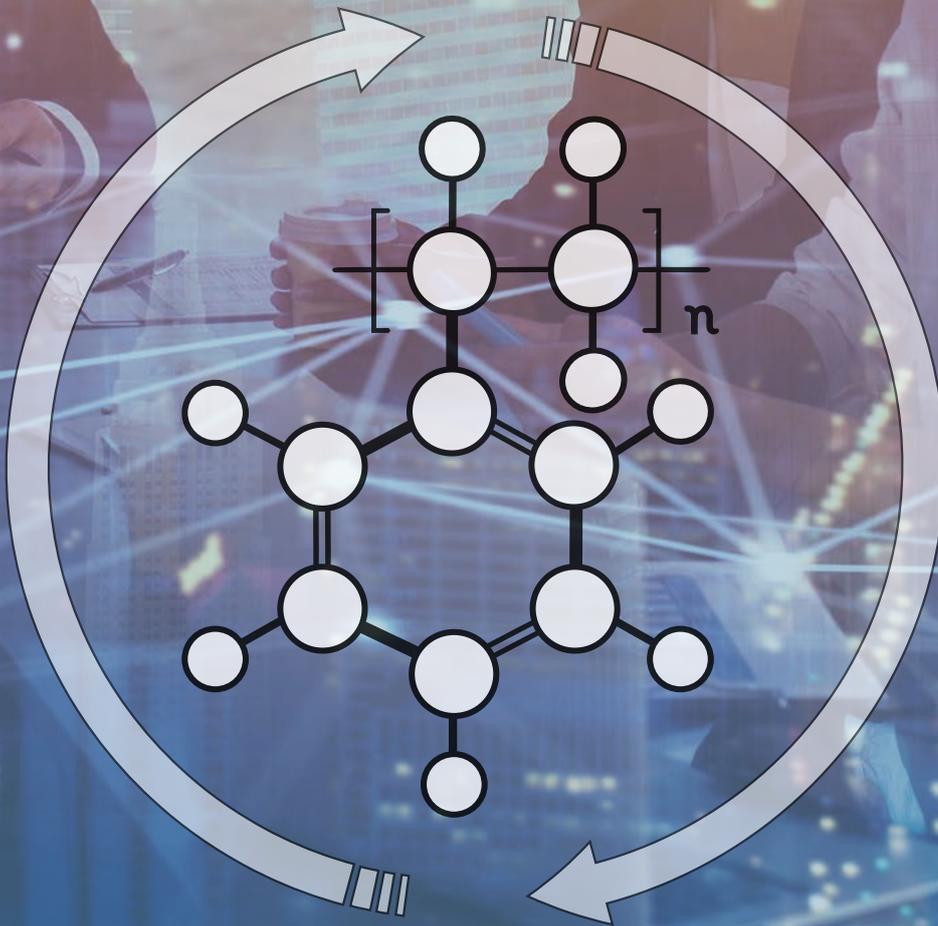


CIRCULAR PLASTICS ECONOMY

KREISLAUFWIRTSCHAFT FÜR KUNSTSTOFFE





DIE KUNSTSTOFFWIRTSCHAFT MUSS ZIRKULÄR WERDEN

1 Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner (Leiter des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und Leiter des Clusters).

Kunststoff ist das Material unserer Gegenwart und Zukunft. Kunststoff erleichtert und prägt unser Leben. In der Medizin werden Kunststoffe in nahezu allen Bereichen eingesetzt. Ein Auto besteht zu einem Viertel aus Kunststoff. Ob Elektronik, Kosmetika oder die heimische Einrichtung – überall ist der wandlungsfähige Werkstoff im Einsatz. Kunststoff ist leicht, funktional und günstig und damit unverzichtbar für ressourceneffiziente Produkte. Doch dem Multitalent Kunststoff weht ein harscher Wind entgegen.

Wandel im Umgang mit dem polymeren Alleskönner nötig

Wegen unpassender oder ineffizienter Recyclingsysteme innerhalb der linearen Kunststoffwirtschaft wird zu viel Plastik verbrannt oder gelangt in die Umwelt. Das Image als Wegwerfartikel und Umweltsünder überschattet den Blick auf das enorme Zukunftspotenzial des Kunststoffs. Klar ist: Der Verzicht auf Kunststoff ist weder möglich noch sinnvoll. Ein fundamentaler Wandel im Umgang mit dem polymeren Alleskönner ist der einzige Weg: Die Kunststoffwirtschaft muss zirkulär werden!

