

# COPPA- Open Circular-Collaboration-Plattform for Sustainable Food Packaging from Plastics

Kurzbericht

Projektlaufzeit : 15.07.2022 – 14.07.2025

## 1. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Projektbeginn

Obwohl der ressourcenschonende Einsatz und die Wiederverwertung von Kunststoffen heute technisch möglich sind und eine werkstoffliche Verwertung in Teilbereichen, wie z.B. den PET-Getränkeflaschen, bereits gut etabliert ist, liegen für die meisten Bereiche viele systemische und regulatorische Hindernisse vor. Bei Kunststoffabfällen und daraus entstehenden Rezyklaten sind es insbesondere Mengenprobleme und mangelnde Sortenreinheit, die einen Wiedereinsatz erschweren. Zusätzlich bestehen Risiken durch Informationsdefizite bzgl. Qualität: Für Sekundärverwendungen von Kunststoffverpackungen ist die Qualität des Ausgangsmaterials entscheidend. Dazu ist eine Getrennthaltung oder Sortierung nach Kunststofftyp, Qualität und Farbe unbedingt notwendig. Es fehlt aber an einer systematischen Erfassung relevanter Kenngrößen und einer nachfolgenden standardisierten Konformitätsbewertung, die ausreichend Sicherheit für Akteure in nachgelagerten Wertschöpfungsstufen bietet.

## 2. Projektziel

Zur Lösung der beschriebenen systematischen Probleme werden digitale Hilfsmittel benötigt. Das Projekt COPPA, gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH), treibt durch die Entwicklung einer offenen zirkulären Kollaborationsplattform (CCP) die Weiterentwicklung einer wettbewerbsfähigen, Kreislaufwirtschaft durch einen verbesserten Datenaustausch im Bereich Kunststoffverpackungen für Lebensmittel voran. Dies kann durch umfassende und gleichzeitig automatisierte digitale Informationsgewinnung, -speicherung, -analyse und -transfer gelöst werden. Die als Demonstrator entwickelte Plattform sollte mit folgenden Funktionalitäten ausgestattet und bis zum Technology Readiness Level 5 – 6 entwickelt werden:

- Etablierung einer lückenlosen Nachverfolgung von Kunststoffen aus Verpackungen
- Dadurch Ermöglichung eines genaueren und effizienteren Informationsaustauschs zum automatisierten Qualitätsnachweis, zur Vorhersage von Verfügbarkeit etc.
- Nachweisführung des Rezyklatgehalts und der -qualität von Produkten und Materialchargen
- Präzise Nachweisführung von Nachhaltigkeitswirkungen durch verminderten Materialverbrauch und gesteigerten Rezyklateinsatz (CO<sub>2</sub>- bzw. Ressourceneinsparung)

Die daraus unmittelbar resultierenden Nutzen der Plattform lassen sich in zwei zentrale Aspekte gliedern:

- Die Möglichkeit auf Seiten der Nutzer von Kunststoffverpackungen, wie Lebensmittelherstellern und Handelsunternehmen, einen Rezyklatgehalt von Produkten eindeutig zu bestimmen und nachzuweisen, um für sich ein Alleinstellungsmerkmal (USP) zu entwickeln oder die Nachhaltigkeit des eigenen Vorgehens zu belegen.
- Eine in diesem Zusammenhang wichtige Kennzahl ist der mit einem Produkt verbundene CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Dieser wird aktuell stark vom Einzelhandel und von Konsumierenden nachgefragt, kann aber nur bedingt nachgewiesen werden, da bereits den Zulieferern häufig die notwendigen Daten hierzu fehlen.

### 3. Ablauf des Vorhabens

Die Arbeiten des Vorhabens unterteilten sich in sechs inhaltliche Arbeitspakete, die durch ein siebtes Arbeitspaket geleitet wurden. Tabelle 1 zeigt den Projektablauf im Überblick.

Tabelle 1: Titel und Leitung der durchgeführten Arbeitspakete

AP	Leitung	Arbeitspakettitel gemäß Antrag
AP1	WI	Design eines digitalen Szenarios gemeinsam mit relevanten Stakeholdern
AP2	EECC	Demonstration eines Vertrauens- und Transparenznetzwerks
AP3	Infosim	Konzeption und technische Umsetzung der CCP
AP4	GS1	Entwicklung komplementärer Betreiber-, Geschäfts- und Eigentumsmodelle
AP5	FIR	Entwicklung eines Anwendungsökosystems für die CCP
AP6	SKZ	Informationssystem zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen durch KPI
AP7	SKZ	Projektmanagement, Netzwerk und Kommunikation

### 4. Wesentliche Ergebnisse

Die Analyse der Bedürfnisse der betroffenen Akteure, die Zieldefinition und der daraus entstandene Anforderungskatalog lieferten eine erste Ausrichtung für die als Demonstrator technisch umgesetzte Plattform. Die tiefgehende Analyse der Lebensmittelverpackungsindustrie (Ist-Ökosystem) und der eingehenden Beschreibung der identifizierten Schlüsselrollen konnte anschließend als Fundament zur Entwicklung des Soll-Ökosystems genutzt werden, in dem die kollaborative Plattform agiert. Iterativ entstanden hieraus ebenfalls Anforderungen an die Plattform, die parallel entwickelt wurde.

Das technische Ergebnis von COPPA besteht aus zwei Teilen: Der funktionalen Plattform (CCP) und der Homepage. Registrierte Unternehmen können Daten zum Herstellungsprozess der Lebensmittelverpackung auf der Plattform eingegeben werden, wodurch eine Datenausgabe in Form des Digitalen Produktpass (DPP) ermöglicht wird. Die Anzeige des DPP unterliegt einem Partnerschaftskonzept, sodass Firmen gezielt Daten des Digitalen Produktpass für Partnerfirmen zur Einsicht freigeben können, während andere Daten nicht veröffentlicht werden. Der USP der Plattform besteht neben der Umsetzung des DPP für Lebensmittelverpackungen zum einen im entwickelten Transparenz- und Vertrauensnetzwerk auf Basis digitaler Identitäten mittels SSI (Self-Sovereign Identity). Das Ziel davon besteht darin, Kunststoffprozess-Eventdaten rückverfolgbar und verifizierbar zu machen, um einen vertrauensvollen Datenaustausch zwischen verschiedenen Netzwerkteilnehmern zu gewährleisten. Zum anderen besteht der USP von COPPA in der Integration eines CO<sub>2</sub>-Rechners und einer automatischen Anzeige des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks als Attribut des DPP.

Darüber hinaus wurde für die technisch umgesetzte Plattform ein Geschäftsmodell mit Fokus auf Netzwerkeffekten und Skalierungsstrategien erarbeitet. Damit die Plattform unternehmensübergreifend agieren kann, ist außerdem zu beachten, dass eine einheitliche Sprache verwendet wird und insbesondere KMU dazu befähigt werden, an der Plattform teilzunehmen. Das Projekt hat hierzu zum einen verschiedene Handreichungen für KMU erarbeitet als auch Transformationslinien für Unternehmen abgeleitet, die aus der Einflussanalyse des Anwendungsökosystems und der Entwicklung neuer kooperativer Geschäftsmodelle resultieren.

### 5. Veröffentlichung & Verwertung

Die [Homepage](#) enthält neben dem [Zugang zur Plattform](#) eine allgemeine Einführung in das Projekt sowie eine Auflistung der [schriftlichen Veröffentlichungen](#). Akteure der Wertschöpfungskette für Verpackungen erhalten damit die Möglichkeit, die Projektergebnisse zu nutzen. Eine solche wird durch das das nahende Inkrafttreten der EU-Verpackungsverordnung und den damit einhergehenden Informationspflichten unabdingbar und voraussichtlich in den kommenden zwei bis drei Jahren kommerziell entwickelt.

# COPPA - Open Circular-Collaboration-Plattform for Sustainable Food Packaging from Plastics

Eingehende Darstellung des FIR e.V. an der RWTH Aachen

Projektlaufzeit : **15.07.2022 – 14.07.2025**

## 1 Motivation

Derzeit werden in Deutschland insgesamt 4.372 kt Kunststoff für Verpackungen eingesetzt, die nach ihrer Nutzung Jahr für Jahr zu neuen Rekordwerten in der Verpackungsmüllmenge führen ([Deutsche Umwelthilfe, 2026](#)). Der Wiedereinsatz von Sekundärkunststoffen (Rezyklaten) liegt bei Verpackungen lediglich bei 9 % ([Industrievereinigung Kunststoffverpackungen, 2020](#)). Eine Trendwende kann nur durch konsequente Materialreduktion sowie durch die Transformation von linearen Strukturen in eine Kreislaufwirtschaft mit gesteigertem Rezyklat Einsatz erreicht werden. Damit eine solche Kreislaufwirtschaft gelingt, muss das gesamte Ökosystem ganzheitlich betrachtet werden, wobei alle beteiligten Akteure zur Transformation beitragen. Das Projekt COPPA, gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH), entwickelt hierfür ein Anwendungssystem, das die Transformationsbedarfe aufnimmt und Unternehmen die Grundlage für eine erfolgreiche Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen bietet.

## 2 Stand der Technik

Obwohl der ressourcenschonende Einsatz und die Wiederverwertung von Kunststoffen heute technisch möglich sind und eine werkstoffliche Verwertung in bestimmten Bereichen, wie etwa bei PET-Getränkeflaschen, bereits gut etabliert ist, bestehen in vielen anderen Bereichen weiterhin wesentliche Hindernisse. Ein zentrales Problem ist das fehlende Wissen darüber, wie eine optimale Ressourcenschonung unter Berücksichtigung aller Lebenszyklusphasen erreicht werden kann. Zudem bestehen Intransparenz und Informationsdefizite hinsichtlich der Herkunft, Qualität, Menge und zukünftigen Verfügbarkeit von Rezyklaten. Auch das mangelnde Vertrauen der Marktteilnehmer untereinander erschwert die Etablierung funktionierender Kreisläufe. Darüber hinaus fehlt es häufig an Wissen über technische und marktliche Möglichkeiten sowie an den entsprechenden Fähigkeiten auf Unternehmensseite. Hinzu kommen erhöhte Kosten für Rezyklate, die unter anderem auf die genannten Hemmnisse zurückzuführen sind. Schließlich bestehen bislang kaum geeignete Betreiber-, Geschäfts- und Eigentümermodelle, um eine konsequente Umsetzung und Verstetigung der Kreislaufwirtschaft sicherzustellen.

Bei Kunststoffabfällen erschweren insbesondere Mengenprobleme und mangelnde Sortenreinheit den Wiedereinsatz. Zusätzlich fehlen systematische Erfassung relevanter Kenngrößen und standardisierte Konformitätsbewertungen, sodass Akteuren in nachgelagerten Wertschöpfungsstufen die notwendigen Materialinformationen fehlen. Rezepturen und Prozessparameter von Primärmaterial-Verarbeitern werden aufgrund mangelnder Datensicherheit nicht offengelegt. Die fehlende Interoperabilität von Datenstrukturen sowie eine unzureichende Kommunikation in der Wertschöpfungskette machen aufwändige Eingangskontrollen erforderlich und erschweren die Planbarkeit.

Zur Lösung dieser Probleme sind digitale Hilfsmittel notwendig. Häufig fehlt jedoch die entsprechende „Digital Readiness“ in kunststoffverarbeitenden klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU)

und Dienstleistungsunternehmen. Dies führt zu einer mangelhaften Integration der Wertschöpfungskette, wodurch fehlender Informationsaustausch die Ressourcenoptimierung und Kreislaufschließung bei Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff hemmt.

### **3 Projektziel**

Das Projekt COPPA unterstützt mit der offenen Circular Collaboration Platform (CCP) die Entwicklung einer wettbewerbsfähigen und Kreislaufwirtschaft für Kunststoffverpackungen im Lebensmittelbereich durch einen verbesserten Datenaustausch. Ziel ist es, den sicheren Einsatz von Sekundärkunststoffen zu ermöglichen, indem relevante Informationen entlang der Wertschöpfungskette besser verfügbar gemacht werden. Die Plattform bietet dabei einen doppelten Mehrwert. Zum einen ermöglicht sie es den Nutzern von Kunststoffverpackungen, wie Lebensmittelherstellern und Handelsunternehmen, den Rezyklatgehalt ihrer Produkte eindeutig zu bestimmen und nachzuweisen. Dadurch können Unternehmen entweder ein Alleinstellungsmerkmal schaffen oder die Nachhaltigkeit ihres Handelns transparent belegen. Zum anderen spielt in diesem Zusammenhang der mit einem Produkt verbundene CO<sub>2</sub>-Fußabdruck eine zentrale Rolle. Diese Kennzahl wird zunehmend vom Einzelhandel und von Konsumierenden nachgefragt, kann jedoch bislang nur eingeschränkt belegt werden, da bereits auf Zuliefererebene häufig die erforderlichen Daten fehlen.

