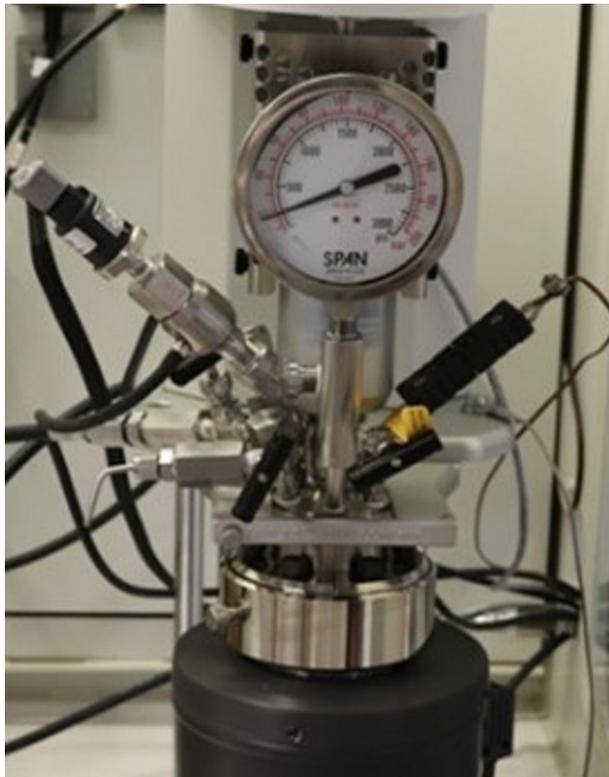
Derzeit favorisiert die Industrie zwei chemische Recycling-Routen: Zum einen über die Pyrolyse von Altkunststoffen und Nutzung der Pyrolyseöle als petrochemische Rohstoffe. Die zweite Route: Vergasung und Erzeugung petrochemischer Polymer-Bausteine aus Synthesegas. „HydroCycling“ versucht zusätzlich, molekulare Strukturen der Altkunststoffe weitgehend zu erhalten und mit Hydrierung petrochemische Rohstoffe und Basischemikalien zu gewinnen.

Katalytische Hydrierungen von Polymeren sind wissenschaftlich vielfach beschrieben worden. Abhängig von verwendeten Katalysatoren und Betriebsbedingungen wurden dabei verschiedene Polymere in Reinsubstanz oder auch in Mischungen, z. B. mit Raffinerieströmen, umgesetzt. In „Hydro-Cycling“

soll zudem der Einfluss der Zusammensetzung verfügbarer, realer Kunststoffabfälle auf die Hydrierung untersucht werden. Vorzuschaltende Aufbereitungsschritte sollen experimentell ausgearbeitet werden. Dabei gilt es, störende Fremdstoffe aus den Kunststoffabfällen zu entfernen, um brauchbare Einsatzstoffe für das HydroCycling zu gewinnen. Sie werden im Labormaßstab durch katalytische Hydrierung zu Kohlenwasserstoffgemischen umgesetzt. Für diese wird eine Produktaufarbeitung und -verwertung im Verbund einer kommerziellen HydroCycling-Anlage mit einem Raffinerie- oder Petrochemiestandort simuliert. Ein wichtiges Ziel ist ein Konzept für einen Demonstrator in einem Anschluss-Vorhaben. Das im Labormaßstab in Einzelschritten entwickelte Verfahren könnte zusammengefügt, seine Wirkungsweise demonstriert und erste Produkt-Mustermengen erzeugt werden.

Umsetzung und ganzheitliche Bewertung

Übergreifend zu diesen Arbeiten findet im Vorhaben eine umfassende Bewertung des HydroCycling-Konzeptes aus techno-ökonomischer, ökologischer, regulatorischer sowie patentrechtlicher Sicht statt. Dies ist Voraussetzung für eine industrielle Umsetzung des neuen Verfahrens.



Autoklav für Hydrierversuche an Altkunststoffen und Modellmischungen.

Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Projekttitel

HydroCycling – Chemisches Altkunststoff-Recycling zu petrochemischen Grund- und Rohstoffen

Laufzeit

01.10.2023 – 30.09.2026

Förderkennzeichen

033R386

Fördervolumen des Verbundes

5.145.000 Euro

Kontakt

Michael Bender
BASF SE
Carl-Bosch-Str. 38
67056 Ludwigshafen
Telefon: 0626 056235
E-Mail: michael.bender@basf.com

Weitere Projektbeteiligte

BP Europa SE; DBI Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg; Theo Steil GmbH; Technische Universität Berlin (TUB) mit den ausführenden Stellen PTK: Fachgebiet für Polymerwerkstoffe und -technologien; EVUR: Fachgebiet für Energie-verfahrenstechnik und Umwandlungstechniken regenerativer Energien; sowie BasCat, das UniCat BASF JointLab

Internet

bmbf-kurt.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Januar 2024

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft;
Geoforschung
Projekträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

S. 1: Theo Steil GmbH, Trier
S. 2: Technische Universität Berlin



pool-in-loop – Depolymerisationsverfahren für polyolefinhaltige Kunststoffabfälle

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Im Verbundvorhaben „pool-in-loop“ wird an der Entwicklung eines nachhaltigen chemischen Recyclingverfahrens für eine zukunftsorientierte Kohlenstoffkreislaufwirtschaft gearbeitet. Speziell formulierte Katalysatoren wandeln dabei kunststoffhaltige Abfälle, die bisher thermisch verwertet werden, direkt zu kurzkettigen Olefinen um. Damit können mit diesem Verfahren, ohne aufwendige Zwischenschritte, die Basis-Chemikalien für neue Kunststoffe erzeugt werden.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ gefördert. „KuRT“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf die hochwertige Kreislaufführung von Kunststoffen.

Der Innovationsansatz

Die neun Partnerinnen und Partner von „pool-in-loop“ haben sich zusammengeschlossen, um polyolefinische Kunststoffabfälle, die bisher thermisch verwertet werden, chemisch zu recyceln. Zielprodukte sind Monomere. Diese können direkt nach der Umsetzung der Kunststoffabfälle ohne aufwendige Zwischenstufen wieder für die Kunststoffherstellung verwendet werden.

Dieses Recyclingverfahren ist eine Innovation für die Abfallwirtschaft und für die Kunststoffproduktion. Zum einen können minderwertige Reststofffraktionen der rohstofflichen Verwertung zugeführt werden. Zum anderen können kohlendioxidarme recycelte Basis-Chemikalien für die Kunststoffherstellung bereitgestellt werden. Dafür wird im Projektverlauf der Technologiereifegrad von aktuell vier – dem Labormaßstab – auf sieben – dem Prototypen im betrieblichen Einsatz – angehoben. Diese Entwicklung begleitet das „pool-in-loop“-Forschungsteam durch eine stetige Analyse möglicher Entwicklungspfade. In die Betrachtungen fließen die ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen ein.

Der Innovationsgrad

Zur Entwicklung dieses nachhaltigen Verfahrens entwickeln die Forschenden eine eduktspezifische Anpassung der Katalysatoren sowie eine spezielle Formulierung dieser Katalysatoren. Durch deren Einsatz werden hauptsächlich Gase unterschiedlicher Zusammensetzung mit kurzkettigen Olefinen wie Ethen, Propen und Butenen als Hauptkomponenten



Die „pool-in-loop“-Versuchsanlage: Ein Drehrohrreaktor.

erzeugt. Diese wiederum lassen sich unaufwendig über geeignete Verfahren von störenden Heteroatomen wie Chlor, Stickstoff-, Schwefel- und Sauerstoffkomponenten aufreinigen. Die übliche Aufreinigung der Pyrolyseprodukte durch eine Hydrierung und der damit verbundene Verlust der Olefine, sowie die Spaltung in einem Steam-Cracker-Ofen können so entfallen.

Auf Grundlage von Versuchen im Labormaßstab nehmen die „pool-in-loop“-Forschenden Berechnungen vor, wie hoch mit diesem Verfahren die Ausbeute an Wertprodukten ist. Sie schätzen, dass eine deutliche Erhöhung der Ausbeute um 46 Prozent möglich ist. Auch Treibhausgase können um 44 Prozent reduziert werden. Eine weitere Minderung der Treibhausgasemissionen kann über eine sogenannte lastflexible Fahrweise erreicht werden. Je nach Angebot regenerativ erzeugter

Energie können entsprechende Sortierfraktionen als Einsatzstoff, durch Anpassung der Fahrweise, zu Produkten mit unterschiedlicher Zusammensetzung umgesetzt werden.



Agglomerierte Folienreste werden im Laborbetrieb eingesetzt.