Doch wie muss ein Kunststoff beschaffen sein, damit er und die daraus hergestellten Produkte zirkulär werden und nach Gebrauch nicht mehr in der Umwelt landen? Und: Sollten die Kunststoffe doch in die Umwelt gelangen, wie können sie dort schnell und rückstandslos abgebaut werden?

Fünf Institute der Fraunhofer-Gesellschaft gehen im Rahmen des Fraunhofer Clusters of Excellence »Circular Plastics Economy« (CCPE®) diesen Fragen auf den Grund und entwickeln gemeinsam mit Stakeholdern Systemleistungen für eine funktionierende zirkuläre Kunststoffwirtschaft.

Grundideen des Forschungsclusters: Wir wollen die Wertschöpfungskette Kunststoff zirkulär gestalten, weniger fossile Ressourcen entnehmen, Produkte lange nutzen und End-of-Life-Verluste reduzieren. Der Wandel von einer linearen zu einer zirkulären Kunststoffwirtschaft gelingt nur mit einem Multi-Stakeholder-Ansatz. Dafür forschen wir in drei Divisions und sechs Research Departments an systemischen, technischen und sozialen Innovationen – über den gesamten Lebenszyklus von Kunststoffprodukten.



ZAHLEN AUS DER KUNSTSTOFF-INDUSTRIE

Der Trendmonitor für die Kunststoffindustrie bestätigt: Die Nachfrage nach Kunststoffen steigt weltweit. Eine Stagnation ist vorerst nicht in Sicht. Im internationalen Vergleich bleibt Europa einer der bedeutendsten Forschungs- und Erzeugerstandorte. Der Status quo zeigt, wo es Potenzial für die Fortentwicklung der Kunststoffwirtschaft gibt.

Produktion und Umsatz

- Die weltweite Kunststoffproduktion betrug 2017 knapp 350 Millionen Tonnen, davon entfielen knapp 65 Millionen Tonnen auf Europa.
- Mehr als 1,5 Millionen Menschen in rund 60.000 Unternehmen erwirtschafteten in der europäischen Kunststoffindustrie etwa 350 Milliarden Euro Umsatz.
- Deutschland, Italien, Frankreich, Spanien, Großbritannien und Polen stehen für fast 70 Prozent der europäischen Nachfrage.

Die Top 4 Anwenderbranchen für Kunststoff in Europa

Top 1 Verpackungsindustrie (ca. 40 Prozent*)

Top 2 Baubranche (ca. 20 Prozent*)

Top 3 Fahrzeugbau (ca. 10 Prozent*)

Top 4 Elektronikindustrie (ca. 6 Prozent*)

** nach Anteilen an der Gesamtnachfrage*

Recycling

Zwar sind in den vergangenen Jahren nach Angaben von PlasticsEurope Recyclingmengen und -quoten von Kunststoffabfällen in Europa gestiegen. Dennoch werden hier und weltweit Kunststoffabfälle noch vielfach deponiert oder mangels geeigneter Logistiksysteme gar nicht verwertet, sondern akkumulieren als Müll in der Umwelt. Und selbst im Musterland Deutschland gelangt mehr als die Hälfte des eingesammelten und sortierten Kunststoffs in die energetische Verwertung, sprich: wird verbrannt. Nur wenig Rezyklatkunststoff erreicht so hohe Qualitäten, dass er zu »recycled content« in neuen Produkten wird. Kunststoff bietet viel Potenzial für zirkuläres Wirtschaften – wie man es erschließt, zeigen wir.

Quelle: Plastics – the Facts 2018, An analysis of European plastics production, demand and waste data, PlasticsEurope



FRAUNHOFER CLUSTER OF EXCELLENCE

Gegenwärtig werden weltweit mehr Ressourcen verbraucht, als die vorhandenen Ökosysteme nachliefern können. Um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen, müssen sich sowohl die Bewirtschaftung der Güter als auch die Lebensstile der Gesellschaft grundlegend verändern. Die Agenda 2030 der Vereinten Nationen beschreibt mit ihren 17 »Sustainable Development Goals (SDGs)« den Weg für eine solch tiefgreifende Umgestaltung. Bei der Umsetzung setzt der Forschungscluster an.

Umsetzung der »Sustainable Development Goals«

»Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion« ist eins der 17 Ziele der Agenda 2030 der Vereinten Nationen. Bis 2030 ist das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung deutlich zu verringern, so die Konkretisierung des Ziels.

