

COPPA - Open Circular-Collaboration-Platform 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 treibt durch die Entwicklung einer offenen zirkulären Kollaborationsplattform (CCP) die Weiterentwicklung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen 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 (CO₂- bzw. Ressourceneinsparung)

Die dadurch direkt entstehenden Nutzen der Plattform sind zweierlei:

- 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 CO₂-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.

Das Projekt COPPA wurde durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) gefördert.

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 sowie Zuordnung zum Ergebniskapitel

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 Unique Selling Point 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 CO₂-Rechners und einer automatischen Anzeige des CO₂-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 können die Projektergebnisse aufgreifen sich für eine

Plattformnutzung vorbereiten. 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-Platform for Sustainable Food Packaging from Plastics

Eingehende Darstellung des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie (WI)

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 (<https://www.duh.de/verpackungscheck/>). Der Wiedereinsatz von Sekundärkunststoffen (Rezyklaten) liegt bei Verpackungen lediglich bei 9 %¹. Nur die konsequente Materialreduktion sowie eine Transformation der Linear- in eine echte Kreislaufwirtschaft und ein gesteigerter Rezyklateinsatz kann die Trendwende bringen.

2 Stand der Technik

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 jedoch regulatorische und folgende systemische Hindernisse vor:

- Fehlendes Wissen zur optimalen Ressourcenschonung durch Berücksichtigung aller Lebenszyklusphasen
- Intransparenz und Informationsdefizite zu Herkunft, Qualität, Menge und zukünftiger Verfügbarkeit von Rezyklaten
- Mangelndes Vertrauen der Marktteilnehmer zueinander
- Fehlendes Wissen über technische und marktliche Möglichkeiten sowie fehlende Fähigkeiten auf Seiten der Unternehmen
- Erhöhte Kosten für Rezyklate, u.a. bedingt durch die oberen ersten Punkte (1 bis 3)
- Fehlen von Betreiber-, Geschäfts- und Eigentümermodellen für die konsequente Perpetuierung von Kreislaufwirtschaft

Bei Kunststoffabfällen und daraus entstehende Rezyklate sind es insbesondere Mengenprobleme und mangelnde Sortenreinheit, die einen Wiedereinsatz erschweren.

¹ https://newsroom.kunststoffverpackungen.de/wp-content/uploads/2020/06/Diskussionspapier_AGVU_IK_-_Mindesteinsatzquoten-f%C3%BCr-Kunststoff-Rezyklate-FINAL.pdf

Zusätzlich bestehen Qualitätsrisiken 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. Diese erhalten so nicht die zur hochwertigen Wiederaufbereitung, Verarbeitung und Inverkehrbringung notwendigen Materialinformationen. Rezepturen und Prozessparameter werden von Verarbeitern des Primärmaterials unter derzeitigen Bedingungen der Datensicherheit nicht offengelegt. Auch mangelt es an Interoperabilität von Datenstrukturen und systematischer Kommunikation in der Wertschöpfungskette, was aufwändige Eingangskontrollen erfordert und die Planbarkeit erschwert. Zur Lösung der beschriebenen systematischen Probleme werden digitale Hilfsmittel benötigt. Den Akteuren der Branche, kunststoffverarbeitenden KMU wie auch Dienstleistern, fehlt jedoch häufig die notwendige „Digital Readiness“, d. h. die Kompetenz, digitale Lösungen zielgerichtet einzusetzen oder gar selbst zu entwickeln. All dies resultiert in einer mangelhaften Integration der Wertschöpfungskette, sodass fehlender Informationsaustausch die Ressourcenoptimierung und Kreislaufschließung in der Kette Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff verhindert.

3 Projektziel:

Das Projekt COPPA treibt durch die Entwicklung einer offenen zirkulären Kollaborationsplattform (CCP) die Weiterentwicklung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen Kreislaufwirtschaft durch einen verbesserten Datenaustausch im Bereich Kunststoffverpackungen für Lebensmittel voran. Insbesondere soll die Informationsbereitstellung durch COPPA dazu beitragen, Sekundärkunststoffe gefahrlos und anforderungsgerecht in den Wiedereinsatz zu bringen, das heißt z.B. ohne die Kontamination von Lebensmitteln hervorzurufen, ohne die Dichtheit von Verpackungen zu gefährden und ohne die Empfindlichkeit auf Temperaturschwankungen herabzusetzen. Dies kann durch umfassende und gleichzeitig automatisierte digitale Informationsgewinnung, -speicherung, -analyse und -transfer gelöst werden. Ein derartiges Vorgehen und ein daraus resultierendes System müssen aber gleichzeitig auch zur Wirtschaftlichkeit des Verpackungskreislaufs beitragen oder diesen zumindest nicht zusätzlich belasten, da die Wertschöpfungsketten unter einem hohen Kostendruck stehen. Zu entwickelnde Lösungen müssen daher ebenso umfassend wie niederschwellig implementierbar sein, insbesondere im Mittelstand und den entstehenden initialen Mehraufwand durch die Einführung der Plattform durch einen entstehenden Nutzen kompensieren. Die direkt entstehenden Nutzen der Plattform sind zweierlei:

- 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 CO₂-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.

Eine auf Ressourceneffizienz abzielende, funktionierende Kreislaufwirtschaft muss über andere Muster verfügen als eine lineare Wirtschaft. Es bedarf Kollaboration, unternehmensübergreifender Informationskonzepte und letztlich adjustierter Wertschöpfungsnetzwerke. Die hierfür nach Stand der Technik vorliegenden Technologien und Konzepte sollen in COPPA erstmalig für die Wertschöpfungsketten von Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff als interoperable Kollaborationsplattform gebündelt bereitgestellt werden. Durch die Entwicklung von passgenauen, standardisierten Programmierschnittstellen (API) ist COPPA als interoperables System für die Anbindung anderer (Produktpass-) Plattformen offen.

Kurz, der Demonstrator 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 Rezyklatqualität von Produkten und Materialchargen
- Entwicklung eines Smart-Contract-Modells für Wertschöpfungsketten – im Sinne einer demokratisierten und notarierten Kunststoffverarbeitung
- Bereitstellung von Entscheidungshilfen zur Reduzierung von Verpackungsmaterial und zum Rezyklateinsatz als konzeptioneller Ansatz oder als Steuerungsinstrument
- Präzise Nachweisführung von Nachhaltigkeitswirkungen durch verminderten Materialverbrauch und gesteigerten Rezyklateinsatz (CO₂- bzw. Ressourceneinsparung nach relevanten Stoffgruppen)

Das Projekt COPPA wurde durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) gefördert.

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	5.3
AP3	Infosim	Konzeption und technische Umsetzung der CCP	5.3
AP4	GS1	Entwicklung komplementärer Betreiber-, Geschäfts- und Eigentumsmodelle	5.5 (Teil), 5.6
AP5	FIR	Entwicklung eines Anwendungskosystems für die CCP	5.1.2, 5.1.3, 5.5 (Teil), 5.7, 5.8, 5.9
AP6	SKZ	Informationssystem zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen durch KPI	5.4
AP7	SKZ	Projektmanagement, Netzwerk und Kommunikation	5.10, 5.11

5 Projektergebnisse

Im Folgenden werden die Projektergebnisse erläutert, die aus den bearbeiteten Arbeitspaketen entstanden sind. Innerhalb des Verbundprojekts hat das WI AP1 geleitet und die SKZ – KFE gGmbH bei ihren Arbeiten an AP6 unterstützt. Die Ergebnisse aus beiden APs werden in den Kapiteln 5.1 und 5.4 dargestellt. Zur besseren Lesbarkeit wurde auf die Nennung der AP-Bezeichnungen verzichtet und die Reihenfolge der Projektergebnisse gemäß einer sinnvollen inhaltlichen Darstellung im Vergleich zur AP-Nummerierung verändert.

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.

Der Unique Selling Point der Plattform besteht neben der Umsetzung des Digitalen Produktpass (DPP) für Lebensmittelverpackungen auf der Plattform (Kapitel 5.2), im entwickelten Transparenz- und Vertrauensnetzwerk (Kapitel 5.3) sowie dem integrierten CO₂-Rechner (Kapitel 5.4).

Darüber hinaus wurde für die technisch umgesetzte Plattform ein Geschäftsmodell und dessen mögliche Interaktion mit dem Anwendungssystem erarbeitet. Hier wurden neben einem Business Model Canvas für die Plattform (5.5) mögliche Netzwerkeffekte und Skalierungsstrategien (5.5.2) identifiziert.

Damit die Plattform von Unternehmen genutzt werden kann, 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 (5.6), als auch Transformationslinien für Unternehmen (Kapitel 5.9) abgeleitet, die aus der Einflussanalyse des Anwendungssystem (Kapitel 5.7) und der Entwicklung neuer kooperativer Geschäftsmodelle (Kapitel 5.8) resultieren.

5.1 Zieldefinition (Lead: WI)

Zu Beginn der Projektzusammenarbeit wurde unter **Anleitung des WI** 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).