Damit Kreislaufwirtschaft ressourceneffizient ist, erfordert dies neue Formen der Zusammenarbeit, gemeinsame Informationskonzepte und angepasste Wertschöpfungsnetzwerke. COPPA bündelt dafür erstmals bestehende Technologien und Konzepte in einer interoperablen Kollaborationsplattform für Kunststoffverpackungen im Lebensmittelbereich. Über standardisierte Programmierschnittstellen kann COPPA an andere Plattformen wie die CCP angebunden werden.

Der Demonstrator wurde bis zum Technology Readiness Level 5 entwickelt und stellt damit zentrale Funktionalitäten bereit. Dazu gehören die lückenlose Nachverfolgung von Kunststoffen aus Verpackungen sowie ein effizienter Informationsaustausch für automatisierte Qualitätsnachweise und Prognosen zur Verfügbarkeit. Ergänzend ermöglicht er die Nachweisführung des Rezyklatgehalts und der Rezyklatqualität von Produkten und Materialchargen. Ein Smart-Contract-Modell unterstützt die Wertschöpfungsketten durch eine demokratisierte und notarierte Kunststoffverarbeitung. Zudem werden Entscheidungshilfen zur Reduzierung von Verpackungsmaterial und zum Einsatz von Rezyklaten bereitgestellt. Schließlich dient der Demonstrator als Instrument zur präzisen Erfassung von Nachhaltigkeitswirkungen durch geringeren Materialverbrauch und höhere Ressourceneffizienz.

Die Kunststoff- und Verpackungswirtschaft bildet ein komplexes Ökosystem, das von vielfältigen Rollen und gegenseitigen Abhängigkeiten geprägt ist. Damit eine Kreislaufwirtschaft entstehen kann, müssen nicht nur neue technologische Lösungen bereitgestellt werden, sondern auch Geschäftsmodelle, Kooperationsformen und organisatorische Strukturen weiterentwickelt werden. COPPA greift diese Transformationsbedarfe auf, indem es Transparenz über Materialien und Prozesse schafft, Vertrauen zwischen den beteiligten Akteuren stärkt und neue Rollen im Anwendungssystem definiert. Auf dieser Grundlage können Unternehmen, insbesondere KMU, befähigt werden, datenbasierte Entscheidungen zu treffen und ihre Wertschöpfungsnetze gezielt auf Kreislaufstrategien auszurichten. So trägt COPPA dazu bei, den Übergang von linearen Strukturen hin zu einer digital gestützten Kreislaufwirtschaft Schritt für Schritt umzusetzen und dauerhaft zu verankern.

### **4 Projektablauf**

Die Arbeiten des Vorhabens unterteilten sich in sechs inhaltliche Arbeitspakete, die durch ein siebtes Arbeitspaket geleitet wurden. Tabelle 1 enthält die Titel der Arbeitspakete, die für die Leitung und

hauptsächliche Durchführung verantwortlichen Projektpartner, sowie die Zuordnung zum Ergebniskapitel.

*Tabelle 1: Titel und Leitung der durchgeführten Arbeitspakete sowie Zuordnung zum Ergebniskapitel*

AP	Leitung	Arbeitspakettitel gemäß Antrag	Ergebniskapitel
AP1	WI	Design eines digitalen Szenarios gemeinsam mit allen relevanten Stakeholdern	5.1
AP2	EECC	Konzeption, Umsetzung und Demonstration eines Vertrauens- und Transparenznetzwerks	5.4
AP3	Infosim	Konzeption und technische Umsetzung der CCP	5.4, 5.6.1
AP4	GS1	Entwicklung komplementärer Betreiber-, Geschäfts- und Eigentumsmodelle	, 5.7
AP5	FIR	Entwicklung eines Anwendungsökosystems für die CCP	5.1.2, 5.1.3, 5.6.1, 5.6.2, 5.8, 5.9 <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b> , 5.10
AP6	SKZ	Informationssystem zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen durch KPI	5.5
AP7	SKZ	Projektmanagement, Netzwerk und Kommunikation	5.11, 5.12

## 5 Projektergebnisse

Im Folgenden werden die Projektergebnisse erläutert, die aus den bearbeiteten Arbeitspaketen entstanden sind und insbesondere das FIR beteiligt war.

Die Analyse der Bedürfnisse der betroffenen Akteure, die Zieldefinition und der daraus entstandene Anforderungskatalog lieferten eine erste Ausrichtung für die als Demonstrator technisch umgesetzte Plattform. Die tiefgehende Analyse der Lebensmittelverpackungsindustrie (Ist-Ökosystem) und der eingehenden Beschreibung der identifizierten Schlüsselrollen konnte anschließend als Fundament zur Entwicklung des Soll-Ökosystems genutzt werden, in dem die kollaborative Plattform agiert. Iterativ entstehen hieraus ebenfalls Anforderungen an die Plattform, die parallel entwickelt wurde.

Das Alleinstellungsmerkmal der Plattform besteht neben der Umsetzung des Digitalen Produktpass (DPP) für Lebensmittelverpackungen auf der Plattform im entwickelten Transparenz- und Vertrauensnetzwerk, sowie dem integrierten CO<sub>2</sub>-Rechner. Darüber hinaus wurde für die technisch umgesetzte Plattform ein Geschäftsmodell und dessen mögliche Interaktion mit dem Anwendungsökosystem erarbeitet. Hier wurden neben einem Business Platform Canvas für die Plattform mögliche Netzwerkeffekte und Skalierungsstrategien identifiziert. Damit die Plattform von Unternehmen genutzt werden ist außerdem zu beachten, dass eine einheitliche Sprache genutzt wird und insbesondere KMU dazu befähigt werden, an der Plattform teilzunehmen. Das Projekt hat hierzu zum einen verschiedene Handreichungen für KMU erarbeitet als auch Transformationslinien für Unternehmen abgeleitet, die aus der Einflussanalyse des Anwendungsökosystems und der Entwicklung neuer kooperativer Geschäftsmodelle resultieren.

### 5.1 Zieldefinition

Zu Beginn der Projektzusammenarbeit wurde eine gemeinsame Vision für die Circular Collaboration Platform (CCP) entwickelt. Dabei ging es in erster Linie darum mögliche, notwendige und nicht notwendige Funktionen der CCP zu sammeln und danach zu kategorisieren. Außerdem wurden Details zur technischen Umsetzung der CCP definiert und Möglichkeiten zur Integration von

Informationsquellen, Standards und Schnittstellen erarbeitet (5.1.1). Darüber hinaus wurde die Lebensmittelverpackungsindustrie analysiert (5.1.2) und skizziert, wie diese sich durch die Einführung der nach den Anforderungen entwickelte CCP verändert (5.1.3). Im Rahmen des Projekts wurde der Anwendungsfall bewusst ausschließlich auf die Recycling-Strategie fokussiert. Weitere R-Strategien (z. B. Reuse, Repair oder Refuse) wurden zum damaligen Zeitpunkt für die Kreislaufwirtschaft von Kunststoffverpackungen als weniger zielführend eingeschätzt und daher nicht weiterverfolgt.

### **5.1.1 Entwicklung eines Anforderungskatalog für die Circular Collaboration Platform**

Um die Anforderungen, die verschiedene Nutzergruppen an die Plattform stellen, besser greifbar zu machen, wurden zu Beginn das aus der Softwareentwicklung bekannte Verfahren der "Persona" genutzt. Es wurden dafür sieben verschiedene Persona ausgearbeitet, die individuellen Anforderungen, Motivationen zur Plattformnutzung und Interessen/Ängste in das System einbringen. Die Personas sind: Werksleiterin Sortieranlage für LVP-Abfälle, Abfallentsorgung für Kommune – regionale Leitung, Recompounder von Rezyklaten, Einkäufer bei einem Verarbeiter von Rezyklaten, Brand owner, Anlagenbauer und Verbraucher LVP

Zu Beginn des Projekts wurden zwei Workshops mit den Kunststoffexperten der Projektpartner durchgeführt, um ein gemeinsames Bild der Kunststoffwertschöpfungskette zu entwickeln. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus diesen Industrieworkshops wurden die Rollen ausgewählt, die für die CCP besonders relevant sind und Interviewpartner anhand der von Ihnen eingenommenen Rollen ausgewählt. Für die Interviews wurde ein Fragenkatalog entwickelt, der inhaltlich unter Einbezug des Projektkonsortiums erarbeitet wurde. Dieser wurde teilstandardisiert in den Interviews angewendet, z.T. wurden Fragen konkret auf die Interviewpartner angepasst. Die Interviewpartner wurden zum größten Teil aus den Netzwerken der Projektpartner und der assoziierten Projektpartner akquiriert, es wurden sechs Video-Interviews, ein Workshop im Rahmen des Forum Rezyklat, Gespräche auf der K-Messe sowie weitere Gespräche mit Industrievertreter:innen im beruflichen Alltag als Informationsquellen genutzt. Als Ergebnis wurde ein erster umfangreicher, dynamischer Anforderungskatalog für die CCP zusammengestellt.

Zudem wurden innerhalb der Zieldefinition zu Beginn des Projekts drei Beispielfälle definiert, deren Wertschöpfungskette auf der CCP implementiert werden soll: Biaxial orientierte Polypropylen BOPP Folie (z.B. für Obst oder Gemüse), Tiefzieh / Thermoformtray (z.B. für Pralinen) und In-Mould-Labeling (IML) Container (z.B. für Joghurt)

### **5.1.2 Analyse der Kunststoff-Lebensmittelverpackungsindustrie mittels Business Ecosystem Mapping**

Die nachfolgende Gestaltung des Business Ecosystems der Kunststoff-Lebensmittelverpackungsindustrie bildet eine umfassende Analyse des Status quo. Als zentrales Paradigma wurde ein Open-Loop-Recycling angenommen, bei dem recyceltes Material nicht für den identischen Zweck, sondern für neue Anwendungen wiederverwendet wird. Die Untersuchung der Wertschöpfungsprozesse und Warenströme konzentrierte sich auf die drei Beispielfälle, die in der ersten Zieldefinition definiert wurden. Zur Abbildung des Wertschöpfungssystems wurde die Methode des Value Flow Modeling nach den Ouden (2011) verwendet, welche die Wertströme in Form von Gütern und Dienstleistungen, Geld und Krediten, Informationen sowie immateriellen Werten systematisch erfasst. Die Analyse zeigt, dass bereits heute ein vollständiger, zentraler Wertschöpfungskreislauf für die Herstellung der drei Beispielfälle darstellbar ist. Dieser umfasst die in Abbildung 1 dargestellten Rollen innerhalb des zentralen Kreislaufs. Dies bedeutet, dass der Kreislauf durch den gezielten Zusammenschluss von Unternehmen mit diesen Kompetenzen theoretisch geschlossen werden könnte.

Ein zentrales Ergebnis der Analyse ist die systematische Einbeziehung peripherer Akteure wie Maschinenhersteller und Forschungsinstitute in die Betrachtung des Ökosystems. Auf dieser Grundlage wurde ein umfassendes Ökosystemmodell entwickelt, in dem alle relevanten Akteure sowie ihre Austauschbeziehungen strukturiert erfasst und dargestellt sind. Während Abbildung 1 eine bewusst vereinfachte Darstellung des zentralen Kreislaufs zeigt, ist im Anhang eine detaillierte Ökosystem-Map enthalten, die die vollständige Abbildung der Akteurslandschaft und ihrer Interaktionen dokumentiert. (vgl. <https://coppa.praqtics.com/assets/files/second-eco-system-map.pdf>).