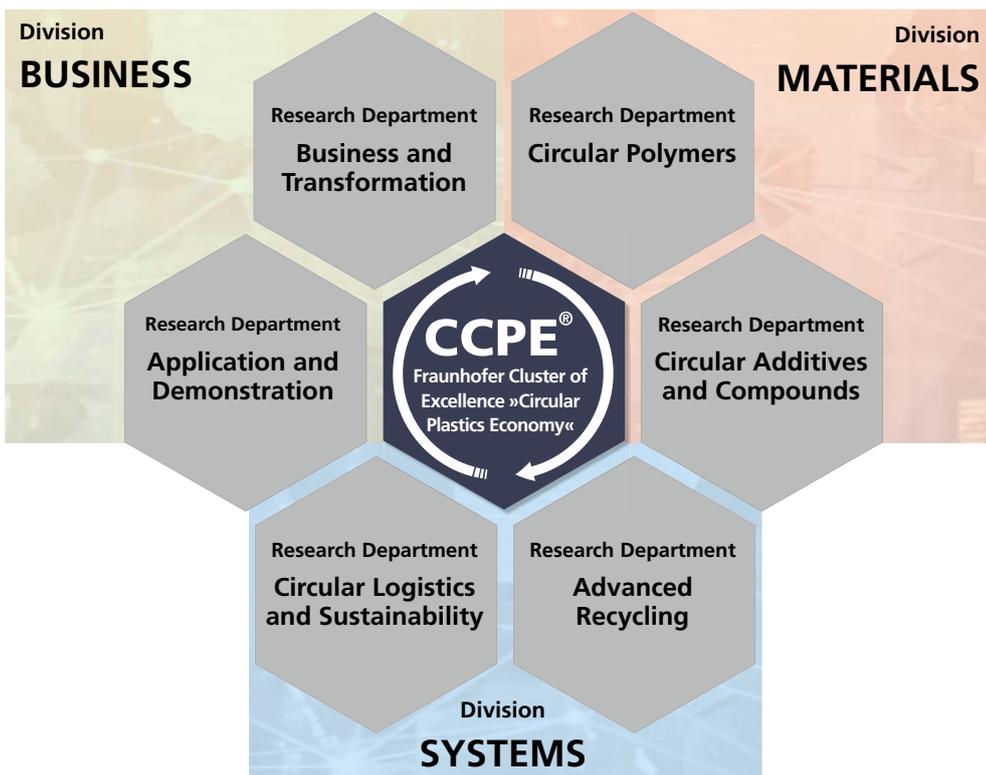
Die Forderungen der Vereinten Nationen fasst die EU unter dem Begriff »Circular Economy« in konkreten politischen Strategien zusammen. Intelligentes Produktdesign, lange Lebensdauer, hohe Sammelquoten und/oder optimiertes Ersatzteil- und Reparaturmanagement sind dabei Meilensteine auf dem Weg zum Ziel.

Die europäischen Kunststoffhersteller reagieren mit einer Selbstverpflichtung: In Europa sollen ab 2040 Kunststoffverpackungen vollständig wiederverwendet, recycelt bzw. verwertet werden können. Bis 2030 soll die Wiederverwertungs- und Recyclingquote flächendeckend bei 60 Prozent liegen.

Fraunhofer Cluster of Excellence »Circular Plastics Economy«

Im Auftrag der Fraunhofer-Gesellschaft erforschen fünf Fraunhofer-Institute am Beispiel Kunststoff, wie die nachhaltige Transformation einer gesamten Wertschöpfungskette unter Prinzipien der Circular Economy erfolgen kann. Dabei werden auch die ökonomischen und sozialen Wirkungen einer zirkulären Kunststoffwirtschaft in den nächsten Jahrzehnten analysiert und berücksichtigt.

Forschungsagenda und Struktur



Der Forschungscluster ist in drei Divisions gegliedert.

Jeder Division sind zwei Research Departments zugeordnet. Forschungs- und Entwicklungsarbeit erfolgt vernetzt entlang des Lebenszyklus von Kunststoffprodukten. Maßgeschneiderte Kunststoffe, optimierte Systeme und erfolgreiche Geschäftsmodelle sind Ergebnisse der Innovationsprozesse.

Auftrag: Aufbau eines virtuellen Instituts

Fraunhofer Cluster of Excellence bündeln Kompetenzen von Instituten, um relevante Themen mit wissenschaftlicher Exzellenz zu erforschen. Institutsleitungen und Mitarbeitende der fünf Fraunhofer-Institute IAP, ICT, IML, LBF und UMSICHT bauen ein virtuelles Institut für die zirkuläre Kunststoffwirtschaft auf, das international vernetzt ist. Begleiten Sie uns dabei!