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. **Das WI** arbeitete dafür sieben verschiedene Personae aus, die individuelle Anforderungen, Motivationen zur Plattformnutzung und Interessen/Ängste der unterschiedlichen Nutzenden in das System einbringen. Die entwickelten Personae sind

- Werksleiterin Sortieranlage für LVP-Abfälle,
- Abfallentsorgung für Kommune – regionale Leitung,
- Recompoundeur von Rezyklaten,
- Einkäufer bei einem Verarbeiter von Rezyklaten,
- Brand owner,
- Anlagenbauer und

- Verbraucher LVP.

Als besonders wichtige Persona konnte im Projekt die Rolle des Recompoundeurs von Rezyklaten identifiziert werden, weshalb diese in Abbildung 1 exemplarisch vorgestellt wird.

Recompoundeur von Rezyklaten			
	Hintergrund <ul style="list-style-type: none"> • Mittelständige Unternehmerin eines Betriebs in zweiter Generation • Recompounding von PE, PP- und PS- Abfällen – Postconsumer und Postindustrial 		
	Ziele <ul style="list-style-type: none"> • Absatzsteigerung der Rezyklate und Profitmaximierung • Hochqualitativen Abfall günstig einkaufen • Zuverlässige Quelle für Kunststoff-Abfälle, kontinuierliche Materialversorgung sicherstellen, Abhängigkeiten von einzelnen Lieferanten reduzieren • Eigene Sichtbarkeit auf dem Markt erhöhen • Mehr Transparenz des CO2 Fußabdrucks der eigenen Rezyklate für sich und die Kunden 		
Demographics <p>Age:</p> <p>Occupation:</p> <p>Marital Status:</p> <p>Location:</p> <p>Sonstiges:</p>	Anforderungen / Bedürfnisse <ul style="list-style-type: none"> • Aufwand für Informationsbeschaffung und Vermarktung der Rezyklate so gering wie möglich halten • geringe Einstiegshürde, intuitive Bedienung, wenig Einarbeitung in „neue“ Lösung 		
	<table border="1"> <tr> <td> Motivations <ul style="list-style-type: none"> • Gute Geschäftsergebnisse • Menge verfügbarer Rezyklate steigern • Image von Rezyklaten verbessern • Zukunfts- und Lieferfähigkeit des Unternehmens sicherstellen </td> <td> Pain-points <ul style="list-style-type: none"> • Konkurrenz zu anderen Recyclern • Zugang zu qualitativ hochwertigem Abfall • Unübersichtlichkeit des Marktes abseits bekannter Lieferanten • Fragwürdige Informationsqualität vieler Materialangebote </td> </tr> </table>	Motivations <ul style="list-style-type: none"> • Gute Geschäftsergebnisse • Menge verfügbarer Rezyklate steigern • Image von Rezyklaten verbessern • Zukunfts- und Lieferfähigkeit des Unternehmens sicherstellen 	Pain-points <ul style="list-style-type: none"> • Konkurrenz zu anderen Recyclern • Zugang zu qualitativ hochwertigem Abfall • Unübersichtlichkeit des Marktes abseits bekannter Lieferanten • Fragwürdige Informationsqualität vieler Materialangebote
Motivations <ul style="list-style-type: none"> • Gute Geschäftsergebnisse • Menge verfügbarer Rezyklate steigern • Image von Rezyklaten verbessern • Zukunfts- und Lieferfähigkeit des Unternehmens sicherstellen 	Pain-points <ul style="list-style-type: none"> • Konkurrenz zu anderen Recyclern • Zugang zu qualitativ hochwertigem Abfall • Unübersichtlichkeit des Marktes abseits bekannter Lieferanten • Fragwürdige Informationsqualität vieler Materialangebote 		

Abbildung 1: Beispiel einer in COPPA entwickelten Persona: Recompoundeur von Rezyklaten

Weiterhin wurden zu Beginn des Projekts zwei Workshops mit den Kunststoffexpert*innen 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 vom WI ein Fragenkatalog entwickelt, der inhaltlich unter Einbezug des Projektkonsortiums erarbeitet wurde. Dieser wurde teilstandardisiert 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. Dieser findet sich in Kapitel 12 im Anhang unter Punkt II.

Zudem wurden innerhalb der Zieldefinition zu Beginn des Projekts drei Beispielfälle definiert, deren Wertschöpfungskette auf der CCP implementiert werden soll. Diese Beispielfälle sind

- 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).

Diese Fälle stehen ebenfalls im Zentrum des folgenden Business Ecosystem Mappings.

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 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 2 dargestellten Rollen innerhalb des zentralen Kreislaufs. Dies bedeutet, dass der Kreislauf durch den gezielten Zusammenschluss von Unternehmen mit diesen Kompetenzen theoretisch geschlossen werden könnte. Ergänzend wurden periphere Akteure wie Maschinenhersteller und Forschungsinstitute in die Betrachtung einbezogen (vgl. <https://coppa.praqtics.com/assets/files/second-eco-system-map.pdf>).

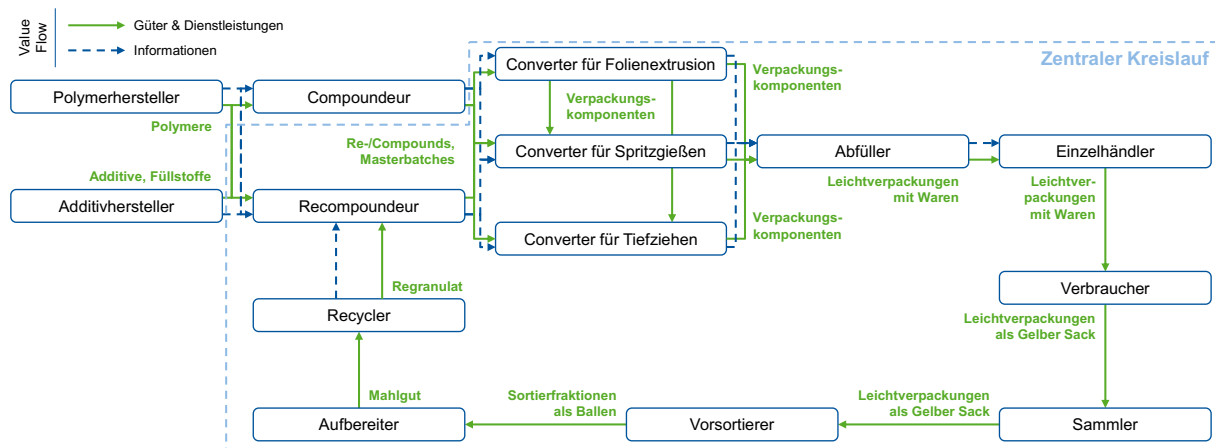


Abbildung 2: Übersicht über den vereinfachten Status Quo Wertschöpfungskreis der Lebensmittelverpackungsindustrie

Aufbauend auf der systemischen Betrachtung erfolgte eine detaillierte Charakterisierung der einzelnen Rollen, die durch Interviews mit Expert*innen 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 in detaillierten Rollenprofilen zusammengefasst (siehe Abbildung 3). 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.

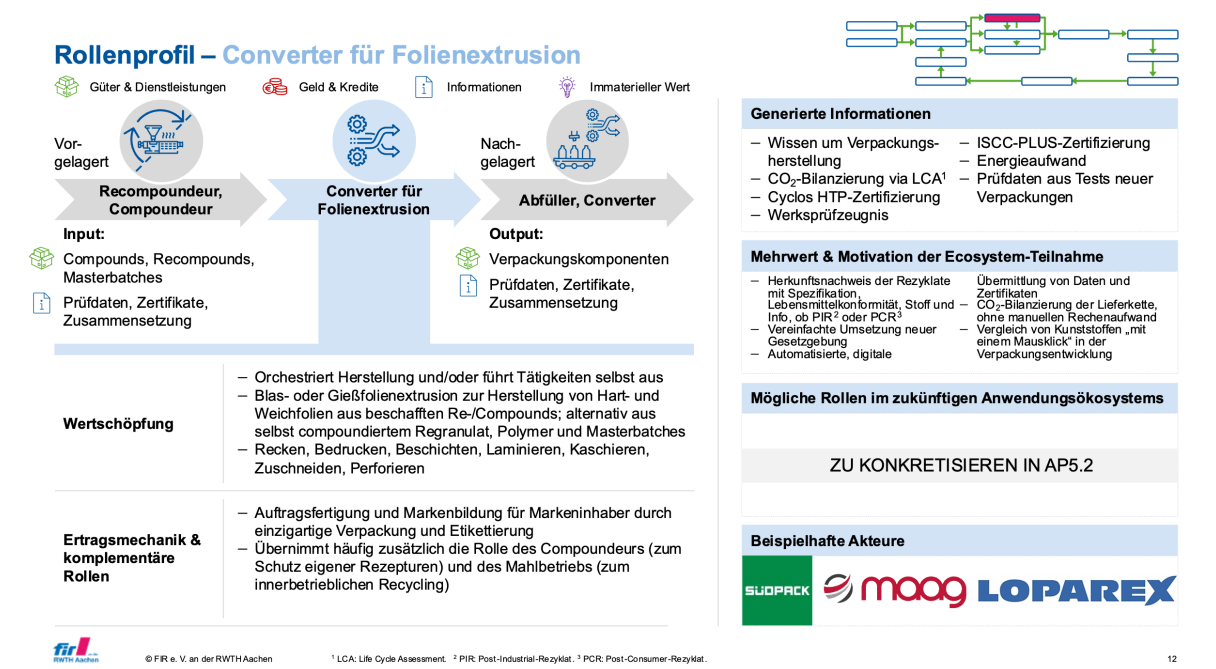


Abbildung 3: Exemplarische Darstellung eines Rollenprofils, hier: Converter für Folienextrusion

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.