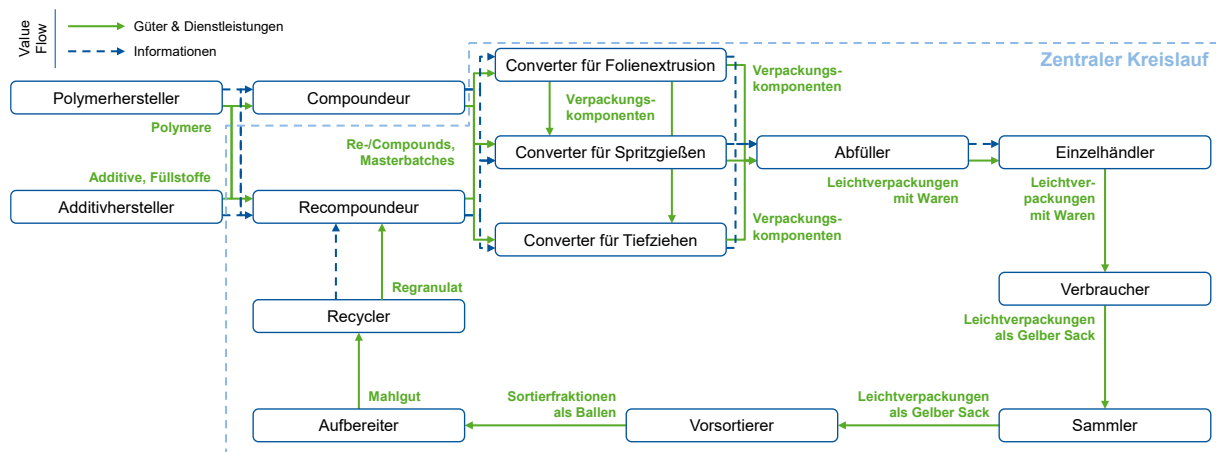


Abbildung 1: Übersicht über den vereinfachten Status Quo Wertschöpfungskreis der Lebensmittelverpackungsindustrie

### Identifikation und Beschreibung einzelner Rollen, beispielhafte Akteure und Austauschbeziehungen

Aufbauend auf der systemischen Betrachtung erfolgte eine detaillierte Charakterisierung der einzelnen Rollen, die durch Interviews mit Experten aus dem gesamten Wertschöpfungsnetzwerk validiert und vertieft wurde. Ein besonderer Fokus lag auf dem Verständnis realer Wertschöpfungsprozesse sowie auf dem Datenaustausch zwischen den Partnern. Die Ergebnisse dieser qualitativen Analyse sind exemplarisch im Rollenprofil des Converters in Abbildung 2 dargestellt. Alle weiteren Rollenprofile sind unter folgenden Link zu finden:

Darüber hinaus ist der spezifische Mehrwert erfasst, den sich Akteure von einer Teilnahme am Ökosystem versprechen. Dieser erwartete Mehrwert gibt häufig Aufschluss über die aktuellen Herausforderungen der Unternehmen. Jedem Rollenprofil sind exemplarisch reale Unternehmen zugeordnet.

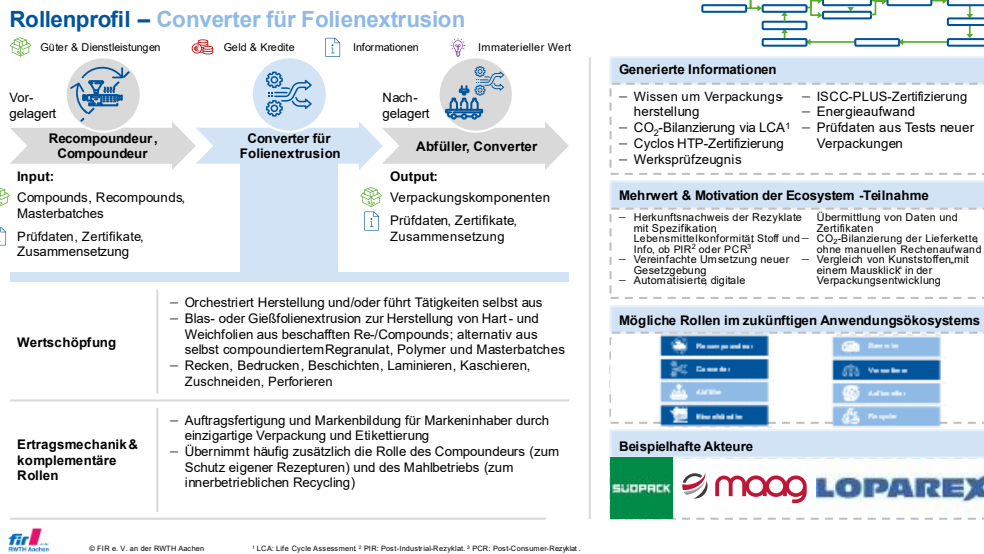


Abbildung 2: Exemplarische Darstellung eines Rollenprofils, hier: Converter für Folienextrusion

### 5.1.3 Analyse und Gestaltung des zukünftigen Anwendungssystem mittels Methoden des Ecosystem Design (Rollen- und Transaktionsbeschreibung)

Aufbauend auf der Darstellung des Status Quo Ökosystems wurde das zukünftige Anwendungssystem für die Kunststoff-Lebensmittelverpackungsindustrie analysiert und gestaltet. Eine zentrale Erkenntnis ist, dass die im Status Quo Ökosystem entwickelten Rollen auch im zukünftigen Ökosystem Bestand haben. Für eine erfolgreiche Implementierung der Plattformnutzung müssen jedoch die herausgearbeiteten Veränderungen der Geschäftsmodelle für jede einzelne Rolle berücksichtigt werden. Ergänzend wurde das Wertversprechen der CCP systematisch analysiert und in Form eines Business Platform Canvas dokumentiert. Dabei wurden insbesondere die Beiträge der Plattform zu unterschiedlichen Kreislaufstrategien betrachtet. Die daraus abgeleiteten Ergebnisse sind in Kapitel 5.6.1 vertieft beschrieben.

Die offene digitale CCP ist der zentrale Knotenpunkt des Anwendungssystem. Sie validiert DPP-Daten über den gesamten Produktlebenszyklus und stellt sie transparent bereit. Daraus entstand die Verknüpfung des DPP-Aggregators mit der CCP. Da eine alleinige Instanz der Interoperabilität widerspricht, ist die Einbindung mehrerer Aggregatoren vorgesehen, um Flexibilität, Wettbewerb und Skalierbarkeit zu sichern. Für die prototypische Umsetzung der CCP wird zunächst die Infrastruktur der R-Cycle-Initiative von Reifenhäuser genutzt. Die Auswahl und Einbindung der beteiligten Akteure im Anwendungssystem erfolgte dabei funktionsbasiert: Maßgeblich war, welche Partner zur Realisierung der identifizierten Wertversprechen der CCP beitragen können.

Zur Sicherstellung der Interoperabilität und zur Definition der Datenflüsse wurden die identifizierten Rollen des zentralen Kreislaufs den definierten Prozessschritten des GS1-Standards „Circular Plastics Traceability“ zugeordnet. Das umfasst die konkret auszutauschenden Informationen sowie die Definition der benötigten Formularfelder für jeden dieser Prozessschritte. Bei den auszutauschenden Informationen handelt es sich unter anderem um Angaben zur Lebensmittelzulassung, Materialzusammensetzung, Herkunft und Recyclingfähigkeit. Durch die Zuordnung der Prozessschritte zu den Akteuren kann nachverfolgt werden, wo die relevante Information generiert und damit zum ersten Mal digital aufgenommen werden muss. Der resultierende Entwurf des zukünftigen Anwendungssystem stellt die ausgearbeiteten Rollen, ihre Wirk- und Austauschbeziehungen sowie die Zuordnung der „Circular Plastics Traceability“-Prozessschritten unter Einbeziehung der CCP in Abbildung 3 dar.

Die zielgruppengerechte Visualisierung dieses Anwendungsökosystems erfolgte im Rahmen des Meilensteins 5.6. Die dort dargestellten Zielbilder beschreiben den erreichten Soll-Zustand des zentralen Güterstroms in der Kunststoff-Lebensmittelverpackungsindustrie aus Sicht jeder Rolle. Es zeigt, wie Güter und Informationsflüsse vom Rohstoff bis zur Verwertung systematisch miteinander verbunden sind. Die Darstellung macht die Aufgaben und Zusammenhänge zwischen Circular Collaboration Platform, Digital Product Passport Aggregator und den beteiligten Rollen sichtbar und schafft eine Grundlage für die praxisnahe Weiterentwicklung zirkulärer Prozesse auf industrieller Ebene. Ergänzend wurden für die zentralen Rollen Steckbriefe erarbeitet, in denen der jeweilige Mehrwert sowie die Motivation zur Teilnahme am Anwendungsökosystem explizit benannt sind. Dadurch wird transparent, welche ökonomischen und organisatorischen Anreize die Akteure zur aktiven Mitwirkung an der Plattform haben (s. Abbildung 2).

### Zentraler Güterstrom der LVP-Industrie – Soll-Zustand

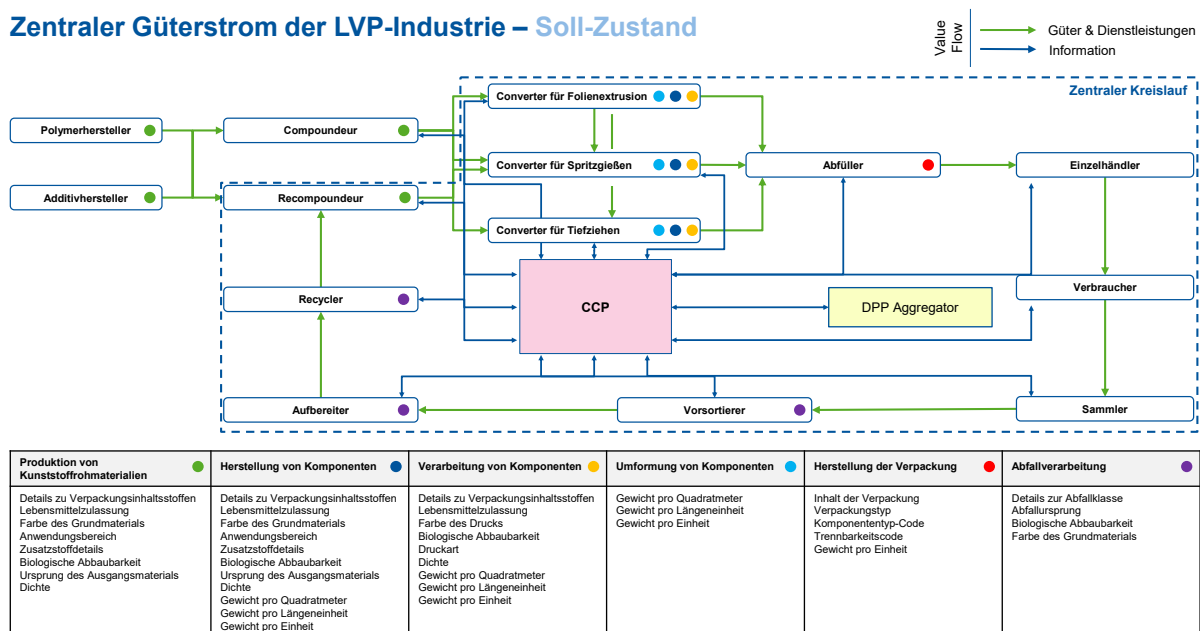


Abbildung 3: Das zukünftige Anwendungsökosystems mit CCP, DPP Aggregator und zentralisierten Informationsflüssen

## 5.2 Technische Umsetzung des Demonstrators

Dieses Kapitel beschreibt die Umsetzung der theoretischen Konzeption von COPPA in eine funktionsfähige Plattform. Das technische Ergebnis besteht aus der Circular Collaboration Platform (CCP) und einer begleitenden Homepage. Die Plattform bildet den Herstellungsprozess von Lebensmittelverpackungen digital ab und ermöglicht die Eingabe, Verarbeitung und Anzeige produktspezifischer Daten in Form eines Digitalen Produktpasses (DPP).

Unternehmen können sich registrieren, eigene Daten eingeben und digitale Produktpässe erzeugen. Diese Pässe enthalten zentrale Informationen wie Produktionsort, Materialzusammensetzung, Recyclinganteil und weitere relevante Eigenschaften der Verpackung. Über QR-Codes können die Pässe direkt abgerufen werden, wodurch eine transparente und rückverfolgbare Darstellung der Produktionskette entsteht.

Ein weiteres Element der Plattform ist das Partnerschaftskonzept, das eine kontrollierte Freigabe sensibler Daten zwischen Unternehmen ermöglicht. So können Firmen individuell festlegen, welche Informationen für Partner sichtbar sind. Darüber hinaus unterstützt die Plattform durch die Integration eines CO<sub>2</sub>-Rechners die ökologische Bewertung der Produktionsprozesse.