Gesellschaftlicher Mehrwert

Die katalytische Spaltung hat das Potenzial, als nachhaltige und energieeffiziente Methode des chemischen Recyclings für polyolefinreiche Kunststofffraktionen etabliert zu werden. Sie zielt auf Reststofffraktionen (Post-Consumer) ab, die bisher thermisch verwertet werden müssen, und stellt Ausgangsstoffe für die Chemie und die Kunststoffindustrie bereit.

Das von „pool-in-loop“ forcierte Verfahren ergänzt damit das werkstoffliche Recycling und ermöglicht die effiziente Schließung von Stoffkreisläufen. Durch die stoffliche Verwertung bislang nur thermisch genutzter Kunststoffabfälle werden Stoffströme in den Kunststoffkreislauf einbezogen, die bisher verloren gegangen sind. Damit werden die prioritären Ziele der Fördermaßnahme „KuRT“ – eine verbesserte Kreislaufführung für Kunststoffe und die damit verbundene Erhöhung der Wirtschaftlichkeit – mit diesem Vorhaben direkt adressiert und verfolgt. Mit dem geplanten Verbundvorhaben soll die innovative Technologie der katalytischen Spaltung in einen industriellen Maßstab überführt werden, wobei Partnerinnen und Partner entlang der gesamten Wertschöpfungskette am Vorhaben beteiligt sind.

Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Projekttitle

pool-in-loop – Entwicklung eines energieeffizienten Depolymerisationsverfahrens für polyolefinhaltige Kunststoffabfälle mit Hilfe von Katalysatoren zur direkten Herstellung von Polymeren für Kunststoffneuware

Laufzeit

01.09.2023 – 31.08.2028

Förderkennzeichen

033R388A

Fördervolumen des Verbundes

4.990.000 Euro

Kontakt

Mathias Seitz
Hochschule Merseburg
Eberhard-Leibnitz-Str. 2
06217 Merseburg
Telefon: 03461 462104
E-Mail: mathias.seitz@hs-merseburg.de

Weitere Projektbeteiligte

Braskem Europe GmbH; Chemiewerk Bad Köstritz GmbH; EurA AG; Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES; Hallische Wasser und Stadtwirtschaft GmbH; MIBRAG GmbH; MVV Umwelt GmbH; Polymer Service GmbH Merseburg

Internet

bmbf-kurt.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung 53170
Bonn

Stand

Januar 2024

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft;
Geoforschung
Projekträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

Mathias Seitz/Hochschule Merseburg



ProGeo-UP - Produktverantwortung durch Kreislaufschließung bei Geokunststoffen

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Das Forschungsteam des Vorhabens „ProGeo-UP“ will den Weg für einen vollständigen Kreislauf von Geokunststoffen bereiten. Die hochwertigen Stoffe für Erd- und Wasserbau, für Verkehrswege und Deponien werden derzeit nach einem Rückbau vorwiegend in Müllverbrennungsanlagen entsorgt.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ gefördert. „KuRT“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf die hochwertige Kreislaufführung von Kunststoffen.

Geokunststoffe gewinnen an Bedeutung

Neben mineralischen Baustoffen wird im Baubereich seit den 1960er Jahren weltweit zunehmend auch ein großer Anteil an Kunststoffen eingesetzt. Ein relevantes Segment sind Geokunststoffe (GEOK), die vor allem im Wasserbau, Erd- und Grundbau sowie im Deponie- und Tunnelbau und Grundwasserschutz verwendet werden – in unterschiedlichen Funktionen wie zum Beispiel Filtern, Abdichten oder Stabilisieren.

Ihr Anteil beträgt weniger als fünf Prozent der Gesamtmasse einer Konstruktion, mit hohem nachhaltigen Potenzial. So lassen sich etwa durch schlankere Bauweisen große Mengen mineralischer Fraktionen, Beton und Stahl substituieren und lokal verfügbare Baustoffe minderer Qualität einsetzen. So kann beispielweise der CO₂-Ausstoß bis zu 90 Prozent reduziert werden. Zudem verkürzt sich die Bauzeit. Da GEOK-Mineralik-Gemische nach dem Rückbau derzeit noch in Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden, besteht hoher Bedarf nach einer Kreislaufführung.



Rückbau eines Geokunststoffes.

Vollständige Kreislaufschließung

Im Vorhaben „ProGeo-UP“ sollen die notwendigen Voraussetzungen für eine vollständige Kreislaufschließung innerhalb von fünf Jahren geschaffen werden. Dazu wird neben der Wiederverwendung ausgewählter Produkte auch ein Recycling bis zur höchsten Qualitätsebene angestrebt. Das heißt, es sollen neue GEOK-Produkte mit Recycling-Material gefertigt werden.