Die offene digitale Circular Collaboration Plattform (CCP) bildet den zentralen Knotenpunkt im zukünftigen Anwendungssystem. Sie validiert die Daten des Digital Product Passport (DPP) über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg und stellt sie den beteiligten Akteuren transparent zur Verfügung. Diese Integration führte zur Identifikation und Definition der neuen, entscheidenden Rolle des DPP Aggregators. Dabei wurde deutlich, dass die Festlegung auf eine alleinige interne oder externe Instanz zur Aggregation der Produktpassdaten dem Grundsatz der Interoperabilität und Kollaboration entgegensteht. Eine Integration von

potenziell mehreren Produktpassagregatoren fördert Flexibilität, Wettbewerb und die Skalierbarkeit der Plattformlösung. Für die prototypische Umsetzung wird für die Rolle des DPP Aggregators zunächst die von der Reifenhäuser GmbH & Co. KG Maschinenfabrik bereitgestellte Infrastruktur der R-Cycle-Initiative genutzt.

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 jede 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 Anwendungökosystems stellt die ausgearbeiteten Rollen, ihre Wirk- und Austauschbeziehungen sowie die Zuordnung der „Circular Plastics Traceability“-Prozessschritte unter Einbeziehung der CCP in Abbildung 4 dar.

Zentraler Güterstrom der LVP-Industrie – Soll-Zustand

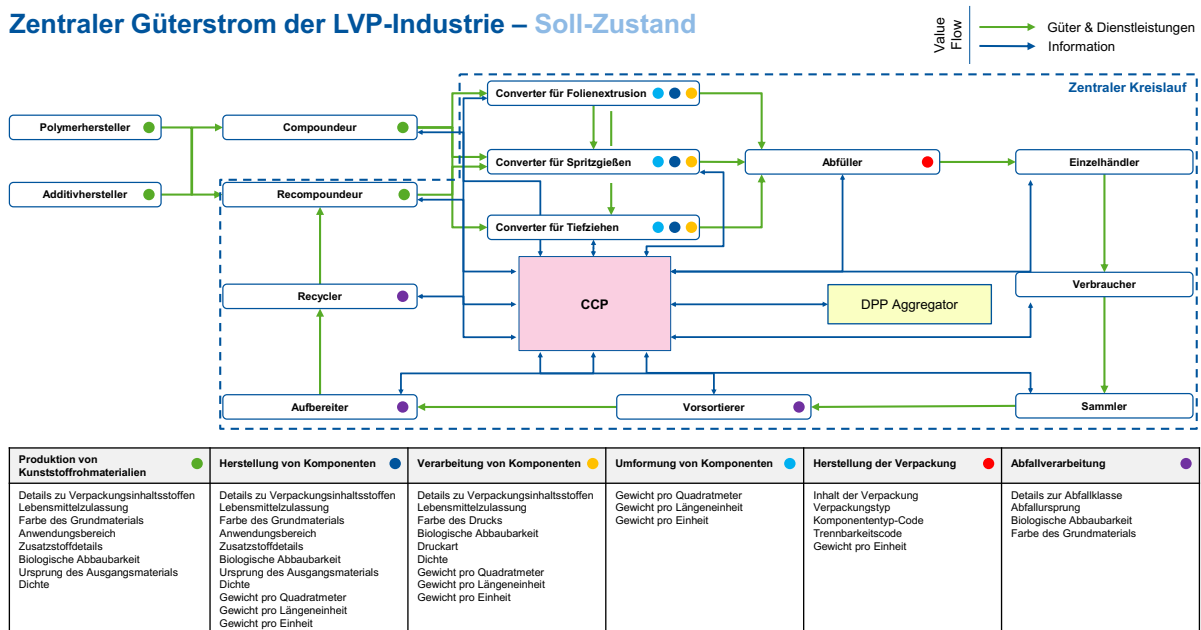


Abbildung 4: Das zukünftige Anwendungökosystems mit CCP, DPP Aggregator und zentralisierten Informationsflüssen

Die zielgruppengerechte Visualisierung dieses Anwendungökosystems 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.

5.2 Technische Umsetzung des Demonstrators

Dieses Kapitel stellt die Verbindung zwischen der theoretischen Konzeption von COPPA zu einer fertigen funktionstüchtigen und technischen Plattform dar. Das technische Ergebnis von COPPA besteht aus zwei Teilen: Der funktionalen Plattform (CCP) und der Homepage. Eine Plattform-Architektur inklusive integrierter Schnittstellen und Datenflüsse wurde hierfür erarbeitet. Die dadurch geschaffenen Funktionen umfassen die Eingabe des Herstellungsprozesses der Lebensmittelverpackung auf der Plattform, wodurch eine Datenausgabe in Form des Digitalen Produktpass (DPP) ermöglicht wird. Die Anzeige des DPP unterliegt einem Partnerschaftskonzept, das in Kapitel 5.2.7 beschrieben wird. COPPA umfasst auch ein Transparenz- und Vertrauenssystem. Näheres dazu in Kapitel 5.3. Ein wesentliches USP von COPPA ist auch die Berechnung eines CO₂-Fußabdrucks und dessen Anzeige innerhalb der Pässe. Bei der Konzeption des Rechners unterstützte das **WI** maßgeblich. Die Konzeption wird in Kapitel 5.4 beschrieben. Erste Eindrücke bezüglich der Implementierung und der Passanzeige, lassen sich bereits diesem Kapitel entnehmen. Die Validierung erfolgte durch die Erarbeitung der veröffentlichten Pilotprodukte, von denen drei in Kapitel 12 erläutert werden. Schlussendlich wird auf die Homepage als zentraler Ort erfolgter Veröffentlichungen und einer Projekteinführung eingegangen.

5.2.1 Plattformarchitektur

Aufbauend auf dem unter **Leitung des WI** erarbeiteten Anforderungskatalog, zeigt Abbildung 5 die erarbeitete Architektur der CCP. Die Bedienoberfläche der CCP (Graphical User Interface, kurz GUI) ist über das Portal coppa.pragtics.com direkt zugänglich. Die Schnittstelle (API) von Frontend zum Backend (in Abbildung 5 grün dargestellt) übernimmt wesentliche Aufgaben. Dazu zählen die Abwicklung des Logins, die Eingabe von Events, die Abfrage von DPPs, die Abfrage des Produktbaums innerhalb eines DPPs, die Abfrage des CO₂-Fußabdruck innerhalb eines Passes und die Verwaltung des Rechtekonzepts. Dafür verteilt der CCP Connector als zentrale Instanz die Aufgaben an die weiteren Dienste weiter.

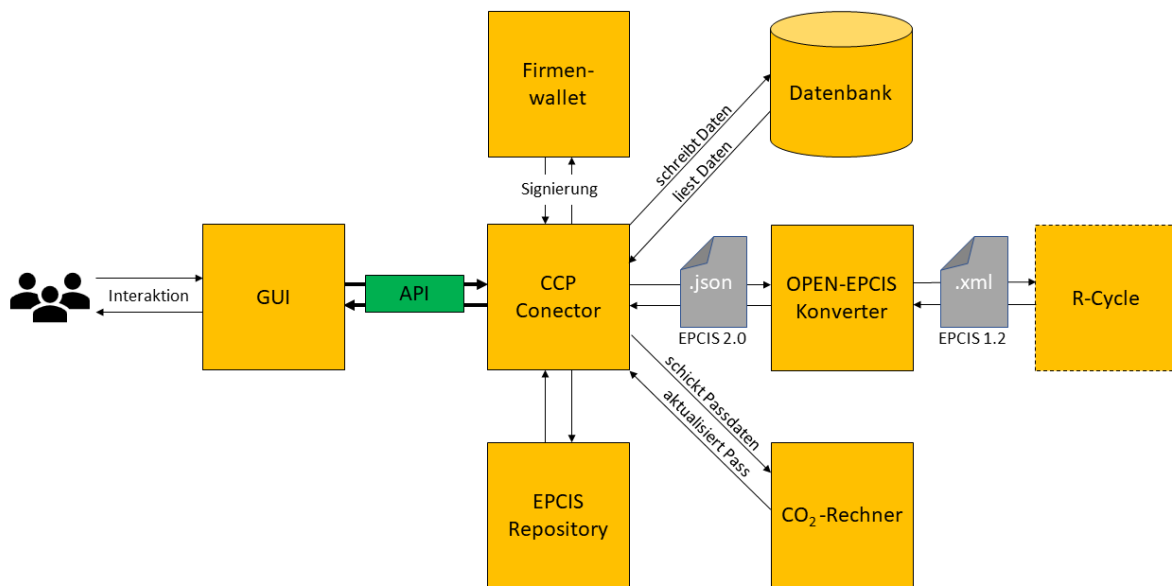


Abbildung 5: Plattformarchitektur und -infrastruktur

5.2.2 Registrierung für Firmen

Um an der Plattform teilzunehmen, bedarf es für die Unternehmen einer Registrierung. Abbildung 7 zeigt den Registrierungsvorgang einer neuen Firma.