Die Homepage dient als zentraler Zugangspunkt zur Plattform und bietet Informationen zum Projekt sowie zu den veröffentlichten Pilotprodukten, die als Beispiele für die Validierung der Plattform dienen.

### **5.3 Validierung des Demonstrators anhand von Demo- und Pilotprodukten**

Die Validierung des COPPA-Demonstrators erfolgte fortlaufend durch das Entwicklungsteam und das Konsortium anhand zweier Pilotprodukte: einer Kunststofftrinkflasche und eines Joghurteimers. Beide Produkte wurden zur Prüfung der Funktionalität und Datenverarbeitung auf der Plattform eingesetzt.

Die Kunststofftrinkflasche wurde gemeinsam mit Constab, König & Bauer und dem SKZ hergestellt. Ihr digitaler Produktpass ist über einen QR-Code abrufbar. Die Validierung verlief erfolgreich und umfasste zentrale Produktionsschritte der kunststoffverarbeitenden Industrie. Zudem wurde ein Vertrauens- und Transparenzsystem auf Basis digitaler Identitäten (SSI) integriert, um Daten rückverfolgbar und verifizierbar zu machen.

Der Joghurteimer diente zur Überprüfung der kollaborativen Funktionen. Dabei traten vor allem bei Druck- und Laminierprozessen Grenzen der bestehenden Guideline auf, die künftig erweitert werden muss. Das Transport-Event wurde konzeptionell berücksichtigt, aber nicht praktisch umgesetzt. Trotz technischer Herausforderungen konnten beide Pilotprodukte erfolgreich in das System integriert und digital signiert werden. Die Ergebnisse zeigten den Bedarf nach standardisierten Datenstrukturen und einer einheitlichen digitalen Sprache, bestätigten jedoch grundsätzlich die Funktionsfähigkeit und Praxistauglichkeit der Plattform.

### **5.4 Vertrauens- und Transparenznetzwerk mit digitalen Identitäten**

Ein zentraler Bestandteil des COPPA-Demonstrators ist ein Vertrauens- und Transparenznetzwerk auf Basis digitaler Identitäten (Self-Sovereign Identity, SSI). Ziel ist es, Prozessdaten der Kunststoffverarbeitung rückverfolgbar, überprüfbar und sicher zwischen den Beteiligten austauschbar zu machen.

Hierfür wurde eine SSI-basierte Infrastruktur entwickelt, die Daten durch digitale Signaturen absichert. Zwei Module für die Signierung von Prozessdaten und ein Modul zur Notarisierung dieser Signaturen auf einer Blockchain wurden implementiert und stehen als Open-Source-Lösungen zur Verfügung. Die digitalen Identitäten und Signaturen sind vollständig in den Digitalen Produktpass integriert. Nicht signierte Daten werden automatisch von der Plattform signiert, um die Datenintegrität zu gewährleisten.

Für eine transparente Darstellung werden die Daten in drei Vertrauenskategorien eingeteilt: COPPA Signed, Externally Trusted und Externally Unknown. Dadurch lässt sich die Herkunft und Vertrauenswürdigkeit einzelner Dateneinträge nachvollziehen. Jede Änderung kann beim Abruf überprüft werden, wodurch eine vollständige Validierung des Datenflusses auf Eventebene möglich ist.

Auf Basis dieser Infrastruktur wurde ein Konzept zum Eigentumsbehalt entwickelt. Es ermöglicht Unternehmen, Materialkreisläufe zu schließen und sensible Daten sicher zu verwalten. Standardisierte Identifikatoren und SSI-Technologie unterstützen dabei die selektive Datenfreigabe und Eigentumsübertragung. Ergänzend wurde das „Book & Claim“-Modell vorgestellt, das Nachhaltigkeitsnachweise vom physischen Produkt entkoppelt und so Transparenz und ökologische Wirkung fördert.

## 5.5 Automatische Ausgabe des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks im Digitalen Produktpass

Der zweite USP der Plattform war die Integration eines Informationssystems zur Bewertung und Kommunikation von Nachhaltigkeitswirkungen von Kunststoffverpackungen für Lebensmittel. Ziel war die Einbindung in die Circular Collaboration Platform, um allen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette eine transparente Entscheidungsgrundlage zu bieten. Interviews und Workshops zeigten, dass der CO<sub>2</sub> Fußabdruck als zentraler Indikator gilt, während andere ökologische Aspekte weniger relevant eingeschätzt wurden. Daher liegt der Fokus auf einem CO<sub>2</sub> Rechner, der auf Lebenszyklusanalysen mit OpenLCA und der Ecoinvent Datenbank basiert. Über strukturierte Eingabemasken lassen sich Materialien wie PE, PET oder Aluminium direkt mit Datensätzen verknüpfen, während für Spezialmaterialien Näherungswerte oder Modellierungen erforderlich sind. Die Informationsweitergabe erfolgt über den Digitalen Produktpass auf Basis des EPCIS Standards und der [Circular Traceability Guideline](#) von GS1. Damit werden Prozessereignisse wie Substrate Production, Printing oder Transport standardisiert erfasst und für die Sachbilanz genutzt. Diese enthält Angaben zu Materialart und Herkunft, Gewicht, Energieverbrauch, Ausschussraten und Transportentfernungen.

## 5.6 Entwicklung eines Betreiber- und Geschäftsmodells für die CCP

Plattformen, wie die des entwickelten Demonstrators, sind entscheidende Innovationen, um die Kreislaufwirtschaft von Verpackungen zu ermöglichen, weil sie Transparenz, Ressourceneffizienz und Zusammenarbeit fördern. Neben der technischen Ausgestaltung des Demonstrators wurde daher auch ein Betreiber- und Geschäftsmodell für den Demonstrator, sowie passende Skalierungsstrategien entwickelt.

### 5.6.1 Business Platform Canvas

Das Business Platform Canvas ist ein von Allweins, Proesch und Ladd entwickeltes Instrument zur Analyse und Gestaltung von mehrseitigen digitalen Plattformgeschäftsmoellen. Es dient dazu, die zentralen Elemente eines Plattformökosystems insbesondere Wertversprechen, beteiligte Akteursgruppen und deren Interaktionen strukturiert darzustellen. Im Projekt COPPA wurde das Business Platform Canvas genutzt, um das Geschäftsmodell der Circular Collaboration Platform systematisch abzubilden und die zentralen Wertversprechen, Akteursrollen und Austauschbeziehungen transparent zu machen.

(vgl. <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/2515127420959051>)

Das Ergebnis des Business Platform Canvas von COPPA gibt einen Überblick über die Aktivitäten und das Ökosystem der Plattform für Kunststoffverpackungen im Kreislaufsystem gibt und ist in detaillierter Form im Downloadbereich der Homepage veröffentlicht. Im Fokus stehen die Kunden (Kundensegment) sowie das Nutzenversprechen der Plattform an sie und die Interaktion der Plattform mit den Kunden. Das Business Platform Canvas beschreibt zudem die Schlüsselaktivitäten der Plattform, ihre Schlüsselressourcen und die Schlüsselpartner, die zur Erfüllung der Nutzenversprechen erforderlich sind. Abbildung 4 zeigt das für Plattformen adaptierte Business Platform Canvas für die Circular Collaboration Plattform COPPA.

Elementarer Baustein des Geschäftsmodells ist die Gewährleistung der Datensouveränität der Unternehmen durch das entwickelte Partnerschaftskonzept. Im Demonstrator wurde ein vereinfachtes Konzept umgesetzt. Darauf aufbauend arbeitet das Konzept aus, wie ein perspektivisches Partnerschaftskonzept einer marktfähigen Plattform ausgestaltet sein könnte.

NOTWENDIGKEIT Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff Digitaler Produktpass Rezyklateinsatz & Recyclingfähigkeit		ANREIZE / STIMULI Implementierung des Netzwerks Diversifizierung der Nutzerrollen Clusterbildung des Netzwerks	
KUNDENSEGMENT BrandOwner Converter Rezyklierhersteller Neuwarehersteller Retailer		INTERAKTION Registrierung als Firma Füllen Events zur Verpackungsherstellung aus Veröffentlichung des Produktpasses für Verpackungen Verknüpfung von aufeinanderfolgenden Events Nutzung / Anwendung von Informationen des DPPs Suchen und Finden von Partnerfirmen	
KUNDENBEZIEHUNG & KANÄLE Persönlicher Kontakt Teilnahme an Netzwerken Social Media, Presse & Messeauftritte		NUTZENVERSPRECHEN Kostensenkung durch Effizienz Qualitätssteigerung der Produkte Regulatorische Vorteile	
ERMÖGLICHUNG Barrierefreie Nutzung und freier Informationsfluss Nutzerfreundlichkeit & Intuitive Benutzeroberfläche Interoperabilität durch Standards Datensouveränität durch Rechte- & Rollensystem		SCHLÜSSELAKTIVITÄTEN Bereitstellung der digitalen Infrastruktur Weiterentwicklung der Plattform Kundenkontakt	
SCHLÜSSELPARTNER Verifizierungs- und Zertifizierungsstellen Produktpass – Aggregatoren		SCHLÜSSEL-RESSOURCEN Digitale Infrastruktur Personal Daten	
Einfaches Partnerschaftskonzept Einfachstes System		DATENSOUVERÄNITÄT Differenziertes Partnerschaftskonzept Aktuelles System	
INDIVIDUELLES PARTNERSCHAFTSKONZEPT Perspektivisches System		MONETARISIERUNG Abonnementbasis / Freemium-Modelle Werbung & Sponsoring „COPPA-Trusted Partner“ Community-Mitgliedschaft / Zugangsberechtigung Pay-per-Use Affiliated Marketing	
GOVERNANCE <small>Rechte &amp; Rollenprofile und damit verbundene Verantwortungsverträge</small>		<small>Mechanismen zur Umsetzung/Regelung          Modelle zur Ausweitung für die Zukunft</small>	

Abbildung 4: Adaptiertes Business Platform Canvas nach Allweins, Proesch und Ladd für die Kollaborationsplattform COPPA

### 5.6.2 Untersuchung der Nutzung von Netzwerkeffekten der CCP im Anwendungssystem

Im Rahmen einer systematischen Literaturrecherche wurden insgesamt 34 Strategien zur Skalierung digitaler Plattformen identifiziert. Diese Skalierungsstrategien lassen sich aufgrund ihrer Ausrichtung und Funktionalität acht inhaltlichen Clustern zuordnen. Dazu gehören unter anderem die Gewinnung und Bindung von Nutzern, die Optimierung von Netzwerkeffekten, die Gestaltung der Plattformarchitektur, die Nutzung von Daten zur Erkenntnisgewinnung, die Schaffung von Werten, das Management des Ökosystems, die Personalisierung der Nutzererfahrung sowie die Kontrolle von Vertrauen und Qualität. (vgl. <https://coppa.praqtics.com/assets/files/use-of-network-effects.pdf>)

Auf Basis dieser Analyse wurden die identifizierten Skalierungsstrategien anschließend kontextbezogen für CCP bewertet. Dabei wurden 17 Strategien als besonders relevant für die CCP eingestuft und priorisiert (s. Tabelle 2). Diese priorisierten Strategien sind als konkrete operative und strategische Handlungsoptionen, mit denen das Wachstum der Plattform sowie die gezielte Ausprägung von Netzwerkeffekten systematisch unterstützt werden können.