DIVISION »MATERIALS«

Mit Kunststoffen aus einem nachhaltigen Ressourcenmix wollen wir funktionale und langlebige Werkstoffe entwickeln sowie stoffliche Kreisläufe schließen. Rezepturen für Polymere und Compounds sollen auf zirkulären Prinzipien basieren. Neue Additivsysteme sollen für stabile Rezyklate, vielfache Recyclingumläufe und – falls erforderlich – einen kontrollierten sowie zeitlich gesteuerten Abbau in der Umwelt sorgen.

Research Department »Circular Polymers«

Am Anfang der Wertschöpfungskette Kunststoff steht das Polymer, ein chemischer Stoff, der aus Makromolekülen besteht. Synthetische oder halbsynthetische Polymere bilden die Hauptbestandteile bei der Herstellung von Kunststoffen. Wir erforschen neue Polymersynthesen und Verarbeitungsprozesse, um recyclingfähige und abbaubare Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe zu erhalten.

Untersuchung von Alterungs- und Abbauverhalten

Um biobasierte Bausteine zu neuen Polymeren verknüpfen zu können, entwickeln wir bereits bestehende Synthesetechniken weiter oder wandeln die Kettenarchitektur bekannter Polymere entsprechend um. Darüber hinaus arbeiten wir an innovativen Verarbeitungstechnologien, um selbstverstärkte Einkomponentenmaterialien entwickeln zu können.

Ein besonderes Augenmerk der Forschungsaktivitäten liegt auf dem Alterungs- und Abbauverhalten von Kunststoffen. Die verschiedenen Lebenszyklusphasen und Umwelteinflüsse werden mithilfe von Testständen unter realistischen Bedingungen simuliert. So liefern bestimmte Parameter wie Temperatur, UV-Licht, Sauerstoff und Feuchtigkeit wichtige Informationen, um das gewünschte Abbauverhalten gezielt kontrollieren zu können.



*Sie sind an weiteren Informationen zur Division »Materials« interessiert?
Dann schreiben Sie uns unter materials@cppe.fraunhofer.de.*



Research Department »Circular Additives and Compounds«

Wir wollen Funktionalität und Einsatzdauer konventioneller und biobasierter Polymere optimieren. Additive spielen hier eine entscheidende Rolle. Sie werden als Zusatzstoffe den Produkten hinzugefügt, um eine schonende und sichere Verarbeitung zu gewährleisten sowie Langzeiteigenschaften wie Stabilität zu ermöglichen. Ferner werden mithilfe von Additiven gezielt Eigenschaften von Kunststoffen anwendungsgerecht eingestellt.

Passgenaue Additivsysteme als Basis neuer Polymere

Wir entwickeln passgenaue Additive und Zusammensetzungen, die den Polymeren einen Langzeiteinsatz, ein optimales werkstoffliches Recycling oder eine gezielte biologische Abbaubarkeit ermöglichen. Dafür untersuchen wir, welche Vorschäden und Verunreinigungen sich in Kunststoffabfällen finden lassen, die durch privaten oder gewerblichen Gebrauch entstanden sind, und wie trotzdem neue Produkte daraus entstehen können. Diese Arten von Kunststoff werden als »Post-Consumer-Rezyklate« bezeichnet.

Darüber hinaus prüfen wir, ob und inwieweit Additivsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden können, und entwickeln neue biobasierte Additivsysteme, die einen kontrollierten und bei Bedarf zeitlich gesteuerten Abbau zulassen. Dabei beschäftigen wir uns sowohl mit Polymeren auf Basis fossiler Rohstoffe als auch mit biobasierten Polymeren, die wir modifizieren oder neu entwickeln.



DIVISION »SYSTEMS«

Effiziente Sammel- und Transporttechnologien gehen Hand in Hand mit neuen Recyclingverfahren. In dieser Division entstehen digital abgebildete Prozesse, die zu optimalen Wertschöpfungskreisläufen führen. Durch intelligente Erfassungs-, Sortier- und Recyclingtechnologien können Polymere und auch Monomere gewonnen und in die Produktion zurückgeführt werden. Innovative Methoden zur Systemanalyse sollen helfen, eine effiziente Logistik zu etablieren und Lebenszyklen von zirkulären Produkten zu bewerten.