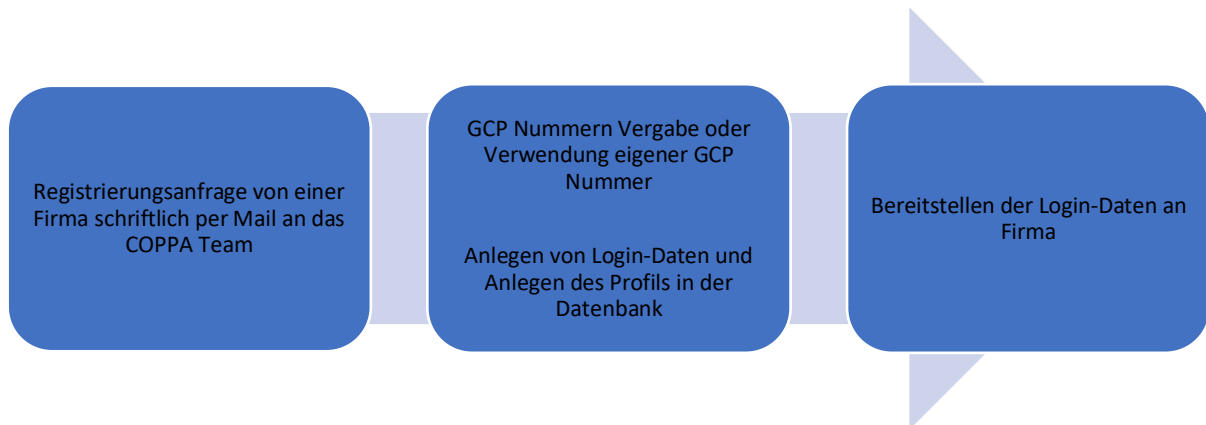


Abbildung 6: Registrierungsvorgang einer neuen Firma auf der Plattform.

Mit den vergebenen Anmeldedaten können sich Firmen dann jederzeit selbstständig auf der Plattform einloggen und die folgenden Funktionalitäten nutzen. Die Nutzung bereits existierender GCPs ist dabei als Mehrwert zu nennen.

5.2.3 User Login und User-Profil

Der Login-Dialog und die Profilseite sind in Abbildung 7 dargestellt. Die Profilseite umfasst verschiedene Datenpunkte, die bis auf den Handelsindikator selbstständig von den

Loggen Sie sich ein.

Benutzername:
infosim

Passwort:
.....

Einloggen

Firmenkontaktdaten

- Firmenkontaktdaten
- Firmenbezogene Daten
- Handelsindikatoren
- Partnerschaft
- Konto löschen

Firmenkontaktdaten
 Ⓞ Persönliche Daten der/des Unternehmensvertreter/in.

Anrede	Herr	Ändern
Vorname	Yannik	Ändern
Nachname	Winzer	Ändern
Position	Junior R&D Engine...	Ändern
Email	winzer@infosim.de	Ändern
Telefonnummer	+49 1603423068	Ändern

Abbildung 7: User Login und Profilseite

Profilnutzer*innen angepasst werden können. Dazu gehören Firmenkontaktdaten, firmenbezogene Daten, sowie das Verwalten der auf der Plattform eingegangenen Partnerschaften. Ebenfalls kann das Konto gelöscht werden.

5.2.4 Die Eventeingabe

Um den Herstellungsprozess der Lebensmittelverpackung digital auf der Plattform begleiten zu können findet im Frontend die Dateneingabe parallel zu den stattfindenden Produktionsschritten statt. So können Nutzer*innen die in der [Circular Traceability Guideline](#)² definierten EPCIS-konformen Events über die Benutzerschnittstelle erfassen und übermitteln. Die für die Plattform relevanten Prozessschritte umfassen konkret folgende EPCIS-Events:

- Kunststoff-Rohstoffherstellung (Material producing)
 - Rohmaterialherstellung (Raw material production)
 - Regranulation (Regranulation)
- Komponentenherstellung (Component producing)
 - Blasformen (Blow moulding)
 - Spritzgießen (Injection moulding)
 - Substratproduktion (Substrate production)
- Umformung (Component reshaping)
 - Dehnen (Stretching)
 - Schneiden (Litting)
- Verarbeitung (Component processing)
 - Kleben (Laminating)

² vgl. <https://www.gs1-germany.de/fileadmin/gs1/fachpublikationen/gs1-germany-circular-plastics-traceability-implementation-guideline-v-1.0.pdf> ; S.35ff

- Bedrucken (Printing)
- Verpackungsherstellung (Packaging producing)

Die Prozessschritte können unter „Dashboard“ für die Eingabe eines neuen Produkts ausgewählt werden (vgl. <https://coppa.pragtics.com/dashboard/events-menu>). Einzelne Produktionsschritte sind als Unterpunkte nochmal detaillierter aufgeführt.

Zusätzlich zu den in der Guideline existierenden Events wurde speziell für COPPA ein EPCIS-konformes Event definiert, das für die Funktion des CO₂-Rechners notwendig ist.

- Transportevent (Distribution).

Mit diesen sechs Events können nun Produktionsketten von Kunststoffverpackungen auf der Plattform eingegeben werden. Innerhalb eines Events gibt es jeweils die Möglichkeit den Prozessschritt genauer anzugeben. Beispielsweise kann die Verarbeitung einer Komponente das Laminieren oder das Bedrucken einer Komponente bedeuten. Der Prozess der Dateneingabe ist im Zusammenhang der „Validierung“ in Kapitel 12 am Beispiel der zugehörigen Demoprodukte detailliert dargestellt.

5.2.5 DPP-Übersichtsseite und Suchfunktion

Jedes Event wird nach erfolgreicher Eingabe und Verarbeitung in einem Pass dargestellt. Die Übersichtsseite für Digitale Produktpässe ermöglicht eine strukturierte Darstellung der fertig angelegten Pässe und der angefangenen Eventeingaben. Abbildung 8 zeigt beispielhaft einen Pass. Innerhalb der Übersichtsseite ist neben der eindeutigen LGTIN (Global Trade Item Number mit Lot Nummer) auch das Erstellungsdatum, ein Icon zur Komponentenanzeige und der Name des Produkttyps sowie den letzten Prozessschritt abgebildet.

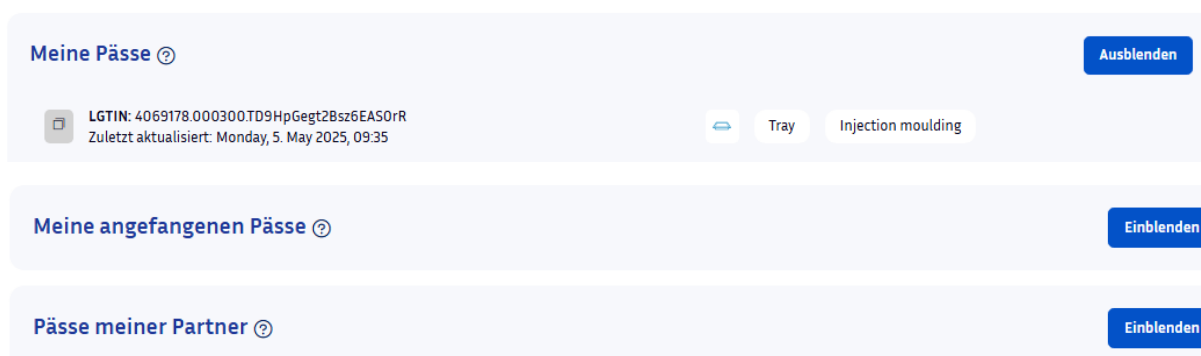


Abbildung 8: Die Passübersicht - Anzeige von eigenen Pässen, angefangenen Pässen und den Pässen der Partner

Die Plattform bietet auch eine Suchfunktion für digitale Produktpässe (Abbildung 9). Hierbei lassen sich Pässe nach LGTIN, LOT oder GCP finden.

Suche von Produktdaten:

Um Ihre Suche nach einem bestimmten Produkt zu starten, wählen Sie bitte mindestens einen der unten verfügbaren Parameter aus. Durch die Verfeinerung Ihrer Kriterien können Sie das genaue Produkt, das Ihren Anforderungen entspricht, schnell und effizient finden.