Tabelle 2: Identifizierte Skalierungsstrategien und ihre Potenziale für die Verstärkung der Netzwerkeffekte der CCP

Cluster	Skalierungsstrategie	Potenzial
Nutzergewinnung & -bindung	Erweiterung der Nutzerbasis	Aufbau einer kritischen Masse erhöht den Plattformwert und verstärkt direkte sowie indirekte Netzwerkeffekte.
	Förderung der Nutzerinteraktion	Intensivere Interaktionen steigern Aktivität, Bindung und langfristige Nutzung der Plattform.
Wertschöpfung & Diversifikation	Erhöhung der Angebotsvielfalt	Ein breiteres Leistungsportfolio erhöht die Attraktivität der Plattform und spricht neue Nutzergruppen an.
	Steigerung des Werts der Kernleistungen	Verbesserung zentraler Funktionen stärkt den wahrgenommenen Nutzen und die Wettbewerbsfähigkeit.
	Erschließung neuer Wertschöpfungseinheiten	Ergänzende Services schaffen zusätzliche Nutzenpotenziale und neue Erlösquellen.
Ökosystem-Management	Bereitstellung von Anreizen und Ressourcen unter Unsicherheit	Senkt Eintrittsbarrieren, fördert Innovation und erleichtert die Beteiligung neuer Akteure im Ökosystem.
	Fokussierung auf Triple-Bottom-Line-Leistung	Ausgleich wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Ziele erhöht Nachhaltigkeit und Plattformwert.
	Berücksichtigung institutioneller Rahmenbedingungen	Unterstützung bei regulatorischen Anforderungen stärkt Vertrauen und Marktfähigkeit der Plattform.
Nutzererfahrung & Personalisierung	Mobilisierung externer Akteure und Steigerung der Teilnahme	Klare Standards und Reifegradmodelle erleichtern das Onboarding und beschleunigen den Netzwerkaufbau.
	Inhaltspersonalisierung	Zielgerichtete Inhalte und Datenflüsse erhöhen Relevanz, Effizienz und Nutzerzufriedenheit.
Plattform-Architektur & Design	Steigerung von Benutzerfreundlichkeit und Komfort	Verbesserte Usability senkt Nutzungshürden und erhöht die Effizienz der Zusammenarbeit.
	Sicherstellung einfacher Systemanbindung (Erweiterbarkeit)	Offene, standardbasierte Architektur erleichtert Integration externer Services und fördert Skalierbarkeit.
	Sicherstellung der Abwärtskompatibilität (Evolvierbarkeit)	Schützt bestehende Nutzerbeziehungen und stabilisiert Netzwerkeffekte bei Weiterentwicklungen.
Datennutzung & Erkenntnisgewinn	Nutzung technologischer Schnittstellen und standardisierter Kommunikation	Ermöglicht Koordination im großen Maßstab und reduziert Integrations- und Abstimmungsaufwand.
	Identifikation operativer Muster	Automatisierung und Effizienzgewinne in Prozessen steigern Skalierbarkeit und Wirtschaftlichkeit.
Vertrauen & Qualitätskontrolle	Aufbau von Vertrauen	Hohe Datenzuverlässigkeit stärkt Nutzervertrauen und fördert nachhaltige Netzwerkeffekte.
	Umsetzung strenger Qualitätskontrollen	Sicherstellung hoher Datenqualität (z. B. durch Blockchain) erhöht Glaubwürdigkeit und Stabilität der Plattform.

Wie in Tabelle 2 dargelegt, zeigen die Strategien konkrete Potenziale zur gezielten Verstärkung von Netzwerkeffekten auf. Dazu zählen beispielsweise die Personalisierung von Inhalten, um die Nutzerbindung zu erhöhen. Auf technischer Ebene fördert eine modulare Architektur die Erweiterbarkeit, während standardisierte Schnittstellen die Koordination im Ökosystem verbessern. Essenziell im COPPA-Kontext sind zudem Potenziale zum systematischen Aufbau von Vertrauen und zur Qualitätskontrolle. Diese identifizierten Potenziale bilden die inhaltliche Grundlage für die Auswahl und Priorisierung der 17 relevanten Skalierungsstrategien für die CCP, da sie unmittelbar an den zentralen Wirkmechanismen von Netzwerkeffekten ansetzen und somit einen gezielten Hebel zur Unterstützung des Plattformwachstums darstellen.

## **5.7 Untersuchung und Empfehlungen zur umfassenden Regelung einer gemeinsamen digitalen Sprache über den Lebenszyklus von Kunststoffen**

Für eine kreislauforientierte Wirtschaft und den Nachweis von Standort, Wiedereinsatzzeitpunkt und Rezyklat Anteil von Produkten ist eine ganzheitliche Nachweisführung notwendig. In COPPA wurde hierfür auf Basis von Workshops und Gesprächen mit Konsortialpartnern ein Paket praxisnaher Tools entwickelt, insbesondere für KMU. Dazu gehören: Podcast, Leitfaden, CCP-Reifegradmodell mit fünf Stufen und Fragenkatalog, Handlungsempfehlungen, ein Selbst-Check als Online-Fragebogen sowie ein begleitendes Video. Der [Leitfaden](#) dient als Handbuch zu Investitionssicherheit, GS1-Standards, Lokalisierung, Typisierung und zur Beschreibung der CCP-Readiness. Er wurde fortlaufend weiterentwickelt und steht zum Projektende als internes Dokument mit begrenzter Veröffentlichung zur Verfügung. Das **CCP-Reifegradmodell** bewertet den Stand eines Unternehmens im Hinblick auf den Einsatz von Standards und die Fähigkeit zur Teilnahme an der CCP. Es umfasst fünf Stufen:

1. Strukturierte und teil digitalisierte Informationen
2. Digitale oder teildigitale Weitergabe von Maschineninformationen
3. Vorhandene Produktidentifikation (GTIN)
4. Produktidentifikation mit Charge und Nutzung von EPCIS zum Datenaustausch
5. Volle Integration interner und externer Supply Chain Prozesse

Auf Basis des Reifegrads können Schwachstellen identifiziert und gezielte Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Der Fragenkatalog umfasst Themen wie Organisation, Daten- und Prozessmanagement, Identifikation, Wertschöpfungsnetzwerke und Plattform. Die Ergebnisse fließen in das [Online-Selbst-Check-Tool](#) ein, mit dem Unternehmen ihren CCP-Reifegrad schnell einschätzen können. Sie erhalten eine individuelle Auswertung, Empfehlungen zu relevanten Standards sowie Maßnahmen zur Verbesserung des Reifegrads. Das Tool bleibt öffentlich verfügbar. Zur externen Wissensvermittlung wurde zusätzlich ein [Wissensnugget](#) entwickelt, das die wesentlichen Erkenntnisse kompakt darstellt und online bereitgestellt wird.

## **5.8 Rollenspezifische Einflussanalyse der Umfeldveränderungen auf unternehmerische Gestaltungsfelder mit Hilfe des Business Transformation Canvas (BTC)**

Die Basis für die Untersuchung der Transformationsbedarfe bildete die Identifikation und Validierung externer Umweltveränderungen mithilfe einer PESTEL-Analyse, die um eine zusätzliche Komponente C für den COPPA-Bezug ergänzt wurde. Aus einem anwendungsorientierten Ansatz mit einem Expertengremium und anschließender Validierung anhand wissenschaftlicher Literatur resultierte ein umfassender Katalog von 28 Einflussfaktoren, der in Tabelle 3 dargestellt ist. (vgl. <https://coppa.pragtics.com/assets/files/environmental-changes-impact.pdf>)

Tabelle 3: Katalog validierter Einflussfaktoren

Kategorie	Einflussfaktor
<b>Politische Einflussfaktoren</b>	EU Green Deal
	Politisch unvorhersehbares Umfeld durch Neuwahlen
	Erhöhung amerikanischer Zölle
<b>Ökonomische Einflussfaktoren</b>	Steigende Relevanz des Produktpreises
	Stärkere Konkurrenz in der Recyclingindustrie
	Steigende CO <sub>2</sub> -Bepreisung
	Schwankende Ölpreise
<b>Soziale Einflussfaktoren</b>	Höhere Relevanz der Markenidentität
	Verstärkte Forderung nach nachhaltigen Produkten
	Schlechte Abfalltrennung
<b>Technologische Einflussfaktoren</b>	Verstärkte Nutzung von Onlineshopping
	Kompostierbare Plastiktüte
	Digitalisierung der Kunststoff-Lebensmittelverpackungsindustrie
	Nutzung des Potentials von chemischem Recycling
<b>Umwelteinflussfaktoren</b>	Einhaltung der aktuellen Klimaziele
	Verstärkte Verwendung von Recycling zur Abfallvermeidung
	Einschränkung des globalen sowie europäischen Abfallhandels
<b>Rechtliche Einflussfaktoren</b>	Einflussfaktoren Verpackungsgesetz
	Mehrwegangebotspflicht
	Verbot von Einweg Plastik Ökodesign Verordnung für Nachhaltiges Design
	Unternehmens Nachhaltigkeits Reporting Verordnung
	Gesetze zur Lebensmittelkonformität von Plastik
	Verpackung und Verpackungsabfall Vorschrift
<b>COPPA Einflussfaktoren</b>	Implementierung eines Digitalen Produktpasses
	Implementierung einer Circular Collaboration Plattform
	Einführung Digitaler Signaturen in der KLVP-Industrie
	Standardisierung der Digitalen Infrastruktur

Aufbauend auf diesem Katalog wurde mittels einer Einflussmatrix analysiert, wie sich diese Faktoren konkret auf die Kunststoff-Lebensmittelverpackungsindustrie auswirken. Dabei wurden die fünf Gestaltungsdimensionen Geschäftsmodell, Strukturierung, Prozesse, Qualifikation und Stakeholder betrachtet. Um die rollenspezifischen Transformationsbedarfe zu differenzieren, wurden die zentralen Rollen des Ökosystems in die Gruppen „Upstream“ (Rollen der Kunststoffproduktion) und „Downstream“ (Rollen der Abfüllung und des Einzelhandels) eingeteilt. Der „Converter“ wurde dabei

als zentrales operatives Bindeglied zwischen diesen beiden Gruppen identifiziert. Die Analyse führte zu klaren Erkenntnissen: Als relevantester Einflussfaktor kristallisierte sich die Digitalisierung heraus. Im Gegensatz dazu wurden die aus den deutschen Neuwahlen resultierenden politischen Unsicherheiten als am wenigsten relevant eingestuft.

Hinsichtlich des Transformationsbedarfs zeigte sich, dass die Rollen der Upstream-Gruppe den höchsten Handlungsdruck aufweisen, während die der Downstream-Gruppe den geringsten verzeichnen. Der Converter positioniert sich hierbei zwischen diesen beiden Extrema, was seine strategisch wichtige Verbindungsfunktion innerhalb des Ökosystems unterstreicht.

Auf dieser Grundlage erfolgte die systematische Ableitung spezifischer Transformationsbedarfe und die Identifikation konkreter Gestaltungsspielräume als Reaktion auf die festgestellten Diskrepanzen. Mithilfe des Business Transformation Canvas wurden diese Bedarfe strukturiert den relevanten unternehmerischen Gestaltungsfeldern zugeordnet. Das Business Transformation Canvas (BTC) ist ein am FIR an der RWTH Aachen entwickeltes Instrument zur systematischen Planung, Koordination und Umsetzung von Transformationsvorhaben (vgl. Gudergan, G.; Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier, J. (2022): Business Transformation – Wie Unternehmen den Wandel erfolgreich gestalten. Springer Gabler.). Es gliedert Transformationsprozesse in die drei zentralen Bereiche Entwicklungsmodi, Unternehmensprozesse und Ordnungsmomente. Während die Entwicklungsmodi den strategischen Rahmen und das Zielbild der Transformation definieren, bündeln die Unternehmensprozesse die zentralen Handlungsfelder der Systemgestaltung und der Veränderung. Die Ordnungsmomente stellen schließlich die konsistente Steuerung und Ausrichtung des gesamten Transformationsprozesses sicher. Der Fokus auf die fünf Gestaltungsdimensionen Geschäftsmodell, Strukturierung, Prozesse, Qualifikation und Stakeholder folgt der Logik des BTC, da diese im Bereich der Unternehmensprozesse als zentrale Felder der Systemgestaltung verortet sind, über die Unternehmen ihr Zielsystem an veränderte Umweltbedingungen anpassen und Transformation operativ wirksam machen.

Ein weiteres Ergebnis ist die Ableitung einer strukturierten Ablaufarchitektur für Transformationsprozesse im Sinne des Business Transformation Canvas. Diese Architektur gewährleistet eine zielgerichtete und kohärente Umsetzung der identifizierten Maßnahmen und stellt somit ein praktisch anwendbares Instrument für die Unternehmen der Branche dar.