Research Department »Advanced Recycling«

Eine erfolgreiche zirkuläre Kunststoffwirtschaft erfordert optimierte Erfassungs- und Sortierverfahren, die dem Wertstoffrecycling vorgelagert sind. Mit fortschrittlichen Verfahrenstechnologien werden Polymere und auch Monomere zurückgewonnen, die dem Kreislauf zu Beginn zugeführt und anschließend zu Produkten weiterverarbeitet werden können.

Wir wollen die vorgelagerten Prozessschritte beim bisherigen Recycling von Kunststoffen optimieren. Ziel ist es, dass bei Erfassung und Sortierung der Kunststoffabfälle mehr geeignetes Material als Rohstoff wieder in die Produktion zurückgeführt werden kann (recycled content). Wir entwickeln rohstoffliche und werkstoffliche Verfahren sowie konzeptionelle Ansätze, um aus den branchenspezifischen Lebenszyklen des Kunststoffs Polymere und Monomere zu gewinnen, die sofort weiterverarbeitet und für unterschiedliche Anwendungen eingesetzt werden können. Untersucht werden dafür sowohl chemische Recyclingverfahren für konventionelle und biobasierte Polymere als auch Verwertungsstrategien für Massenkunststoffe wie PS (Polystyrol), PET (Polyethylenterephthalat) und PU (Polyurethan).

Wir erarbeiten konzeptionelle Maßnahmen für eine optimierte Erfassung und Sortierung. Ganzheitlichkeit ist besonders wichtig: Unsere umfassende Analyse berücksichtigt deshalb Parameter wie Ökoeffizienz und die Aufwand-Nutzen-Relation. So entsteht ein Maßnahmenkatalog, der die unterschiedlichen Branchen und Kunststoffarten einbezieht und den länderspezifischen abfallwirtschaftlichen Entwicklungsständen gerecht wird.



*Sie sind an weiteren Informationen zur Division »Systems« interessiert?
Dann schreiben Sie uns unter systems@ccpe.fraunhofer.de.*



Research Department »Circular Logistics and Sustainability«

Im Research Department werden innovative Verfahren für eine effiziente Logistik entwickelt, Nachhaltigkeitsbewertungen sollen zu einer optimierten Kreislaufführung von Kunststoffen führen. Darüber hinaus sollen neue Bewertungsmethoden entstehen, die die Richtung von Material- und Produktinnovationen anzeigen sowie künftig ein Monitoring des zirkulären Lebenszyklus von Kunststoffströmen erlauben.

Digitaler Zwilling für Prozessmanagement und ökologische Bewertung

Um die Kreislaufführung von Kunststoffen langfristig effizient durchführen und bewerten zu können, bedarf es einer vollständigen digitalen Erfassung des jeweiligen Kreislaufzustands.

Mithilfe virtueller Abbilder von Kunststoffen und Produkten, für die im Forschungscluster neue Methoden entwickelt werden, entsteht eine digitale Transparenz als Grundlage für ein lebenszyklusweites Prozessdatenmanagement. Das Konzept des »digitalen Zwillings« ermöglicht es, künftig Kunststoffe im Kreislauf zu verfolgen sowie ökonomisch und ökologisch zu bewerten. Darüber hinaus erforschen wir soziale Aspekte und beziehen bei neuen Maßnahmen zur zirkulären Wertschöpfung Kunststoff-Stakeholder aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft mit ein.



DIVISION »BUSINESS«

Fraunhofer bietet über Branchengrenzen hinweg neue Systemleistungen für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft: von Bewertungstools, zirkulären Produktdesigns und Prototypen über Recycling bis zu Akzeptanzprozessen und Geschäftsmodellen. Neuentwicklungen aus den Divisions »Materials« und »Systems« werden an Prototypen demonstriert und in der Praxis erprobt. Darüber hinaus werden passende Vermarktungsstrategien für zirkuläre Produkte erarbeitet.

Research Department »Application and Demonstration«

Anhand zweier Demonstratoren entwickeln wir industrienah zirkuläre Produktdesigns. Die Entwicklung beruht auf dem vorhergehenden Circular Assessment der bestehenden Produkte. Neben einer hohen Wirtschaftlichkeit und einer langen Lebensdauer sollen die Demonstratoren vor allem gut reparier- und recycelbar und ihre Werkstoffe bei Bedarf in der Umwelt abbaubar sein.

Demonstratoren für den Transfer in die Industrie

Wir führen die neu entwickelten Konzepte, Werkstoffe und Systeme aus der Division »Materials« und der Division »Systems« zu zwei Demonstratoren zusammen. Ausgewählt haben wir Demonstratoren mit einem großen Innovationspotenzial, die einen konkreten Markt adressieren und sich gut auf weitere Produkte übertragen lassen.