LGTIN	LOT	GCP	
<input type="text" value="urn:epc:class:lgtin:4069178.000300.BLWBTL1"/>	<input type="text" value="AYrxlNNh239007"/>	<input type="text" value="4069178000"/>	<input type="button" value="Suche"/>

Pässe von externen Unternehmen

SKZ - Das Kunststoffzentrum	<input type="button" value="Partnerschaft anfragen"/>
<input type="text" value="urn:epc:class:lgtin:4069178.000300.BLWBTL1"/>	<input type="button" value="Passdetails öffnen"/>

Abbildung 9: Suchfunktion für digitale Produktpässe

5.2.6 Der digitale Produktpass

Ein Herzstück von COPPA sind die digitalen Produktpässe, die sich aus sechs Blöcken mit jeweils mehreren Datenfeldern zusammensetzen. Im Zuge der Validierung (Kapitel 12) wird beispielhaft ein Produktpass mit all seinen Werten gezeigt.

Produktkennzeichen:

Erster Block ist dabei das Produktkennzeichen, meistens abgebildet als QR-Code. Durch das Scannen dieses Codes gelangt der User direkt zum digitalen Produktpass. Dieses Feature bietet einen wesentlichen USP für COPPA, da die QR-Codes austauschbar machen und auf die Produkte angebracht werden können. Der QR-Code wird automatisch als Produktkennzeichen hinterlegt. Vereinzelt wurde anstelle des Codes ein Produktbild hinterlegt. Dies dient hauptsächlich der Veranschaulichung des vorliegenden Produktes. Die Funktionalität des QR-Codes ist dabei aber nicht beeinträchtigt.

Allgemeine Informationen:

Hier wird als eindeutige Identifikationsnummer die LGTIN angezeigt. Weitere Felder sind: Farbe, Verpackungsart, biobasierter Anteil, biologische Abbaubarkeit, Lebensmitteltauglichkeit, Anteil an Post-Consumer-Rezyklat (PCR), Gesamtanzahl und letzter Produktionsschritt. Im Falle einer Gewichtsangabe, wird diese hier angezeigt. Im Falle einer Stückzahl wird diese als Quantität angezeigt.

Inhaltsstoffe:

Die Inhaltsstoffe geben eine prozentuale Verteilung der Kunststoffe innerhalb des Materials aus. Auch im Falle vorhandener Additive werden diese hier angezeigt.

Produktinformationen:

Zu den Produktinformationen zählen weitere Daten wie die Produktionszeit, der Produktionsort, der sich aus dem Ort in Schrift und der Unternehmens-GCP zusammensetzt, eine eindeutige Maschinen-ID, welche die Produktionsmaschine kennzeichnet, die Melt-Flow-Rate (MFR) und die Dichte des Materials.

CO₂-Fußabdruck:

Hier wird das Ergebnis des CO₂-Rechners als CO₂-Fußabdruck angegeben. Mehr zur Konzeption des CO₂-Rechners ist in Kapitel 5.4 zu finden. Abbildung 10 veranschaulicht die Darstellung des CO₂-Fußabdruck innerhalb eines DPPs.

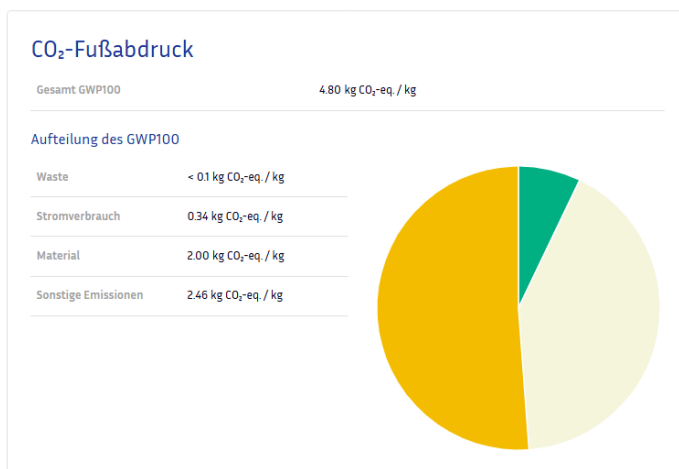


Abbildung 10: Darstellung des CO₂-Fußabdrucks innerhalb eines Produktpasses

Produktbaum:

Abschließend lässt sich die komplette Produktkette innerhalb des Produktbaums anzeigen. Die Herstellung der Verpackung wird somit transparent und rückverfolgbar.

5.2.7 Partnerschaftskonzept

Eine Partnerschaft ermöglicht die gezielte Freigabe von Datenfeldern innerhalb des DPPs, welche nicht für alle frei sichtbar sein sollen. Diese Funktion ist ein Ergebnis der Anforderungen der Partnerfirmen innerhalb der Anforderungsanalyse und ergab sich erst im Laufe des Projekts.

Das Konzept sieht vor, Partnerschaften mit anderen Firmen anzufragen, diese als Firma annehmen oder ablehnen sowie zurückziehen zu können. Innerhalb des DPPs können Firmen dann einzelne Felder in der Sichtbarkeit einstellen.

5.3 Vertrauens- und Transparenznetzwerk mit digitalen Identitäten

Im Hintergrund des Demonstrators wurde als einer der beiden USPs ein funktionierendes Vertrauens- und Transparenznetzwerk auf Basis digitaler Identitäten mittels SSI (Self-

Sovereign Identity) implementiert. Das Ziel bestand darin, Kunststoffprozess-Eventdaten rückverfolgbar und verifizierbar zu machen, um einen vertrauensvollen Datenaustausch zwischen verschiedenen Netzwerkteilnehmern zu gewährleisten.

5.4 Automatische Ausgabe des CO₂-Fußabdrucks im Digitalen Produktpass

Der zweite USP der Plattform besteht in der Integration eines Informationssystems zur Bewertung und Kommunikation von Nachhaltigkeitswirkungen von Lebensmittelverpackungen aus Kunststoffen. Dabei wird das System in die Circular Collaboration Platform (CCP) integriert und den beteiligten Akteuren entlang der Wertschöpfungskette eine transparente Entscheidungsgrundlage zur Verfügung gestellt. Interviews und Workshops mit Industriepartner*innen zur Relevanz unterschiedlicher ökologischer Kennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) für die COPPA-Plattform zeigten, dass der CO₂-Fußabdruck (CFP) als zentraler Indikator wahrgenommen wird. Andere ökologische Aspekte wie Wasserverbrauch oder Biodiversität stießen auf geringeres Interesse, weshalb der Fokus der Nachhaltigkeitsbewertung zugunsten eines CO₂-Rechners gelegt wurde.

Die Berechnung erfolgt auf Basis von Lebenszyklusanalyse (LCA) und nutzt die Software OpenLCA (Version 2.4) sowie die Ecoinvent-Datenbank (v3.10.1). Die Plattform verwendet strukturierte Eingabemasken (Selection Lists), die im CO₂-Rechner ebenfalls verwendet und mit spezifischen OpenLCA-Datensätzen verknüpft wurden. Für Materialien wie PE, PET oder Aluminium existieren direkte Zuordnungen der Selection Lists mit den verfügbaren OpenLCA Datensätzen, während für Spezialmaterialien wie PUR, PVAL oder TPE-Näherungswerte oder eigene Modellierungen erforderlich sind.

Die Informationserfassung und -weitergabe zum Produkt erfolgt über den Digitalen Produktpass (DPP), der auf dem offenen EPCIS-Standard und der [Circular Traceability Guideline](#) von GS1 basiert. Dieser ermöglicht die standardisierte Erfassung und den Austausch von Prozessereignissen („Events“) entlang der Wertschöpfungskette. Die Events bilden die Grundlage für die Sachbilanz und umfassen z. B. SubstrateProduction, Printing, Laminating, Slitting, PackagingProduction und Transportprozesse. Die Sachbilanzdaten beinhalten Materialart und -ursprung, Gewicht, Energiebedarf, Ausschussraten sowie Transportentfernungen. Weitere methodische Setzungen, Beispielrechnungen und eine Validierungskonzept finden sich im Methodikbericht des CO₂-Rechners. Das entwickelte Konzept wurde anschließend in den Demonstrator inkludiert, sodass eine automatische Ausgabe des CO₂-Fußabdrucks im Rahmen des Digitalen Produktpasses von COPPA möglich ist.

5.5 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 Untersuchung und Empfehlungen zur umfassenden Regelung einer gemeinsamen digitalen Sprache über den Lebenszyklus von Kunststoffen

Für eine kreislauforientierte Wirtschaft und um nachweisen zu können, wo sich ein im Eigentum eines Unternehmens befindliches Produkt befindet, wann es dem physischen Stoffkreislauf wieder zur Verfügung steht oder welchen Rezyklatanteil es enthält, ist eine ganzheitliche Nachweisführung notwendig. In COPPA wurde hierzu auf Basis gewonnener Erkenntnisse der Gespräche mit den Konsortialpartnern, externen Unternehmen und in den gemeinsamen Workshops kontinuierlich ein Paket aus unterschiedlichen Tools, insbesondere für KMUs kontinuierlich weiterentwickelt – bestehend aus:

- Podcast
- Leitfaden
- CCP-Reifegradmodell in 5 Stufen (Differenzierung und Beschreibung) und dem zugehörigen
- Fragenkatalog
- Empfehlung
- Selbst-Check (SC) als Online-Fragebogen
- Video

Als Teil der erfolgten Veröffentlichungen sind diese Tools mit entsprechenden Links in Kapitel 11 gesammelt aufgeführt.