## **5.9 Entwicklung neuer (koopetitiver) Geschäftsmodelle für weitere zentrale Akteure im Anwendungsökosystem**

Standardisierung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion von Fragmentierung und Ineffizienz in zirkulären Geschäftsmodellen. Die Analyse zeigt, dass standardisierte Prozesse und Datenformate innerhalb eines Business Ecosystems bei gleichem Modularisierungsgrad wesentlich einfacher umsetz- und steuerbar sind als in einem offenen Markt. Sie bilden die Grundlage für skalierbare und automatisierte Abläufe, wie bspw. die automatisierte Abwicklung von Vertragsabschlüssen zwischen Plattformen und Nutzern, bei der individuelle Verhandlungen durch einheitliche Rahmenwerke ersetzt werden. Gleichzeitig ist Standardisierung auf Ebene der Datenformate die essenzielle Voraussetzung für die Implementierung von Mehrwertdiensten, etwa des zertifizierten Herkunftsnachweises, der auf konsistente und vergleichbare Angaben angewiesen ist, um seine Funktion zu erfüllen. (vgl. <https://coppa.praqtics.com/assets/files/business-models-value-chain.pdf>)

Innerhalb des zentralen Kreislaufs wurden vier Schlüsselrollen (Recompoundeur, Converter, Einzelhändler und Vorsortierer) sowie zwei weitere (Handelsplattform, Zertifizierer) im erweiterten Anwendungsökosystem identifiziert, die für die Funktionalität des Gesamtsystems von entscheidender Bedeutung sind. Für diese Rollen erfolgte eine vertiefte Analyse mithilfe der Business Platform Canvas, um die potenziellen Veränderungen in jeder Geschäftsmodelldimension rollen- und

unternehmensspezifisch zu erfassen. Dabei wurde deutlich, dass sich die Transformationsbedarfe und Entwicklungspfade je nach Ausgangssituation und Position im Ökosystem unterscheiden. Das Resultat dieser Analyse ist die Entwicklung differenzierter Soll-Geschäftsmodelle, die eine nachhaltige Positionierung und Wertschöpfung im veränderten Ökosystem aufzeigen. Die größten Veränderungen, die diese Rollen erfahren, sind in Abbildung 5 aufgelistet (Handelsplattformen als nicht-zentrale Rolle nicht dargestellt).

Der detaillierte Vergleich der Ist- und Soll-Geschäftsmodelle zeigt einen grundlegenden Wandel in der gemeinsamen Wertschöpfung und macht deutlich, welche ökonomischen und sozio-kulturellen Anreize für den Aufbau und die Verstetigung von Kreisläufen entstehen. Während im etablierten System vor allem langjährige persönliche Kontakte den Austausch prägen, eröffnet das Soll-Ökosystem ein deutlich breiteres Spektrum an Kooperations- und Handelsmöglichkeiten. Dadurch entsteht ein liquiderer Markt für Rezyklate, der sowohl neue wirtschaftliche Anreize durch effizientere, unpersönliche Handelsbeziehungen schafft als auch den Zugang für neue Akteure erleichtert. Gleichzeitig fördert die stärkere Transparenz und Standardisierung eine Kultur der Zusammenarbeit, die Vertrauen aufbaut und die Bereitschaft zur aktiven Mitgestaltung von Kreisläufen erhöht. Die größten Veränderungen durch eine Teilnahme am COPPA-Ökosystem betreffen die Geschäftsmodelle von Recompoundeuren, Vorsortierern, Recyclern sowie Handelsplattformen. Roll-out-Szenarien wurden im Konsortium intensiv diskutiert und dienen insbesondere dazu, die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Verankerung und Skalierung des Kreislaufs zu reflektieren.

Ein besonderes Augenmerk gilt der neu entstehenden Rolle des Service-Anbieters, dessen Existenz erst durch die Implementierung der CCP und des Anwendungsokosystems ermöglicht wird. Diese Rolle bietet eine hochautomatisierte Dokumentenverwaltung und -befüllung auf Basis der erfassten Events. Dies führt zu einem signifikant reduzierten Verwaltungsaufwand und der Vermeidung von Doppelarbeit bei den teilnehmenden Unternehmen.

### Veränderungen im Geschäftsmodell zentraler Rollen des Anwendungsokosystems

Rollen	Größte Veränderungen
 <b>Recompoundeur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forschung an der Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften wird Sprung in der Wichtigkeit und Dringlichkeit erfahren</li> <li>- Unpersönlicher, automatisierter Verkauf an neue Kunden durch zertifizierten Herkunftsnachweis ermöglicht, bspw. via Handelsplattformen</li> <li>- Perspektivisch: Produktionskapazitäten ausbauen, um steigende Nachfrage zu decken</li> </ul>
 <b>Converter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unpersönlicher, automatisierter Einkauf bei neuen, günstigeren Lieferanten via Handelsplattformen, ermöglicht durch zertifizierte Herkunft</li> <li>- Perspektivisch: Digitalisierung der Kunststoffmaschinen, zur automatisierten Aufnahme von Prozessparametern</li> </ul>
 <b>Abfüller</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzierter Verwaltungsaufwand durch entfallende Weiterreichung von Dokumenten und vereinfachtes Nachkommen von Auskunftspflichten</li> <li>- Perspektivisch: Automatisiertes Ausfüllen der Events beim Fügen der Verpackungskomponenten</li> </ul>
 <b>Einzelhändler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werbung mit CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ermöglicht Wettbewerbsvorteil</li> <li>- Perspektivisch: Möglichkeit nachhaltiger Verpackungen ebenso Niedrigpreissegment</li> </ul>
<b>Verbraucher</b>	
 <b>Sammler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine</li> </ul>
 <b>Vorsortierer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgleich zunehmender Komplexität durch erhöhte Fehlurfrate</li> <li>- Mehr Leichtverpackungen werden erkannt, sortiert und als Ballen verkauft, weniger verbrannt</li> <li>- Erkennung der angebrachten Marker im Sortierprozesses muss sichergestellt werden</li> </ul>
 <b>Aufbereiter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anbringung von Markern am Mahlgut muss sichergestellt werden</li> <li>- Perspektivisch: mehr und evtl. besser vorsortierte und zu Ballen gepresste Sortierfraktionen</li> </ul>
 <b>Recycler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anbringung von Markern am Regranulat muss sichergestellt werden</li> <li>- Unpersönlicher, automatisierter Kauf von neuen Zulieferern bzw. Verkauf an neue Kunden durch zertifizierten Herkunftsnachweis ermöglicht, bspw. via Handelsplattformen</li> </ul>

Abbildung 5: Die größten Veränderungen im Geschäftsmodell zentraler Rollen des COPPA-Ökosystems.

## **5.10 Ableitung von Transformationslinien für zentrale Stakeholder auf Basis musterrelevanter Gestaltungsfelder und empirische Validierung mit den Praxispartnern**

Eine rollenspezifische Einflussanalyse strukturierte die Rollen nach ihrem Transformationsbedarf. Einflussfaktoren ab 67 Prozent wurden als besonders relevant bewertet. Darauf aufbauend entstanden Transformationslinien für zentrale Rollen, die mit klaren Kriterien Abweichungen zwischen Ist und Soll sichtbar machen und als Grundlage für gezielte Maßnahmen dienen. Die Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit der Linien wurden von Industriepartnern bestätigt, wobei je nach Branche Anpassungen notwendig sein können. Für die Umsetzung wurden sechs aufeinander folgende Stufen formuliert Geschäftsmodell, Strukturen, Prozesse, Qualifikation, Stakeholder und Operationalisierung mit klaren Meilensteinen für eine schrittweise Umsetzung im Anwendungssystem. (vgl. <https://coppa.pragtics.com/assets/files/transformation-pathways.pdf>)

## **5.11 Zusammenarbeit im Konsortium**

Die Zusammenarbeit im Projekt verlief produktiv und respektvoll. Regelmäßige Treffen, monatlich im Konsortium, halbjährlich bei Partnern sowie in Wissenstransfer Reihen, schufen eine gemeinsame Basis und förderten die Kooperation. Gemeinsame Aktivitäten umfassten unter anderem den Auftritt auf den Innovationstagen in Berlin, die Entwicklung von Show und Demoprodukten sowie den AP1 Jour Fixe unter Leitung des SKZ. Für AP4 wurden sechs Face to Face Workshops bei verschiedenen Partnern durchgeführt und durch GS1 geleitet, ergänzt durch zweiwöchentliche Jour Fixe mit dem Leiter von AP4.1 zur Abstimmung der Fortschritte.

## **5.12 Zusammenarbeit mit externen Stellen**

Regelmäßige Pressemitteilungen informierten die interessierte Öffentlichkeit. Diese wurden sowohl durch die Kanäle des SKZ, als auch der beteiligten Partner geteilt. Der Austausch mit anderen Netzwerken der Branche wurde ebenfalls gepflegt. Als Teil des RePack-Netzwerks haben Mitglieder des COPPA Konsortiums an Themenworkshops und Clusterveranstaltungen sowie der Auftakt- und Abschlussveranstaltung teilgenommen. Der Cluster- und Themenworkshop zu biobasierten Materialien sowie zur Kollaboration des RePack-Netzwerks wurde in Würzburg beim SKZ durchgeführt.

### ***Regelmäßiger Austausch mit anderen Netzwerken der Branche:***

- Forum Rezyklat
- ECLASS
- Effizienz Agentur NRW
- Cyclops, Cirpass und GAIA-X, Datenhub DACE, Community Nachhaltige Digitalisierung vom BMWK

### ***Projektbegleitung durch das RePack-Netzwerk:***

- Teilnahme am Clustertreffen vom 10. September 2024 in Fulda: „Mehrweg & Unverpackt“
- Durchführung des Themenworkshops „Kollaboration entlang der Wertschöpfungskette“ vom 26.11 bis 27.11. am SKZ in Würzburg
- Durchführung des Clusterworkshops „Optimierung und Reduktion – Biomaterialien und Bioklebstoffe im Fokus“ von 27.11 bis 28.11. am SKZ in Würzburg
- Teilnahme an der Auftaktveranstaltung am 11. Juni 2024 in Berlin
- Intensive Zusammenarbeit mit dem RePack-Netzwerk durch z. B. Weitergabe von Veröffentlichungen, Beitrag bei Veranstaltungen und Newsletter

### ***Feedback aus Industrie wurde eingeholt durch:***

- Industrieworkshop (27.09.2023): Ausgestaltung des MVP: Gains / Pains der Plattform & Datenstruktur der Eventeingabe
- Plattformworkshop: (20.03.2024): Ausgestaltung der Passausgabe (inkl. CO2-Fußabdruck) und erstes Feedback zum Partnerschaftskonzept.
- Abschlussveranstaltung: 08.07.2025: Vorstellung des Demonstrators und weiterer Projektergebnisse
- Bilaterale Interviews der einzelnen APs und im Rahmen der besuchten Veranstaltungen

#### ***Pilotprodukte in Zusammenarbeit mit externen Firmen:***

- Maag: Abdecken der Folienverarbeitung – die Herstellung wurde exemplarisch durch das SKZ abgedeckt.
- Pfabo: Abdecken von drei aufeinanderfolgenden Partnern: Inotec, Adoma und Pfabo

### **5.13 Veröffentlichung des Ergebnisses**

Der Demonstrator und die weiteren Forschungsergebnisse wurden zu Projektende in einer Abschlusspräsentation online über Microsoft Teams vorgestellt. Bei dieser Veranstaltung waren 41 externe Personen aus verschiedenen Bereichen anwesend. Außerdem gab es eine Vorstellung des Projekts im Rahmen der RePack-Netzwerk Abschlussveranstaltung (11.11.2025), sowie der Fachmesse „FachPack“ im September 2025.

Der erstellte Demonstrator ist nach aktuellem Stand mindestens für die nächsten fünf Jahre unter „<https://coppa.praqtics.com/login>“ öffentlich verfügbar und nutzbar. Gleiches gilt für die weiteren Projektergebnisse, die unter dem Reiter Ressourcen „<https://coppa.praqtics.com/home/business-model>“ auf der Homepage von COPPA veröffentlicht sind:

- Startseite: <https://coppa.praqtics.com/home>
- Über uns: <https://coppa.praqtics.com/home/about-us>
- Lösungen: <https://coppa.praqtics.com/home/solutions>
- Ressourcen / Veröffentlichungen: <https://coppa.praqtics.com/home/business-model>

Weitere Vorstellungen und Bekanntmachungen zum Projekt und dessen Ergebnisse sind im Kapitel 11 aufgeführt.

## **6 Inhaltliche und zeitliche Abweichungen von der ursprünglichen Planung**

### **6.1 Inhaltliche Abweichung von der ursprünglichen Planung**

Grundlegende Änderungen in der Gesamtzielsetzung des Projekts wurden nicht vorgenommen. Im Rahmen der Erstellung des Anforderungskatalogs wurde jedoch ein Minimum Viable Product definiert, wodurch bestimmte ursprünglich angedachte Projektziele nicht konkret umgesetzt wurden. Dazu zählen die Möglichkeit, Vorhersagen zur Verfügbarkeit von Rezyklaten zu treffen, die Entwicklung eines Smart-Contract-Modells für Wertschöpfungsketten im Sinne einer demokratisierten und notarierten Kunststoffverarbeitung sowie die Bereitstellung von Entscheidungshilfen zur Reduzierung von Verpackungsmaterial und zur Förderung des Rezyklateinsatzes als konzeptioneller Ansatz oder als Steuerungsinstrument. Darüber hinaus ergaben sich geringe Abweichungen innerhalb der Module und Teilprojekte.