Dafür werden auf Basis von drei Großversuchen unter anderem Rückbautechniken zur Wiedergewinnung der eingebauten GEOK entwickelt und erprobt. Des Weiteren werden die Logistiksysteme und Prozesse, die ein werkstoffliches Recycling von GEOK ermöglichen, erarbeitet. Der Kreislauf wird robust aufgestellt, um dauerhaft auch für GEOK aus Sekundärmaterialien ein hohes, homogenes und normgerechtes Qualitätsniveau sicherstellen zu können. Dazu werden die notwendigen administrativen und regulativen Rahmenbedingungen wie Normung und Standardisierung erarbeitet. Gestützt durch eine einheitliche Wissensbasis zum Lebenszyklus der Produkte, werden Qualitätssicherungsmechanismen etabliert, die eine flächendeckende, umfassende Rückführung und Verwendung bzw. Verwertung von hochwertigen Sekundärmaterialien aus GEOK ermöglichen. Während der Projektlaufzeit erarbeitete wirtschaftliche und ökologische Kennzahlen dienen der Etablierung nachhaltiger Geschäftsmodelle für diese Produktgruppe.

Breites Anwendungsfeld für die Lösungsansätze

Die "ProGeo-UP"-Forschenden arbeiten in folgender Arbeitsteilung: IWARU koordiniert das Gesamtvorhaben

und befasst sich mit der Aufbereitungstechnik sowie der Analyse der generierten Stoffströme in den verschiedenen Wertschöpfungsstufen. Die RUB übernimmt den Aufbau von Strukturen zur Erfassung relevanter Daten zu Wertschöpfungsstufen (Materialpass) und deren Verknüpfung mit den relevanten Akteuren und Akteuren. Mit NAUE und HUESKER beteiligen sich zwei der in Europa führenden Hersteller von GEOK an dem Verbundprojekt.

Über IBH wird der Zugang zu konkreten Bauvorhaben, inklusive konstruktiver Details, ermöglicht. TIBATEK ist Spezialist für Anbaugeräte für den Ein- und Rückbau von Geokunststoffen. TAILORLUX GmbH entwickelt Markierstoffe und Sensortechnik zur Qualitäts- und Prozesssicherung von Kunststoffen und mit LINDNER & USG ergänzen zwei renommierte Hersteller für Aufbereitungsaggregate das Verbundprojekt. Dazu unterstützen weitere assoziierte Partner, wie das Institut für Werkstoffanwendungen an der TH Köln.

Das in „ProGeo-UP“ erarbeitete Konzept sieht eine universelle Verwendbarkeit für erdberührte Kunststoffprodukte im Baubereich vor, zum Beispiel auch für Gründächer und Kunstrasenplätze, da diese ähnliche Rahmenbedingungen haben.



Geogitter-Bewehrung in einer Brückenkonstruktion.

Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft –
Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Projekttitel

ProGeo-UP – Umsetzung der Produktverantwortung durch
Kreislaufschließung bei Geokunststoffen

Laufzeit

01.09.2023–28.02.2027

Förderkennzeichen

033R391

Fördervolumen des Verbundes

1.600.000 Euro

Kontakt

Sabine Flamme
FH Münster | Institut für Infrastruktur • Wasser • Ressourcen •
Umwelt (IWARU)
Corrensstraße 25 | 48149 Münster
Telefon: 0251 8365264
E-Mail: flamme@fh-muenster.de

Weitere Projektbeteiligte

Ruhr Universität Bochum, Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen; Herold & Partner Ingenieure mbH; TAILORLUX GmbH; TIBATEK GmbH; HUESKER Synthetic GmbH; NAUE GmbH & Co. KG; assoziierte Beteiligte: TH Köln, Institut für Werkstoffanwendungen; STRABAG AG; BAUVERBÄNDE NRW e. V.; Hubert EING Kunststoffverwertung GmbH; RCS Rohstoffverwertung GmbH; Bundesanstalt für Gewässerkunde; LINDNER Recyclingtech GmbH; USG Umweltservice GmbH & CO. KG

Internet

bmbf-kurt.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Januar 2024

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft;
Geoforschung
Projekträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

IWARU



ReVise-UP – Recycling von Kunststoff-Verpackungsabfällen durch intelligentes Stoffstrommanagement