Demonstrator 1 Mehrwegtransportbehälter für den Online-Handel

Demonstrator 2 Autokindersitz, stellvertretend für weitere Sitzsysteme

Am konkreten Produkt erarbeiten wir mit der Industrie notwendige Prozesstechnologien und mögliche Anwendungen. Der Fokus liegt auf neuen Verarbeitungstechnologien sowie der Entwicklung neuer zirkulärer Designkonzepte für kreislauffähige Produkte. Dabei stehen die Eigenschaften Langlebigkeit, Reparierbarkeit und Adaptivität im Vordergrund.



*Sie sind an weiteren Informationen zur Division »Business« interessiert?
Dann schreiben Sie uns unter business@ccpe.fraunhofer.de*



Research Department »Business and Transformation«

Der Wandel zu einer erfolgreichen zirkulären Kunststoffwirtschaft gelingt, wenn innovative Vermarktungsstrategien und neue Geschäftsmodelle in das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk integriert werden.

Wissensbasis als Grundlage einer erfolgreichen Transformation

Als Basis für eine erfolgreiche Verwertungsstrategie bauen wir eine umfangreiche Datenbank auf:

- Informationen zu unterschiedlichen Wertstoffströmen
- Informationen zur gezielten Wiederverwendung von Recyclingströmen
- Informationen zur ökologisch und ökonomisch sinnvollsten Verwertung

Als neue Gestaltungsinstrumente für den Wandel planen wir ein Fraunhofer-Qualitätslabel sowie ein eigenes Circular Economy Assessment unter der Marke CIRCONOMY®. Mit dieser Toolbox wird zu einem frühen Zeitpunkt der Zirkularitätsgrad von Materialien und Produkten untersucht. Mit dem Ergebnis werden Richtung und Weg von erfolgsträchtigen Material-, System- und Produktinnovationen bestimmt. Sie bilden den Ausgangspunkt für einen neuen Innovationskreislauf.

FÜNF STANDORTE – EIN VIRTUELLES INSTITUT

Auf ein Wort: Das sagen die Akteure des Clusters

1 Darmstadt

Das **Fraunhofer LBF** liefert Lösungen für Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Schwingungstechnik und Kunststoffe.

»Das werkstoffliche Recycling trägt ganz wesentlich dazu bei, zentrale Herausforderungen unserer Zeit nachhaltig zu beherrschen. Es hat technisch und wirtschaftlich ein riesiges Potenzial, wenn es gelingt, Primärkunststoffe durch hochwertige Rezyklate zu ersetzen. Maßgeschneiderte Rezyklat-Additive sind dafür die Schlüsselkomponenten. Das ist eine zentrale Aufgabe, der sich die Partner unseres Clusters stellen.«

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz, Institutsleiter Fraunhofer LBF | Division »Materials«/»Business«

2 Dortmund

Das **Fraunhofer IML** steht für Materialflusstechnik, simulationsgestützte Unternehmens- und Systemplanung, Verkehrssysteme und Ressourcenlogistik.

»Durch die institutsübergreifende Bündelung von Kompetenzen in Material- und Produktentwicklung, Recyclingtechnologie, Digitalisierung, Geschäftsentwicklung und Logistik unterstützen wir die Kreislaufführung von Kunststoffen und schaffen einen systemischen Mehrwert für die »Circular Plastics Economy«.«