#### **6.1.1 Zielsetzung und Anforderungskatalog**

Ursprünglich sollte zu Projektbeginn ein abgeschlossener Anforderungskatalog für die CCP erstellt werden. Stattdessen wurde nach Workshops und Interviews ein dynamischer Katalog entwickelt, der laufend um Erkenntnisse aus anderen Arbeitspaketen ergänzt wird. Dadurch entstand ein flexibler

Rahmen, der die aktuellen Entwicklungen berücksichtigt und die Qualität der Ergebnisse verbesserte. Zusatzkosten entstanden nicht, die Projektziele und der Zeitplan wurden eingehalten.

### **6.1.2 Vertrauens- und Transparenznetzwerk**

Der Schwerpunkt lag auf der Weiterentwicklung der Konzeption mit einer veränderten Fokussierung auf Identitäten und Nachweisbarkeit. Der Einsatz von Smart Contracts wurde verworfen, da dieser nur für digitale Marktplätze sinnvoll ist und damit außerhalb des Projektfokus liegt. Stattdessen wurde das Konzept auf Self-Sovereign Identity (SSI) als Vertrauensbasis ausgerichtet, da dieses besser standardisiert und kostengünstiger ist, ohne wesentliche Nachteile aufzuweisen. Die Blockchaintechnologie wird nun für die Notarisierung genutzt, da im SSI-basierten Vertrauenskonzept ein vertrauenswürdiger Zeitstempel fehlt und nicht abgebildet werden kann. Aufgrund gravierender technologischer Änderungen wurde die Notarisierung als eigenständiges Proof-of-Concept-Modul entwickelt und, im Gegensatz zur Signierung, nicht automatisiert in die Plattform integriert. Der Zeitplan wurde an Arbeitspaket 3 angepasst, da eine enge inhaltliche Verzahnung besteht und beide Arbeitspakete gemeinsam abgeschlossen wurden.

### **6.1.3 Technische Umsetzung des Demonstrators**

Während der Entwicklung der CCP wurden bis auf eine Funktionalität alle Anforderungen umgesetzt. Die Notarisierung innerhalb von COPPA wurde aufgrund von Zeitgründen herunter priorisiert und am Ende nicht mehr umgesetzt. Daraus folgt, dass COPPA an keine Distributed Ledger Technologie (DLT) angebunden ist und dahingehend keine Validierung geschehen ist.

### **6.1.4 Entwicklung komplementärer Betreiber-, Geschäfts- und Eigentumsmodelle**

Bis auf AP4.3 wurden alle Arbeitspakete und Ergebnisse zeitgerecht umgesetzt. Da dieses Arbeitspaket keinen Einfluss auf weitere Arbeitspakete hatte, ergaben sich aus der späteren Abgabe keine weiteren Verzögerungen in anderen Arbeitspaketen.

Der in Arbeitspaket 4.3 entwickelte ‚Katalog an Lösungsvorschlägen zum Eigentumsbehalt‘ wurde später als ursprünglich für Kalenderwoche 18 geplant fertiggestellt. Da es sich hierbei um einen rein konzeptionellen Beitrag handelt, der nicht in die praktische Umsetzung eingeflossen ist, ergaben sich daraus keine weiteren zeitlichen Abweichungen im Projektverlauf.

### **6.1.5 Entwicklung des Anwendungsökosystems der CCP**

Es wurde der Anwendungsfall ausschließlich auf die Recycling-Strategie im gesamten Konsortium beschränkt und nicht auf weitere R-Strategien. Aufgrund der sehr hohen Komplexität und individuellen Ausgangssituation einzelner Stakeholder im Ökosystem wurden die Transformationsbedarfe sowie -linien als Vorgehen entwickelt. So ist es jedem Stakeholder mit individueller Ausgangslage möglich eine für sich passende Transformationslinie aus den erarbeiteten Inhalten abzuleiten und somit für mehr Stakeholder besser verwertbar.

### **6.1.6 Interne & Externe Zusammenarbeit**

Anstelle eines Projektbeirats wurde regelmäßig der bilaterale Austausch mit der Industrie gesucht, um die Anforderungen der Industrie im Projekt aufzugreifen. Außerdem stellten zwei Workshops mit mehreren Vertreter:innen der Interessensgruppen sicher, dass die Projektausrichtung im Einklang mit den Bedürfnissen der Wertschöpfungskette steht.

## 6.2 Zeitliche Abweichungen von der ursprünglichen Planung

Tabelle 4 zeigt die zeitliche Zielsetzung der gesteckten Meilensteine und ihre tatsächliche Erreichung. Weichen der geplante Projektmonat vom tatsächlichen Projektmonat ab, so folgt im Anschluss eine Erklärung.

Tabelle 4 2: Meilenstein, Beschreibung und geplanter, sowie tatsächlich erreichter Zeitpunkt in Projektmonaten (PM).

<b>M#</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Geplanter PM</b>	<b>Tatsächlicher PM</b>
M#	Beschreibung	Geplanter PM	Tatsächlicher PM
1.1	Kick-off durchgeführt und erste Bedarfsanalyse formuliert	3	3
1.2	Vollständige Bedarfsanalyse entwickelt und validiert	6	6
1.3	Anwendungsszenario und Anforderungskatalog erstellt und in das Folge-AP transferiert	9	9
2.1	Konzepte sind erstellt	14	14
2.2	Erste Version des Transparenz- und Vertrauensnetzwerks ist betriebsbereit	24	32
2.3	Validierung und Demonstration abgeschlossen	34	34
3.1	Plattformkonzept und -architektur liegen vor	12	12
3.2	Auswertungswerkzeuge sind fertig implementiert	20	34
3.3	DLT (Trust)-Technologie erfolgreich angebunden	33	28
3.4	CCP-Demonstrator ist implementiert und erfolgreich validiert	36	36
4.1	Katalog an Lösungsvorschlägen zum Eigentumsbehalt liegt vor	18	26
4.2	Bericht zu rollenspezifischen Geschäftsmodellen im neuen Kreislaufsystem liegt vor	24	24
4.3	Konzept zum nachhaltigen Betreiber- und Geschäftsmodell für die CCP liegt vor	30	30
4.4	Guideline zur Interoperabilität und Investitionssicherheit liegt vor, einschließlich eines Stufenplans zur Befähigung von KMU zur Teilnahme und Roll-out	33	33
5.1	Status-Quo Wertschöpfungssystem der Kunststoff- und Verpackungswirtschaft	11	11
5.2	Konzept des Anwendungsökosystem für die CCP	18	18
5.3	Bewertete Potenziale von Netzwerkeffekten und Handlungsempfehlungen zur Skalierung der CCP	23	23
5.4	Katalog an rollenspezifischen Transformationsbedarfen entlang des BTC für zentrale Akteure	28	28
5.5	Stufenpläne zur Transformation für zentrale Rollen des Anwendungsökosystems	31	31
5.6	Finale zielgruppenspezifisch aufbereitete Darstellung des Anwendungsökosystems der CCP	31	31
6.1	Fertiggestellte Liste relevanter KPI für das Informationssystem	12	12
6.2	Fertiggestelltes Informationssystem zur Einbindung in die CCP		

## 7 Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Personalzuwendungen wurden eingesetzt, um das wissenschaftliche Personal des FIR e. V. an der RWTH Aachen zu finanzieren. Die Hauptaufgaben bestanden in der Leitung der Arbeitspakete AP 4.2 (rollenspezifische Geschäftsmodelle) und AP 5 (Anwendungsökosystem für die Circular Collaboration Platform). Darüber hinaus unterstützte das FIR weitere Arbeitspakete, betreute inhaltliche Schnittstellen und brachte seine Expertise im Bereich Geschäftsmodellinnovation und Ökosystementwicklung ein. Die Mittelabrufe einschließlich Reisekosten waren zur Zielerreichung angemessen und erforderlich. Insgesamt wurde wissenschaftliches Personal mit 22,5 Personenmonaten (PM) eingesetzt.

## 8 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit

Alle vom Projektträger genehmigten finanziellen Mittel wurden für die im Antrag vorgesehenen und beantragten Bestimmungen verwendet. Die geleistete Arbeit entspricht in vollem Umfang dem begutachteten und bewilligten Antrag und war für die Durchführung des Vorhabens daher notwendig und angemessen.

## 9 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses

### 9.1 Allgemein

Im laufenden Projekt gewonnene Ergebnisse und Erkenntnisse sollen primär einen grundsätzlichen Umgang zum Rezyklateinsatz bei Kunststoffverpackungen von Lebensmitteln entsprechend der Branchenerfordernisse langfristig ermöglichen und investitionssicher für sämtliche Beteiligten erleichtern. Ein verbessertes Verständnis für das Informationsmanagement und die Datendurchgängigkeit entlang der Kunststoffkette für Verpackungen steigert letztlich deren Umweltverträglichkeit und sichert ihre wirtschaftliche Anwendung.

Es liegt im Eigeninteresse der Kooperationspartner, die entwickelten Module des Demonstrators, sowie die entwickelten Frameworks und Modelle als umsetzbare Leistungen und skalierbare Produkte im Bereich des IKT und das Nachhaltigkeits-Management anzubieten.

Durch COPPA konnten die Partner außerdem ihre Pionierposition im Themenfeld des Digitalen Produktpasses und einer nachhaltigen Verpackungsindustrie vorantreiben und darauf aufbauend konnten und können neue Forschungsthemen erarbeitet und neuartige Forschungsprojekte mit zusätzlichen Partnern angestoßen werden.

Als Forschungspartner liegt der Hauptfokus der Verwertung von COPPA für das SKZ in der wissenschaftlichen Verwertung. COPPA dient vielfältig als Grundlage von weiteren Forschungsprojekten. Eine direkte Weiterentwicklung und Ausweitung von COPPA auf den anschließenden Prozessschritt des Sortierens und einer Nutzbarmachung der im Produktpass gespeicherten Daten zur Materialzusammensetzung wurde noch während der Projektlaufzeit mit einigen Projektpartnern beantragt (**ISOMARK**). Das Projekt wurde leider nicht angenommen, sodass hier momentan nach einer weiteren Fördermöglichkeit gesucht wird. Aufbauend auf der konkreten Entwicklung einer Circular Collaboration Platform, insbesondere dessen Geschäftsmodells umfasst die sich anschließende Promotion der Projektleitung eine Analyse von in der Kunststoffindustrie existierenden Plattformen und deren Erfolgsfaktoren hinsichtlich einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft (Projekt: **Dynamik PiKTurE**). Die gewonnene Expertise in der Digitalisierung, insbesondere die entwickelte Datenstruktur des Digitalen Produktpass lässt sich aber auch in andere Branchen und Bereiche übertragen. Beantragt ist hier das Projekt „**CyBoat**“ im Bereich Schifffahrt. Die Erkenntnisse und Kontakte im Bereich Verpackungen und Digitalisierung und zur Kreislaufführung von Kunststoffen durch Mehrwegangebote werden aktuell im Rahmen der **MehrCE-Challenges** genutzt.

Neben der wissenschaftlichen Verwertung eröffnet das Projekt COPPA auch wirtschaftliche Erfolgsaussichten: Auf Basis des CO<sub>2</sub>-Rechners und der Software OpenLCA konnte bereits ein Industrieprojekt in einer anderen Branche realisiert werden. Ebenso geplant ist die Durchführung von **Readiness-Check und Beratungsdienstleistungen** für die Einführung digitaler Produktpässe in kunststoffverarbeitenden Unternehmen.

Nicht zuletzt wird das generierte Wissen durch unterschiedliche Kanäle am SKZ verbreitet. Beiträge im Wissensaustausch-Format „**KARE Talks**“, sowie Vorträge auf Fachtagungen wie z.B. der KPA in Ulm wurden bereits durchgeführt oder sind in Planung. Ebenso profitieren **Weiterbildungsangebote** zur Werkstoffauswahl mit Fokus auf Rezyklat von den Ergebnissen.

Für das FIR liegt der Nutzen des Forschungsprojekts in der praktischen Verwertung des gewonnenen Know-hows, der entwickelten und erprobten Methoden sowie der Stärkung seiner Rolle im Wissens- und Technologietransfer von der Forschung in die Wirtschaft. Das Projekt bietet zahlreiche Impulse für die Weiterentwicklung von Beratungsleistungen, Schulungsformaten und akademischen Angeboten mit Fokus auf zirkuläre Geschäftsmodelle und digitale Plattformökosysteme.