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Das Projektteam von „ReVise-UP“ nutzt Sensortechnologien, um das Recycling von Kunststoffverpackungen präzise zu erfassen. Dadurch sollen Perspektiven und Anreize für eine bessere Sammlungs- und Rezyklatqualität entwickelt werden. Ebenso soll die Prozesseffizienz gesteigert werden: Sortier-, Aufbereitungs- und Kunststoffverarbeitungsprozesse können auf schwankende Stoffstromeigenschaften besser adaptiert und der Gesamtlebenszyklus ökologisch und ökonomisch optimiert werden.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ gefördert. „KuRT“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf die hochwertige Kreislaufführung von Kunststoffen.

Innovative Sensortechnologien

Post-Consumer Verpackungsabfälle stellen mit 3,2 Millionen Tonnen pro Jahr den bedeutsamsten Kunststoffabfallstrom Deutschlands dar. Die Recyclingquote ist hingegen gering: So konnten im Jahr 2021 nur etwa 27 Prozent der Post-Consumer Kunststoffe in Rezyklate umgewandelt werden, nur etwa 12 Prozent dienten als Ersatz für Kunststoffneeware. Ein wesentlicher Grund: Oft fehlen im Recyclingverfahren Informationen über prozessrelevante Stoffstromeigenschaften. Das ist bedingt durch den hohen Aufwand einer manuellen, probenahmebasierten Stoffstromcharakterisierung.

Die Forschenden von „ReVise-UP“ nutzen Inline-Sensortechnik zur automatischen Charakterisierung von Post-Consumer Stoffströmen. Damit sollen Sammel- und Rezyklatqualitäten durch genauere Erfassung erhöht werden; Sortier-, Aufbereitungs- und Kunststoffverarbeitungsprozesse effizient an schwankende Stoffstromcharakteristika angepasst und eine solide Datenbasis für eine ganzheitliche Bewertung der Kunststoffabfälle geschaffen werden. Präzisere Daten über Stoffströme tragen dazu bei, technische Investitionen gezielter zu lenken. Dieses intelligente Stoffstrommanagement schafft ökologischen und ökonomischen Mehrwert.

Steigerung der Transparenz

In „ReVise-UP“ ist geplant, ein sensorbasiertes Monitoring für verschiedene Prozessschritte des Kunststoffrecyclings zu entwickeln. Es besteht aus Nah- und Mittelinfrarot-Spektroskopie, in Kombination mit



Mittels Sensoren werden Kunststoffverpackungen erfasst.

Methoden aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz. Das Monitoring soll eine automatische Inline-Stoffstromcharakterisierung ermöglichen. Im Unterschied zu traditionellen, probenahmebasierten und damit punktuellen Charakterisierungsmethoden soll in „ReVise-UP“ ein kontinuierliches Monitoring von Vorkonzentraten aus Sortieranlagen erreicht werden. Auf Basis dieser Monitoringdaten soll eine optimierte Sortierung gefördert werden. Damit wird ein Beitrag zu einer höheren Gesamtqualität der Kunststoffrezyklate geleistet.

Höhere Ausbeute durch adaptive Prozessparametrierung

Zudem wollen die Forschenden in „ReVise-UP“ erste Prototypen von adaptiven Prozessparametrierungen in Sortier-, Aufbereitungs- und Kunststoffverarbeitungsanlagen entwickeln. Mit einer verbesserten

Prozessbeschickung und adaptiven Parametrierung von Vorkonditionierungsaggregaten wird eine gesteigerte Prozesseffizienz in den Sortieranlagen angestrebt. Darüber hinaus soll das sensorbasierte Stoffstrommonitoring in den Kunststoffaufbereitungsanlagen eine präzisere Additivzugabe und optimierte Feinabstimmung bei der Compoundierung ermöglichen.

Mit Blick auf den Gesamtlebenszyklus wird untersucht, welche Sortier- und Aufbereitungstiefen in Teilprozessen – beispielsweise der sensorbasierten Sortierung – ökologisch und ökonomisch vorteilhaft sind. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Fragestellung, auf welche Weise eine gezielte Abstimmung von Prozessen den Energieverbrauch und die Betriebskosten minimieren können. Zudem interessiert die Forschenden die Frage, welchen Einfluss das Produktdesign auf den jeweiligen Prozess hat. In „ReVise-UP“ soll zusätzlich ein Anreizmodell entwickelt werden, um die Optimierungsschritte im gesamten Wertschöpfungsprozess zu realisieren.