5.7 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. Diese sind auf der COPPA-Homepage in der Veröffentlichung „Transformationspfade für zentrale Rollen im Verpackungskreislauf: Validierte Strategien zur

Zukunftsgestaltung“ zu finden. Alle im Projekt erfolgten Veröffentlichungen mit entsprechenden Links sind in Kapitel 11 zu finden.

5.8 Entwicklung neuer (kooperativer) Geschäftsmodelle für weitere zentrale Akteure im Anwendungssystem

Standardisierung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion von Fragmentierung und Ineffizienz in zirkulären Geschäftsmodellen. Die Analyse der zentralen Rollen im Anwendungssystem zeigte, 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.

Innerhalb des zentralen Kreislaufs wurden vier Schlüsselrollen (Recompoundeur, Converter, Einzelhändler und Vorsortierer) sowie zwei weitere (Handelsplattform, Zertifizierer) im erweiterten Anwendungssystem identifiziert, die für die Funktionalität des Gesamtsystems von entscheidender Bedeutung sind. Für diese Rollen erfolgte eine vertiefte Analyse mithilfe der Business Model Canvas, um die potenziellen Veränderungen in jeder Geschäftsmodelldimension zu ermitteln. Das Resultat dieser Analyse ist die Entwicklung spezifischer SOLL-Geschäftsmodelle, die eine nachhaltige Positionierung und Wertschöpfung im veränderten Ökosystem aufzeigen. Die größten Veränderungen, die diese Rollen erfahren, sind in Abbildung 11 aufgelistet (Handelsplattformen als nicht-zentrale Rolle nicht dargestellt).

Veränderungen im Geschäftsmodell zentraler Rollen des Anwendungskosystems

Rollen	Größte Veränderungen
 Recompoundeur	<ul style="list-style-type: none"> – Forschung an der Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften wird Sprung in der Wichtigkeit und Dringlichkeit erfahren – Unpersönlicher, automatisierter Verkauf an neue Kunden durch zertifizierten Herkunftsnachweis ermöglicht, bspw. via Handelsplattformen – Perspektivisch: Produktionskapazitäten ausbauen, um steigende Nachfrage zu decken
 Converter	<ul style="list-style-type: none"> – Unpersönlicher, automatisierter Einkauf bei neuen, günstigeren Lieferanten via Handelsplattformen, ermöglicht durch zertifizierte Herkunft – Perspektivisch: Digitalisierung der Kunststoffmaschinen, zur automatisierten Aufnahme von Prozessparametern
 Abfüller	<ul style="list-style-type: none"> – Reduzierter Verwaltungsaufwand durch entfallende Weiterreichung von Dokumenten und vereinfachtes Nachkommen von Auskunftspflichten – Perspektivisch: Automatisiertes Ausfüllen der Events beim Fügen der Verpackungskomponenten
 Einzelhändler	<ul style="list-style-type: none"> – Werbung mit CO₂-Fußabdruck ermöglicht Wettbewerbsvorteil – Perspektivisch: Möglichkeit nachhaltiger Verpackungen ebenso Niedrigpreissegment
Verbraucher	
 Sammler	<ul style="list-style-type: none"> – keine
 Vorsortierer	<ul style="list-style-type: none"> – Ausgleich zunehmender Komplexität durch erhöhte Fehlerrate – Mehr Leichtverpackungen werden erkannt, sortiert und als Ballen verkauft, weniger verbrannt – Erkennung der angebrachten Marker im Sortierprozesses muss sichergestellt werden
 Aufbereiter	<ul style="list-style-type: none"> – Anbringung von Markern am Mahlgut muss sichergestellt werden – Perspektivisch: mehr und evtl. besser vorsortierte und zu Ballen gepresste Sortierfraktionen
 Recycler	<ul style="list-style-type: none"> – Anbringung von Markern am Regranulat muss sichergestellt werden – Unpersönlicher, automatisierter Kauf von neuen Zulieferern bzw. Verkauf an neue Kunden durch zertifizierten Herkunftsnachweis ermöglicht, bspw. via Handelsplattformen

Abbildung 11: Die größten Veränderungen im Geschäftsmodell zentraler Rollen des COPPA-Ökosystems.

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

Anhand der rollenspezifischen Einflussanalyse wurden die Rollen nach ihrem Transformationsbedarf strukturiert. Einflussfaktoren mit einem Anteil ab 67 % gelten als besonders relevant und weisen einen hohen Transformationsbedarf hin.

Auf Basis der strukturierten Bewertung wurden konkrete Transformationslinien für zentrale Rollen entwickelt. Für jede der fünf Gestaltungsdimensionen wurden passende Bewertungskriterien formuliert, um Unterschiede zwischen dem bestehenden und einem angestrebten Zustand systematisch erfassen zu können. Die festgestellten Abweichungen bilden die Grundlage für die Entwicklung rollenspezifischer Maßnahmen, die den Übergang in ein zirkuläres Wertschöpfungssystem ermöglichen.

Die entwickelten Transformationslinien wurden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit bewertet. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Strukturierungslogik nachvollziehbar ist und sich in verschiedenen Anwendungskontexten einsetzen lässt. Das Vorgehensmodell bietet eine belastbare Grundlage für die Umsetzung gezielter Veränderungen entlang definierter Gestaltungsdimensionen. Gleichzeitig wurde deutlich, dass für bestimmte Branchen oder Rollen eine Anpassung der Kriterien erforderlich sein kann.

Die entwickelten Transformationslinien wurden in sechs aufeinander folgende Stufen überführt. Jede Stufe beschreibt einen konkreten Handlungsbereich: Geschäftsmodell, Strukturen, Prozesse, Qualifikation, Stakeholder und Operationalisierung. Für jede Phase

wurden klare Meilensteine definiert, um Veränderungen strukturiert und schrittweise voranzutreiben. Der Ablauf ist auf unterschiedliche Rollen übertragbar und dient als gemeinsame Orientierung für eine wirksame Umsetzung im Anwendungssystem.

5.10 Zusammenarbeit im Konsortium

Die Zusammenarbeit im Projekt verlief produktiv, konstruktiv und respektvoll. Ein monatliches Meeting im gesamten Konsortium stellte einen regelmäßigen Austausch sicher und ermöglichte eine weitgehend demokratische Vorgehensweise. Zweimal jährlich traf sich das Konsortium vor Ort bei einem Projektpartner, um in einem intensiven zweitägigen Projekttreffen das Projekt voranzubringen. Die Arbeiten innerhalb der Arbeitspakete wurden je nach Anforderung an das Arbeitspaket unterschiedlich gestaltet. Hinzu kamen zu Beginn des Projekts eine „Wissenstransfer-Reihe“, in der eine gemeinsame Wissensbasis für das interdisziplinäre Projekt geschaffen wurde. Außerdem wurden Teilprojekte definiert, die das gesamte Konsortium gemeinsam bearbeitete, wie zum Beispiel der Auftritt auf den Innovationstagen in Berlin oder das Erarbeiten und Erstellen von Show- und Demoprodukten. Die Innovationstage in Berlin galten auch der Validierung von COPPA nach außen. Auch der AP1 Jour Fixe wurde im Rahmen eines „Mini-Teams“ ab 2024 unter SKZ-Leitung durch das gesamte Konsortium bearbeitet.

5.11 Zusammenarbeit mit externen Stellen:

Regelmäßige Pressemitteilungen informierten die interessierte Öffentlichkeit. Diese wurden sowohl durch die Kanäle des SKZ, als auch der beteiligten Partner wie dem **WI** 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.

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: Pilotprodukt der Folienverarbeitung
- Flasche: Die Herstellung von 200 Flaschen wurde exemplarisch durch das SKZ abgedeckt. Das Farbmasterbatch wurde von der Kafrit Group zur Verfügung gestellt und die Flaschen von König&Bauer per Laser beschriftet
- Pfabo: Pilotprodukt mit Herstellungsprozess von drei aufeinanderfolgenden Partnern: Inotec, Adoma und Pfabo

5.12 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 ist eine Vorstellung des Projekts im Rahmen der RePack-Netzwerk Abschlussveranstaltung (11.11.2025), sowie der Fachmesse „FachPack“ im September 2025 geplant.