Im Bereich der kooperativen **Beratungsprojekte** mit Industrieunternehmen, insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), kann das entwickelte und validierte „Circular Business Ecosystem (CBE) Development Framework“ (AP 5.2) unmittelbar eingesetzt werden, um die praxisorientierte Entwicklung zirkulärer Geschäftsökosysteme zu unterstützen. Durch die detaillierte Analyse externer Einflussfaktoren (AP 5.4) und die daraus abgeleiteten Transformationslinien (AP 5.5) lassen sich gezielte Veränderungen entlang zentraler Gestaltungsfelder wie Geschäftsmodell, Struktur oder Qualifikation ableiten, die Unternehmen den Übergang zu zirkulären Wertschöpfungs-systemen erleichtern können. Darüber hinaus werden die Ergebnisse im Rahmen verschiedener Kooperationen des FIR an der RWTH Aachen mit Verbänden und Interessensvertretern verbreitet (z. B. Service Congress des KVD, VDI-Wissensforum).

In die berufsbegleitenden **Weiterbildungsangebote** des FIR, etwa die Zertifikatskurse am FIR „Business Transformation Manager“ können die Erkenntnisse zur Gestaltung von Circular Ecosystems gezielt integriert werden. Das entwickelte CBE-Development Framework sowie die Erkenntnisse zur Nutzung von Netzwerkeffekten (AP 5.3) dienen der praxisnahen Qualifikation von Fach- und Führungskräften im Umgang mit Plattformstrategien und digitalen Wertschöpfungsnetzwerken.

Schließlich finden zentrale Ergebnisse Eingang in die **universitäre Lehre**, etwa in den Modulen „Business Engineering“ und „Service Design & Engineering“. Dort wird COPPA als exemplarisches Anwendungsbeispiel für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in der Kunststoff-Lebensmittelverpackungsindustrie genutzt, um Studierende frühzeitig für Fragen der ökosystemischen Geschäftsmodellentwicklung und digitalen Transformation zu sensibilisieren.

## **10 Einschlägiger, bekannt gewordener Fortschritt bei anderen Stellen**

Externe Projekte hatten keinen wesentlichen Einfluss auf COPPA. Relevante Impulse kamen aus den EU-Vorhaben CIRPASS und CIRPASS 2.0, die zwar andere Branchen adressieren, deren Ergebnisse zu Datenmodell und Produktpassarchitektur aber übertragbar sind. Maßgeblich für die Ausrichtung von COPPA war zudem die EU-Verpackungsverordnung (PPWR), ergänzt durch weitere während der Laufzeit veröffentlichte Regelwerke.

- PPWR (Packaging and Packaging Waste Regulation) ,( [Europäische Union, 2024](#) )
- ESPR (Ecodesign for Sustainable Products Regulation),( [Europäische Union, 2024](#) )
- GreenClaims Directive, ( [Europäische Union, 2023](#) )
- EmpCo (Empowering Consumers for the Green Transition Directive), ( [Europäische Union, 2024](#) )

Neben regulatorischen Neuerungen hatten auch aktuelle Entwicklungen der Standardisierung und Normierung einen Einfluss auf das Projekt. Zum einen wurde die GS1 Guideline „[Plastics Traceability Guideline](#)“ veröffentlicht. Der Normierungsauftrag zum Digitalen Produktpass der EU an das Joint Technical Committee 24 des CEN/CENELEC ist momentan in Bearbeitung. Erste Ergebnisse wurden im letzten Monat des Projekts veröffentlicht und konnten daher nicht berücksichtigt werden ([CEN CENELEC, 2024](#)).

Darüber hinaus wurde die [ISO 59000](#) zur Kreislaufwirtschaft und insbesondere die ISO 59040 „Circular economy – Product circularity data sheet“ veröffentlicht.

## **11 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses (nach Nr. 5 der NABF)**

### ***Informelle Formate***

- Plattform offen einsehbar unter [www.coppa.pragtics.com](http://www.coppa.pragtics.com)
- Einzelne Bausteine des Codes in GitHub <https://github.com/COPPA-CCP> (von Infosim ergänzt)
- SKZ - Podcast zum Thema Lebensmittelverpackung und digitaler Produktpass (COPPA) erstellt ([SKZ, 2023](#))
- Veröffentlichung von zwei Instagram Videos auf dem Account des SKZ – Das Kunststoffzentrum (<https://www.instagram.com/skz.kunststoff.zentrum/>): Interviewformat zur Vorstellung des Projekts & Behind-the-Scenes zur Herstellung des Showprodukts
- **Video:** Für ein Video zur Darstellung der Kreislaufführung von Lebensmittelverpackungen, der Funktionsweise und der Vorteile der COPPA-Plattform wurde ein Drehbuch erstellt. Die Personen und Hintergründe wurden selbst gezeichnet und mit der Erstellung des Videos begonnen. Dieses wird 2025 auf der COPPA-Webseite abrufbar sein. [https://youtu.be/O3-B\\_OpFhKs](https://youtu.be/O3-B_OpFhKs)
- **Selbst-Check-Tool:** Das Selbst-Check-Tool (SCT) bietet einen onlinebasierten Fragebogen zur Selbstüberprüfung im Hinblick auf CCP-Readiness sowie Einsatz und der Potenziale (benötigter) Standards und gibt wichtige Hinweise wie ein höherer Reifegrad erreicht werden kann. Das einfach zu bedienende online Selbst-Check-Tool (SCT) wurde dafür auf Tally entwickelt: <https://tally.so/r/w7DkY2>

### ***Fachvorträge:***

- Im Rahmen der Fachtagung „Zirkuläre Werkstoffe“ von Bayern Innovativ am 28.10. in Nürnberg wurde das Projekt im Rahmen des Vortrags „Umweltneutrale Kunststoffnutzung - Transformationspfade und erforderliche Maßnahmen“ vorgestellt. (<https://www.bayern-innovativ.de/de/veranstaltung/zirkulaere-werkstoffe-2023#!ueberblick>)
- Vorstellung von COPPA auf der Fachtagung „Umweltgerechte Kunststoffverpackungen – umdenken“ des SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (12.06.2024)
- Vorstellung von COPPA auf dem 36. Aachener Kolloquium für Abfall- und Ressourcenwirtschaft (28.11.2024) ([https://www.aka-ac.de/files/Flyer\\_2024.pdf](https://www.aka-ac.de/files/Flyer_2024.pdf))
- Vorstellung des Digitalen Produktpass und des Projekts COPPA im Rahmen eines Fachvortrags auf der KPA Ulm (26.02.2025)
- Vorstellung von COPPA in einer Session der Innovationstage in Berlin (05.11.) und durchgehende Infostandbetreuung mit Vorstellung des Showprodukts „Flasche“
- Teilnahme an den Innovationstagen 2024: COPPA wurde im Rahmen der RePack-Innovationstage vom 04.–06.11.2024 in Berlin präsentiert. Mit einem eigenen Messestand, Vorträgen sowie im

direkten Austausch mit Teilnehmenden wurde der Projektansatz sowie die Funktionalität der Plattform öffentlich demonstriert.

- Fachvortrag und Workshop durch das FIR bei der MDTWeek 2024 in Funchal (ICE IEEE/ITMC) Im Juni 2024 wurden zentrale Ergebnisse des COPPA-Projekts im Rahmen der ICE IEEE/ITMC-Konferenz in Funchal (Madeira) vorgestellt. Im Fokus standen die Validierung des Konfiguration Canvas (TRL 3–5) sowie der fachliche Austausch mit Experten aus Wissenschaft und Industrie.
- Fachvortrag auf der 10th International Conference on New Business Models in Reykjavik (Juni 2025). Das FIR präsentierte Ergebnisse aus dem Projekt COPPA zur Gestaltung zirkulärer Wertschöpfungsnetzwerke und wurde dafür mit dem Best Paper Award ausgezeichnet.

#### **Schriftliche Ausarbeitungen:**

- Geschäftsmodell für die Kollaborationsplattform COPPA: Das Business Platform Canvas von COPPA gibt einen Überblick auf die Aktivitäten und das Ökosystem der Plattform für Kunststoffverpackungen im Kreislaufsystem.
- [Coppa Guideline](#): Die COPPA-Guideline beschreibt die Themen Investitionssicherheit, Grundlagen und Einsatz der GS1-Standards in der kreislauforientierten Wirtschaft, Lokalisierung und Typisierung sowie ein Konzept zur Beschreibung der CCP-Readiness.
- [Wissensnuggets](#): Um das umfangreiche Wissen, das in der COPPA-Guideline beschrieben wurde, für externe Leser in kleinen Wissensseinheiten zur Verfügung zu stellen, wurde ein Wissensnugget entwickelt und zur online Verbreitung vorbereitet. Dieses fasst alle wichtigen Erkenntnisse zusammen und wird nach Fertigstellung auf der COPPA-Webseite zur Verfügung gestellt. <https://coppa.praqtics.com/assets/files/knowledge-nugget.pdf>
- Vorstellung/ Diskussion/ Einbringung des White Papers „GS1 Standards - Circular Plastics Traceability - Processes and data sharing approach for enabling circular packaging value networks“ (<https://www.gs1-germany.de/gs1-standards/umsetzung/fachpublikationen/detailansicht/274581/>)
- Fachartikel in „UdZ – Unternehmensführung durch Zukunftsgestaltung“ (01.23) Zur breiten Streuung des Projektwissens und zur Sichtbarmachung des COPPA-Projekts veröffentlichte das FIR einen deutsch- und englischsprachigen Artikel in der FIR-Fachzeitschrift „UdZ – The Data-driven Enterprise“ (Ausgabe 01.23). Die Veröffentlichung beleuchtet die Zielsetzungen und Vorgehensweise des Projekts. Der Artikel ist öffentlich zugänglich unter: [www.fir.rwth-aachen.de/sites/default/dateien/flipping-books/udz\\_1-2023/78/](http://www.fir.rwth-aachen.de/sites/default/dateien/flipping-books/udz_1-2023/78/)
- Fachbeitrag in „UdZ – Unternehmensführung durch Zukunftsgestaltung“ (02.25) Das FIR veröffentlichte in der Ausgabe 02.25 der Fachzeitschrift „UdZ“ einen ausführlichen Beitrag zur Rolle des Digitalen Produktpasses (DPP) im COPPA-Projekt. Der Artikel beleuchtet die strukturellen Informationsdefizite in der Verpackungswertschöpfungskette und zeigt auf, wie COPPA durch den DPP und die Circular Collaboration Platform (CCP) die Grundlage für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft schafft. Die Veröffentlichung richtet sich an Fachpublikum aus Wissenschaft und Industrie und ist unter folgendem DOI verfügbar: <https://doi.org/10.60571/3902>
- Artikel im Recycling Magazin (05.25): In der Ausgabe vom 26. Mai 2025 des Recycling Magazins erschien ein umfassender Artikel. Der Beitrag behandelt zentrale Erkenntnisse des COPPA-Projekts, insbesondere zum strukturierten Rollenverständnis und zur Bedeutung von Standardisierung und Datenflüssen in zirkulären Verpackungssystemen. Dabei wurden insbesondere die Ergebnisse aus Arbeitspaket 5.1 zum Ist-Ökosystem der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und in einem praxisnahen Kontext für eine breitere Fachöffentlichkeit vom FIR aufbereitet. <https://www.recyclingmagazin.de/ausgabe/recycling-magazin-05-2025/>

- Arbeitsdokumentationen zu Arbeitspaket 5 (AP5)  
Alle zentralen Ergebnisse aus Arbeitspaket 5 wurden in Form strukturierter Arbeitsdokumentationen zusammengefasst und auf der COPPA-Webseite veröffentlicht (<https://coppa.praqtics.com/home/business-model>):
  - „Mit digitaler Kreislaufwirtschaft Verpackungsmüll in Wertstoffe transformieren“
  - „Digitale Daten statt Dokumentenflut – Wie COPPA die Verpackungswirtschaft zirkulär macht“
  - „Strategien zur Skalierung von Netzwerkeffekten im digitalen Verpackungskreislauf“
  - „Rollenspezifische Umfeldanalyse zur Transformation der Kunststoffverpackungsindustrie“
  - „Transformationspfade für zentrale Rollen im Verpackungskreislauf: Validierte Strategien zur Zukunftsgestaltung“