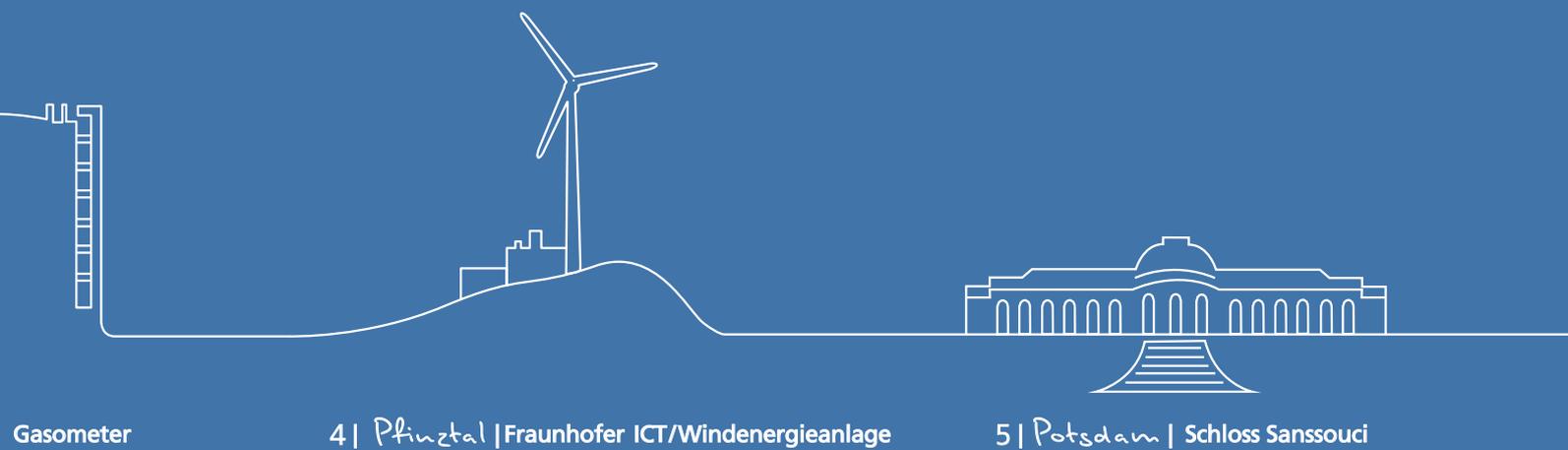
Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen, Institutsleiter Fraunhofer IML | Division »Systems«

3 Oberhausen

Das **Fraunhofer UMSICHT** entwickelt effiziente Prozesse, umweltschonende Technologien und nachhaltige Produkte.

»Wir wollen die Kunststoffwirtschaft neu aufstellen. Wir wollen Impulse für das Umdenken bei der Produktion, bei der Nutzung, bei der Entsorgung und beim Recycling von Kunststoffen setzen. Das ist eine systemrelevante Aufgabe. Deshalb setzen wir beim Fraunhofer Cluster of Excellence »Circular Plastics Economy« auf eine institutsübergreifende Forschungsstruktur aus fünf Partnerinstituten.«

Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner, Institutsleiter Fraunhofer UMSICHT | Leiter des Clusters



»Organisatorisch bildet der Forschungscluster ein ›virtuelles Institut‹, das sich über fünf Standorte verteilt. Fraunhofer-Forschungscluster zielen nicht nur auf die temporäre Durchführung eines einzelnen Projekts, sondern verfolgen vielmehr eine Roadmap zur langfristigen Entwicklung eines komplexen Technologietrends.«

Dr.-Ing. Hartmut Pflaum, Fraunhofer UMSICHT | Geschäftsstelle des Clusters

»Nur mit einem systemischen Ansatz, wie er im Cluster verfolgt wird, können die zukünftigen Herausforderungen der kunststoffverarbeitenden Industrie hinsichtlich eines ›Circular Economy‹-Ansatzes bewältigt werden. Neben den Bestrebungen zu neuen, nachhaltigen Roh- und Werkstoffkonzepten ist auch ein Umdenken im Produktdesign zum Erreichen eines geschlossenen Wertstoffkreislaufs bei Kunststoffprodukten notwendig.«

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner, Institutsleiter Fraunhofer ICT | Division ›Systems‹

»Kunststoffe müssen nicht aus der fossilen Ressource Erdöl hergestellt werden und sie müssen auch nicht die Umwelt belasten. Biobasierte und/oder bioabbaubare Kunststoffe – derzeit noch eine Nische – werden ihren Beitrag in einer zirkulären Kunststoffwirtschaft leisten. Daran arbeiten wir in der Division ›Materials‹.«