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 wurden nicht durchgeführt, jedoch wurde im Rahmen des Anforderungskatalogs ein Minimum Viable Product definiert, was dazu führte, dass folgende Projektzielmöglichkeiten des Gesamtprojekts nicht konkret umgesetzt wurden:

- Ermöglichung einer Vorhersage von Verfügbarkeit von Rezyklaten etc.
- Entwicklung eines Smart-Contract-Modells für Wertschöpfungsketten – im Sinne einer demokratisierten und notarierten Kunststoffverarbeitung³
- Bereitstellung von Entscheidungshilfen zur Reduzierung von Verpackungsmaterial und zum Rezyklateinsatz als konzeptioneller Ansatz oder als Steuerungsinstrument

Erläuterungen hierzu finden sich in den folgenden Abschnitten. Darüber hinaus ergaben sich geringe Abweichungen innerhalb der Module und Teilprojekte.

6.1.1 Zielsetzung und Anforderungskatalog

Ursprünglich war vorgesehen, einen in sich abgeschlossenen Anforderungskatalog als Grundlage für die Erarbeitung des CCP zu Beginn der Projektlaufzeit zu definieren. Nach einer ausführlichen Sammlung von Anforderungen innerhalb der durchgeführten Workshops und Interviews wurde ein erster Entwurf des Katalogs mit den Projektpartnern evaluiert. Statt der ursprünglich vorgesehenen Abfassung einer starren Bedarfsanalyse auf Basis des ermittelten Status quo der Wertschöpfungskette wurde ein dynamischer Anforderungskatalog für die CCP zusammengestellt. Vom ursprünglichen Ziel wurde abgewichen, um weitere Entwicklungen anderer APs des Projekts einfließen lassen zu können, da diese einen großen Einfluss darauf haben, in welcher Form die Anforderungen durch die CCP erfüllt werden können. Daher ist der Anforderungskatalog als dynamischer “on-going process” zu verstehen, der über die Projektlaufzeit weiterentwickelt wird, statt der Definition als statisches Ergebnis als Ausgangssituation. Das Projektergebnis wurde dadurch verbessert, da ein agiler Rahmen für die Entwicklung der CCP geschaffen wurde, der durch ständige Erweiterung auf dem Stand der aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich gehalten werden konnte. Es entstanden keine Zusatzkosten und die Projektziele konnten eingehalten werden. Die Bedarfsanalyse im Rahmen von M1.1 bis M1.3 ist durch die Interviews, Industrieworkshops und Entwicklung von

³ Wurde in Form eines Konzepts erarbeitet aber nicht im Demonstrator umgesetzt

Personas innerhalb des Zeitplans abgeschlossen, wurden jedoch im Anschluss dynamisch weitergeführt (M1.4).

6.1.2 Vertrauens- und Transparenznetzwerk

Smart Contracts wurden im Projektverlauf erneut bewertet. Es zeigte sich, dass deren Mehrwert vor allem in Szenarien digitaler Marktplätze und komplexer, automatisierter Austauschbeziehungen liegt. Da derartige Marktplatzfunktionen nicht zum Projektumfang gehören, wurden Smart-Contract-Ansätze zunächst als out of scope eingeordnet. Stattdessen wurde Self-Sovereign Identity (SSI) als Vertrauensbasis priorisiert. SSI ist in der Praxis besser standardisiert, kosteneffizienter umzusetzen und bietet bei nahezu keinen Nachteilen ein hohes Maß an Interoperabilität und Nutzerkontrolle.

Die Rolle der Blockchain-Technologie wurde entsprechend angepasst: Anstelle der ursprünglich angedachten Smart-Contract-Logik wird die Blockchain gezielt für Notarisierungszwecke eingesetzt (fälschungssichere Verankerung von Prüfsummen zur Integritätssicherung). Ein vertrauenswürdiger Zeitstempel ist im SSI-basierten Vertrauenskonzept nicht nativ abbildbar; diese Anforderung erfordert weiterhin eine blockchain- oder anderweitig vertrauenswürdige gestützte Zeitstempelung (Notarisierung). Aufgrund einer gravierenden Änderung in der zugrundeliegenden Blockchaintechnologie wurde die Notarisierungsfunktionalität als eigenständiges [Proof-of-Concept-Modul](#) realisiert und – anders als die Signierung – nicht automatisiert in die Plattform integriert. Die Signatur- und Verifizierungsprozesse sind hingegen vollständig in die Plattform eingebunden und bilden das SSI-basierte Vertrauensnetzwerk.

Projektorganisatorisch wurde AP2 im Zeitplan an AP3 angepasst, da beide Arbeitspakete inhaltlich stark verzahnt sind. Folgerichtig wurde auch das Ende von AP2 mit dem Abschluss von AP3 zusammengelegt. Diese Synchronisierung stellte sicher, dass Abhängigkeiten effizient koordiniert und Ergebnisse konsistent zusammengeführt werden konnten.

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 depriorisiert und am Ende nicht mehr umgesetzt. Daraus folgt, dass COPPA an keine Distributed Ledger Technologie (DLT) angebunden ist und dahingehend keine Validierung in dieser Form 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 Anwendungssystem der CCP

AP 5.2 beschränkte sich in Absprache mit dem gesamten Konsortium lediglich auf den Anwendungsfall des Recyclings und nicht auf weitere R-Strategien. Darüberhinausgehende R-Strategien wurden diskutiert, sind jedoch im Hinblick auf die Lebensmittelverpackungsindustrie nicht gängige Praxis.

In AP 5.5 wurden aufgrund der sehr hohen Komplexität und individuellen Ausgangssituation einzelner Stakeholder im Ökosystem die Transformationsbedarfe sowie -linien 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 5 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 2: Meilenstein, Beschreibung und geplanter, sowie tatsächlich erreichter Zeitpunkt in Projektmonaten (PM).

M#	Beschreibung	Geplanter PM	Tatsächlich erreichter 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	-	32

Ergänzung zu M1.3

Statt der Übergabe eines final definierten Anforderungskatalogs in PM9 wurde ein agiles Dokument übergeben, das über die Projektlaufzeit hinweg als “on-going process” weiterentwickelt wurde.

Ergänzung zu M3.2

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.

7 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**7.1.1 Wissenschaftliches Personal**

Die Personalzuwendungen wurden eingesetzt, um das wissenschaftliche Personal zu finanzieren. Die Hauptaufgaben des wissenschaftlichen Personals bestanden in der Koordination von AP1 und der inhaltlichen Unterstützung besonders zur Umsetzung des CO2-Rechners in AP 6. Darüber hinaus arbeitete das wissenschaftliche Personal in den verbleibenden Arbeitspaketen an weiteren Stellen als Teil des Konsortiums (z.B. bei der Validierung der Demoprojekte/Plattform) mit. Die Mittelabrufe inklusive der Reisekosten waren zur Erreichung der Ziele angemessen und erforderlich. Die erzielten Ergebnisse stehen im Einklang mit den laut Antrag vorgesehenen Arbeiten. Insgesamt wurde wissenschaftliches Personal mit 12,74 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**

Die im 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.

9.2 WI – Wuppertal Institut

Nach Projektende strebt das WI eine Übernahme der Projektergebnisse in transfer- und unternehmensnahe Forschungsprojekte an. Dabei sollen Folgeprojekte akquiriert werden und die Projektergebnisse Eingang in die forschungsgebundene Unternehmensunterstützung des WI finden. Ein Anwendungsfeld ist hier die forschungsbasierte Kooperation mit und Beratung von Wirtschaftsakteuren zu Möglichkeiten, wie DPPs in Unternehmen implementiert werden können. Hier wurde bereits das Projekt **easy.dpp.nrw** akquiriert, in dem praxisorientiert und wirtschaftsnah ein branchenunabhängiger Software-Baukasten für digitale Produktpässe entwickelt wird. Die Erkenntnisse zu DPP, die in COPPA erarbeitet wurden, dienen hier als eine der Wissensgrundlagen.

Das WI übernimmt die Ergebnisse außerdem zur Weiterentwicklung der eigenen kunststoff- und kreislaufwirtschaftsbezogenen Forschungsagenda sowie zur Konzeption und Umsetzung sachlogischer Anschlussprojekte. Es erfolgt u.a. eine Ableitung von Folgerungen für die Beeinflussung der Industrietransformation im Rahmen der nachhaltigen Entwicklung und der Ausgestaltung digitaler Plattformen für die Kreislaufwirtschaft in anderen Branchen. Innerhalb der Projektlaufzeit konnte hier das Projekt **D4CE-DPIS** durchgeführt werden, in dem ein Blueprint für ein globales Rahmenwerk für digitale Produktionsinformationssysteme erarbeitet wurde. Die frühen Projekterkenntnisse aus COPPA hinsichtlich Chancen, Hürden und Bedarfen konnten hier bereits verwertet werden.