Am Forschungsprojekt „ReVise-UP“ sind unter Koordination des Instituts für Anthropogene Stoffkreisläufe der RWTH Aachen University acht Partnerinnen und Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft beteiligt.



„ReVise-UP“ erhöht das Recycling von Post-Consumer Kunststoff-Verpackungsabfällen.

Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Projekttitle

ReVise-UP – Verbesserung der Prozesseffizienz des werkstofflichen Recyclings von Post-Consumer Kunststoff-Verpackungsabfällen durch intelligentes Stoffstrommanagement

Laufzeit

01.09.2023–31.08.2025

Förderkennzeichen

033R390

Fördervolumen des Verbundes

3.924.331 Euro

Kontakt

Kathrin Greiff
Institut für Anthropogene Stoffkreisläufe (ANTS),
RWTH Aachen University
Wüllnerstr. 2 | 52062 Aachen
Telefon: 0241 8095700
E-Mail: kathrin.greiff@ants.rwth-aachen.de

Weitere Projektbeteiligte

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Forschungsinstitut GmbH; DIN Deutsches Institut für Normung e. V.; Hündgen Entsorgungs GmbH & Co. KG; Krones AG; Kunststoff Recycling Grünstadt GmbH; SKZ - KFE gGmbH; STADLER Anlagenbau GmbH; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Forschungsinstitut GmbH

Internet

bmbf-kurt.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Januar 2024

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft;
Geoforschung
Projekträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

S. 1: Institut für Anthropogene Stoffkreisläufe, RWTH Aachen University | S.2: STADLER Anlagenbau GmbH



SmellStop – Geruchsreduzierung als Schlüssel-technologie für Einsatz rezyklierten Polyethylens

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Im Verbundprojekt „SmellStop“ wird ein ganzheitlicher Ansatz zur verfahrenstechnischen Geruchsreduktion der Rezyklate von Polyethylenfolien verfolgt. Denn der starke Geruch stellt eines der größten Hemmnisse für den breiten Einsatz dieser Post-Consumer-Rezyklate in Verpackungsfolien dar. Die „SmellStop“-Innovation umfasst den gesamten Stoffkreislauf – von der Vorbehandlung bis hin zur Folienproduktion. Zusätzlich werden die geruchsaktiven Stoffe identifiziert, damit sie bereits im Verpackungsdesign vermieden werden können.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ gefördert. „KuRT“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf die hochwertige Kreislaufführung von Kunststoffen.

Einsatz von Rezyklaten in Neuverpackungen

Im Vergleich aller Industriezweige werden im Verpackungsbereich die größten Kunststoffmengen eingesetzt. Gegenüber langlebigen Produkten aus dem Bau- und Automobilsektor weisen Verpackungen wie zum Beispiel Folien, Becher oder Flaschen indes eine geringe Nutzungsdauer auf. Zur Produktion von Kunststoffverpackungen wird gegenwärtig meist erdölbasierte Neuware eingesetzt. Diese lineare Verwendung von Kunststoffprodukten führt zu starken Treibhausgas-Emissionen und erheblicher Umweltverschmutzung. Neue Gesetze und Regelungen in Deutschland und der EU legen einen erhöhten Einsatz von Rezyklaten in Neuverpackungen fest. Bisher wird der größte Teil der Rezyklate noch für niederwertigere Produkte verwendet oder thermisch verwertet.

Das „SmellStop“-Forschungsteam hat in der Konzeptionsphase seines Projekts eine starke Geruchsbildung von Rezyklaten als ein wesentliches Hemmnis für den breiten Einsatz hoher Rezyklatanteile in Verpackungsprodukten ermittelt, insbesondere in der Verarbeitung. Der Geruch entsteht hauptsächlich durch Druckfarben. Um die Produktakzeptanz zu steigern und eine nachhaltige, ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft im Bereich der Leichtverpackungen zu erreichen, soll mit „SmellStop“ die Geruchsbelastung in PCR-Materialien minimiert werden.

Verfahrenstechnische Verringerung des Geruchs

Im Projekt soll die Geruchsaktivität der Rezyklate verfahrenstechnisch reduziert und gleichzeitig durch



In „SmellStop“ soll der Rezyklateinsatz für Folien erhöht werden.

eine gezielte Anpassung der Druckfarben langfristig vermieden werden. Die Geruchsreduktion der Post-Consumer-Polyethylenfolien ist über verschiedene Schritte angestrebt: durch eine thermische Vorbehandlung im Infrarotdrehrohr; durch eine gezielte Entgasung im Doppelschneckenextruder; durch eine Dekontamination unter Temperatur- und Wasserdampfeinfluss und durch optimale Prozessparameter in der Verarbeitung zu Folie.