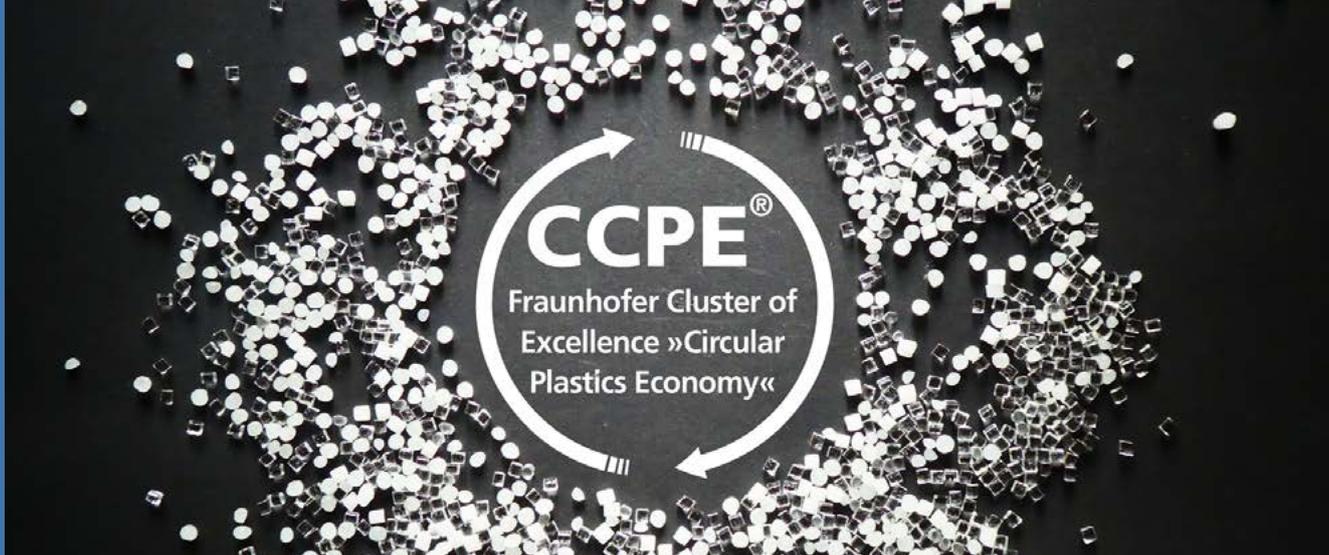
Prof. Dr. rer. nat. Alexander Böker, Institutsleiter Fraunhofer IAP | »Division Materials«

4 Pfinztal

Das **Fraunhofer ICT** ist kompetent in chemischen Prozessen, Energiesystemen, Explosivstofftechnik, neuen Antriebssystemen, Kunststofftechnologie und Verbundwerkstoffen.

5 Potsdam

Das **Fraunhofer IAP** macht Polymere fit für die Zukunft und deckt dabei den gesamten Bereich der Polymeranwendungen ab.



INTERESSE GEWECKT?

IHRE ANSPRECHPERSONEN

Clusterleitung



Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT
Institutsleiter
Leiter des Clusters | [DIVISION BUSINESS](#)
Tel.: 0208 8598-1102
eckhard.weidner@umsicht.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Hartmut Pflaum
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT
Leiter der Geschäftsstelle des Clusters
Tel.: 0208 8598-1171
hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de



Kristiane von Imhoff
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT
Marketing des Clusters
Tel.: 0208 8598-1443
kristiane.von-imhoff@umsicht.fraunhofer.de

Board of Management



© Mariuela Zydor

Prof. Dr. rer. nat. Alexander Böker
Fraunhofer-Institut für Angewandte
Polymerforschung IAP
Institutsleiter | [DIVISION MATERIALS](#)



© Andreas Oertzen

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
Institutsleiter | [DIVISION SYSTEMS](#)



Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Institutsleiter | [DIVISION SYSTEMS](#)



Fraunhofer LBF, Katrin Bimmer

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF
Institutsleiter | [DIVISION MATERIALS/BUSINESS](#)



Weitere Informationen: www.ccpe.fraunhofer.de



IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Gesellschaft
Hansastraße 27c, 80686 München

Geschäftsstelle des Clusters

Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik
UMSICHT
Osterfelder Straße 3
46047 Oberhausen
www.umsicht.fraunhofer.de

Das Fraunhofer UMSICHT ist eine rechtlich nicht selbstständige
Einrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e. V.
Hansastraße 27 c
80686 München

Vorstand

Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer, Präsident,
Unternehmenspolitik und Forschung

Prof. Dr. Ralf Boris Wehrspohn, Technologiemarketing
und Geschäftsmodelle

Prof. Dr. Alexander Kurz, Personal, Recht und Verwertung
Dipl.-Kfm. Andreas Meuer, Finanzen und Digitalisierung

Redaktion

Dr.-Ing. Hartmut Pflaum

Lektorat

Stefanie Bergel, M.A.

Layout, Satz, Grafik

Silvia Lorenz

Druck

Basis-Druck GmbH, Duisburg

Bildquellen

S. 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16: Fraunhofer UMSICHT
S. 7, 8, 9, 10, 11, 12: shutterstock.de

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Fraunhofer-Gesellschaft erforderlich.
© Fraunhofer-Gesellschaft, München, Oktober 2019

Rechtlicher Hinweis

Alle Rechte an Texten, Bildern und Darstellungen liegen beim Verlag,
soweit nicht anders angegeben. In dieser Broschüre wiedergegebene
Bezeichnungen können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für
deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