Der Geruch wird dabei in allen Verarbeitungsschritten mittels Gaschromatografie mit Massenspektroskopie (GC-MS) analysiert, um die geruchsauslösenden Stoffe identifizieren und diese in der Herstellung der Primärverpackung gezielt vermeiden zu können. Durch eine gezielte Kontamination von Neuware sollen außerdem Rückschlüsse auf geruchsaktive Verbindungen in Rezyklaten gezogen werden. Dabei liegt der Fokus vor

allem auf Druckfarben, Klebstoffen und biotischen Verunreinigungen. Über die GC-MS-Analyse werden im Anschluss mobile Sensoren kalibriert, welche Gerüche im laufenden Produktionsbetrieb und im Produkt erfassen können.

Potenzial für eine echte Kreislaufwirtschaft

Die Ergebnisse haben einen großen Einfluss auf die Kreislaufwirtschaft von Leichtverpackungen. Rezyklate können durch die Etablierung der entwickelten Prozesse in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt werden.

Am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen werden dafür zunächst verfahrenstechnische Versuche im Labormaßstab sowie GC-MS-Analysen der geruchsbildenden Stoffe durchgeführt. In Scale-Up Versuchen validieren die Firmen Coperion GmbH (Regranulierung), Kreyenborg GmbH & Co. KG (thermische Vorbehandlung im Infrarotdrehrohr), Reifenhäuser Cast Sheet Coating GmbH & Co. KG (Flachfolienherstellung) und RKW SE (Blasfolienherstellung) die erzielten Ergebnisse im industriellen Maßstab. Die Siegwirk Druckfarben AG & Co. KGaA stellt Kontaminanten in Form von Druckfarben und Klebstoffen zur Verfügung und optimiert laufend die Rezepturen, um eine geringe Geruchsbelastung im Recyclingprozess zu erzielen. Die 3S GmbH optimiert und kalibriert die Sensoren auf die Inline-Erfassung von Gerüchen in der Rezyklatverarbeitung, sodass die Geruchsbildung während der Verarbeitung und im Projekt schnell und einfach quantifiziert werden kann.

Insgesamt wird der gesamte Prozess zur Geruchsreduktion zwei Mal durchlaufen, wobei beim zweiten Durchlauf Geruchsmessungs- sowie Geruchsreduktionsstrategien weiter optimiert werden sollen.

Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Projekttitel

SmellStop – Geruchsreduzierung als Schlüsseltechnologie für den Einsatz von rezykliertem Post-Consumer Polyethylen

Laufzeit

01.08.2023–31.07.2026

Förderkennzeichen

033R387A

Fördervolumen des Verbundes

1.607.612 Euro

Kontakt

Lisa Leuchtenberger-Engel
Vereinigung zur Förderung des Instituts für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen e. V.
Seffenter Weg 201
52074 Aachen
Telefon: 0241 8028372
E-Mail: lisa.leuchtenberger@ikv.rwth-aachen.de

Weitere Projektbeteiligte

3S GmbH; Coperion GmbH; Kreyenborg GmbH & Co. KG; Reifenhäuser Cast Sheet Coating GmbH & Co. KG; RKW SE; Siegwirk Druckfarben AG & Co. KGaA

Internet

bmbf-kurt.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Januar 2024

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft;
Geoforschung
Projekträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweis

IKV/Fröls



KuRT_Plus – Begleitvorhaben zur Fördermaßnahme „Kunststoffrecyclingtechnologien“

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Das Begleit- und Vernetzungsvorhaben „KuRT_Plus“ vernetzt gezielt die Forschenden der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“, begleitet sie fachlich und unterstützt die Projektverbünde beim Transfer der Forschungsergebnisse in die industrielle Praxis.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ gefördert. „KuRT“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf die hochwertige Kreislaufführung von Kunststoffen.

Nachhaltiges Kunststoffrecycling

Kunststoffe begegnen uns in unserem Alltag in vielen Bereichen. Jährlich werden rund 14 Millionen Tonnen Kunststoffe allein in Deutschland produziert. Diese Kunststoffe nach Gebrauch und Nutzung stofflich im Kreislauf zu führen, ist eine Herausforderung. Denn noch gehen dem Kreislauf zu viele Kunststoffabfälle verloren.

Das Bundesforschungsministerium unterstützt mit der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft - Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ die Entwicklung innovativer Ansätze und Technologien für ein hochwertiges Kunststoffrecycling. Mit intelligenten Nutzungskonzepten für Kunststoffe, mit einer verbesserten Logistik, Sammlung und Sortierung sowie mit innovativen Recyclingverfahren und dem hochwertigen Einsatz von Kunststoffrezyklaten wird eine deutliche Steigerung der tatsächlichen Recycling- bzw. Rezyklatquoten und eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit hinsichtlich der Kreislaufführung von Kunststoffen angestrebt.

Gemeinsam für mehr Ressourceneffizienz

Sechs Forschungsteams arbeiten in „KuRT“ in den kommenden Jahren gemeinsam für eine wirtschaftliche und ressourceneffiziente Kreislaufführung von Kunststoffen, um den Weg zu einem nachhaltigen Umgang mit Kunststoffen zu ebnen. Fachlich unterstützt werden sie dabei durch die Expertinnen und Experten des wissenschaftlichen Begleit- und Vernetzungsvorhaben „KuRT_Plus“. „KuRT_Plus“ fördert den Dialog zwischen allen Akteurinnen und Akteuren der Verbundprojekte. Damit sollen frühzeitig Synergie-



Austausch und Vernetzung: Aufgaben von „KuRT_Plus“.

Potenziale identifiziert und Synergie-Effekte in den Verbundprojekten erzeugt werden. Dazu sollen unter anderem branchen- und technologieübergreifende Querschnittsfragen definiert und in Arbeitsgruppen diskutiert werden.

Darüber hinaus stärkt „KuRT_Plus“ die Vernetzung der geförderten Verbundprojekte mit Fachleuten aus Industrie und Wissenschaft und mit der interessierten Öffentlichkeit. So soll der Ergebnistransfer in die wirtschaftliche Praxis unterstützt werden. Dies geschieht unter anderem durch eine projektübergreifende Öffentlichkeitsarbeit und durch

die Bereitstellung aktueller Informationsmaterialien. Darüber hinaus werden diverse, zielgruppenspezifische Veranstaltungen wie beispielsweise Statusseminare, Diskussionsforen, politische Dialoge und eine abschließende Transferkonferenz organisiert.

Zusätzlich sind eine Vernetzung mit themenverwandten nationalen, europäischen und internationalen Initiativen und die Vorstellung der Fördermaßnahme auf Fachveranstaltungen vorgesehen. Dadurch sollen alle relevanten Akteurinnen und Akteure der Wertschöpfungskette sowie Zielgruppen in Wirtschaft, Politik, Wissenschaftsorganisationen, Umwelt- und gesellschaftlichen Interessensverbänden über die Entwicklungen in der Fördermaßnahme informiert und in den Dialog mit den Forschungsteams der Fördermaßnahme eingebunden werden.

Partnerin für Vernetzung und Austausch

Die DECHEMA ist das kompetente Netzwerk für chemische Technik und Biotechnologie in Deutschland. Sie vertritt als gemeinnützige Fachgesellschaft diese Gebiete in Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft und fördert den technisch-wissenschaftlichen Austausch von Fachleuten unterschiedlicher Disziplinen und Organisationen. Die DECHEMA bringt ihre langjährige Erfahrung in der Koordination, Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit von Forschungs- und Entwicklungs-Projekten und wissenschaftlichen Begleitvorhaben zu anderen Förderschwerpunkten des Bundesforschungsministeriums in „KuRT_Plus“ ein.



„KuRT_Plus“ organisiert Konferenzen der „KuRT“-Forschenden.

Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)

Projekttitle

KuRT_Plus – Begleit- und Vernetzungsvorhaben zur BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien“

Laufzeit

01.03.2023–28.02.2027

Förderkennzeichen

033R380

Fördervolumen des Verbundes

972.562 Euro

Kontakt

Katja Wendler
DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.
Theodor-Heuss-Allee 25
60486 Frankfurt am Main
Telefon: 069 7564425
E-Mail: katja.wendler@dechema.de

Projektbeteiligte

DECHEMA e. V.

Internet

bmbf-kurt.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Januar 2024

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projekträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

S. 1: Adobe/Kawee Wateesatogkij
S. 2: fotolia/Matej Kastelic