Die Erkenntnisse des Projekts wurden und werden zudem im Rahmen von Cross-Valorization in laufende Forschung eingebracht. Eine Weiterentwicklung der eigenen Forschungsansätze und -agenden erfolgt so auch durch Präzisierung von Kreislaufwirtschaftsansätzen und -instrumenten. Die Ergebnisse haben außerdem Eingang in die Ansätze der Politikentwicklung des WI gefunden. Konkret wurden technologische Ansätze zur Deckung der Rezyklateinsatzquoten hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit und Nachhaltigkeit stärker in den

Blick genommen. Außerdem konnten die Erkenntnisse zur Relevanz von Datenverfügbarkeit und der Einblick in das vorhandene Wissen zu CE-Daten innerhalb des Netzwerks genutzt werden, um hier den Bedarf an Weiterbildung hinsichtlich Datenkompetenz zu identifizieren. Das vom WI akquirierte Projekt **DACE** schließt hier an. Ebenso wurden die Erkenntnisse im Projekt **CIRPASS** genutzt, wo Empfehlungen für einen auf Standards basierenden digitalen Produktpass zur gemeinsamen Nutzung von Produktdaten für eine Kreislaufwirtschaft durch eine kollaborative Initiative entwickelt wurde.

10 Einschlägiger, bekannt gewordener Fortschritt bei anderen Stellen

Es sind keine Projektergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die die Durchführung des Vorhabens stark beeinflussen. CIRPASS und CIRPASS 2.0 sind europäisch geförderte Forschungsprojekte, die den Weg für einen auf Standards basierenden Digitalen Produktpass bereiten sollen. CIRPASS ist fokussiert auf die Branchen Textilien, Elektronik- und Elektroprodukte, sowie Batterien, die zusätzlich auch durch das Projekt „BatteryPass“ bearbeitet werden. Verpackungen, wie sie im Projekt COPPA im Fokus stehen, werden kaum thematisiert. Nichtsdestotrotz können branchenübergreifende Ergebnisse zum Datenmodell, und zur Produktpassarchitektur in COPPA übertragen werden. Auch das Folgeprojekt CIRPASS 2.0, das für weitere Branchen einen digitalen Produktpass erarbeitet, ist während der Projektlaufzeit von COPPA gestartet.

Die Thematik des Digitalen Produktpasses ist ein sich dynamisch veränderndes interdisziplinäres Thema, das durch viele unterschiedliche Verordnungen auf nationaler und internationaler Ebene reguliert wird. Die für das Projekt relevanteste veröffentlichte Verordnung ist die EU-Verpackungsverordnung PPWR. Speziell die Vorgaben zur Informationsbereitstellung zu Verpackungen diente dem Projekt als Hinweis zur Ausrichtung und Strukturierung des Digitalen Produktpass. Folgende weitere Verordnungen hatten einen Einfluss auf den Inhalt des Projekts und wurden während der Projektlaufzeit veröffentlicht:

- PPWR (Packaging and Packaging Waste Regulation)⁴, verabschiedet im Dezember 2024
- ESPR (Ecodesign for Sustainable Products Regulation)⁵, veröffentlicht im Juni 2024
- GreenClaims Directive⁶, Vorschlag der EU-Kommission im März 2023
- EmpCo (Empowering Consumers for the Green Transition Directive)⁷, verabschiedet im April 2024

Neben regulatorischen Neuerungen hatten auch aktuelle Entwicklungen der Standardisierung und Normierung einen Einfluss auf das Projekt. Zum einen wurde die GS1 Guideline „[Plastics](#)

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/40/oj/eng>

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj/eng>

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023PC0166>

⁷ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/825/oj/eng>

[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 veröffentlicht⁸ und konnten daher nicht berücksichtigt werden.

Darüber hinaus wurde die ISO 59000 zur Kreislaufwirtschaft und insbesondere die ISO 59040 „Circular economy – Product circularity data sheet“⁹ veröffentlicht.

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

Informelle Formate:

- Plattform offen einsehbar unter www.coppa.praqtics.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 (<https://soundcloud.com/user-685808333/folge-67-r-winter-gs1-g-schwering-eecc-lebensmittelverpackung-und-digitaler-produktpass>)
- 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 ein Video erstellt. Dieses ist seit 2025 auf der COPPA-Webseite abrufbar.
- **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

⁸ https://standards.cenelec.eu/dyn/www/f?p=305:7:0:::FSP_ORG_ID:3342699

⁹ [ISO 59040:2024](#), Circular economy — Product Circularity Data Sheet

- 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)
- Vorstellung des Digitalen Produktpass und des Projekts COPPA im Rahmen eines Fachvortrags auf der KPA Ulm (26.02.2025)
- 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 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 Expert*innen aus Wissenschaft und Industrie.
- Fachvortrag auf der ICE IEEE/ITMC in Reykjavik – Best Paper Award & Ausblick NBM2025
Im Rahmen der ICE IEEE/ITMC-Konferenz in Reykjavik (Juni 2024) präsentierte das FIR COPPA-Ergebnisse zur Gestaltung zirkulärer Wertschöpfungsnetzwerke und erhielt dafür den Best Paper Award. Eine weitere internationale Vorstellung erfolgt auf der NBM2025 (25.–26.07.2025), ebenfalls in Reykjavik.

Schriftliche Ausarbeitungen:

Folgende schriftliche Ausarbeitungen sind auf der Homepage von COPPA unter [„Ressourcen“](#) aufzufinden:

- „Fit werden für die Zukunft der Verpackung“ - Um das umfangreiche Wissen, das in der COPPA-Guideline beschrieben wurde, für externe Leser:innen in kleinen Wissensseinheiten zur Verfügung zu stellen, wurde ein Wissensnugget entwickelt. Dieses fasst alle wichtigen Erkenntnisse zusammen
- „COPPA Leitfaden zur Nutzung von Datenstandards in Unternehmen“ - Mit diesem Leitfaden schafft das COPPA-Team eine fundierte Grundlage für die Nutzung von Standards für die dreijährige Zusammenarbeit im Konsortium. Der Leitfaden enthält Hintergründe, Fakten, Konzepte und Bewertungen, die für die weitere Bearbeitung durch fachkundige Kolleginnen und Kollegen relevant sind – und entsprechend erläutert werden.

Der Schwerpunkt des Leitfadens liegt auf der Betrachtung der Ist-Situation eines Unternehmens und damit seiner Einordnung in einen bestimmten CCP-Reifegrad.

- Alle zentralen Ergebnisse aus Arbeitspaket 5 sind unter folgenden Titeln aufgeführt
 - „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“
- „Geschäftsmodell für die Kollaborationsplattform COPPA“ – Das Geschäftsmodell von COPPA wird mittels Business Model Canvas vorgestellt und insbesondere die Ausarbeitung des Partnerschaftskonzept thematisiert
- „Geschäftsmodelle im Wandel: Auswirkungen der CCP auf zentrale Akteure der Wertschöpfungskette“ – Auf Grundlage bestehender Rollenprofile wurden mithilfe des Business Model Canvas spezifische Wirkmechanismen der CCP herausgearbeitet – etwa durch automatisierte Informationsflüsse, neue Vertriebskanäle oder digitale Herkunftsnachweise. Die Ergebnisse zeigen, wie sich durch die Teilnahme an der CCP sowohl Effizienzgewinne als auch neue Marktpotenziale für Unternehmen entlang der Kunststoffverpackungskette eröffnen können.
- „Eigentumsbehalt in COPPA – Innovative Ansätze für Kreislaufwirtschaft und nachhaltigen Kunststoffgebrauch“ – Das Konzeptpapier „Eigentumsbehalt in COPPA“ untersucht die Rolle des Eigentums an Materialien und Daten im Kontext der Entwicklung eines digitalen Produktpasses für den Kunststoffkreislauf. Ausgangspunkt ist die Umsetzung des COPPA-Produktpasses mittels standardisierter Datenaustauschformate (z.B. EPCIS), wobei Besitz und Eigentum im Kreislaufsystem neu gedacht werden: Während physischer Besitz nicht durchgängig verfolgt werden kann, bietet die rechtliche Eigentumszuordnung Potenziale für die Rückverfolgbarkeit und Strukturierung von Rohstoffströmen.

Folgende weitere Veröffentlichungen sind im Rahmen von COPPA erschienen:

- 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/

- 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 Recyclingmagazin (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 aufbereitet. <https://www.recyclingmagazin.de/ausgabe/recycling-magazin-05-2025/>

12 Anhang

12.1 I: Validierung des Demonstrators anhand von Demo- und Pilotprodukten




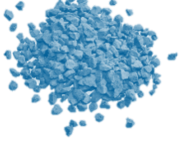








Die Validierung des Demonstrators erfolgte kontinuierlich durch die entwickelnden Personen und in unregelmäßigen Abständen durch das Konsortium. Hierzu wurde neben visuellen Testungen auch Demoprodukte eingegeben. Das WI unterstützte diesen Vorgang, indem der Rechner zum CO₂-Fußabdruck parallel weiterentwickelt wurde und in die Plattform integriert wurde. Zur Validierung der Funktionsweise des Rechners wurden dafür alle Berechnungen auch händisch durchgeführt. Die Demoprodukte sind: Eine Kunststofftrinkflasche und ein Joghurteimer.

12.1.1 Validierung anhand des Pilotproduktes Kunststofftrinkflasche

Das Pilotprodukt Flasche wurde in Zusammenarbeit mit den assoziierten Partnern Constab und König & Bauer (K&B) sowie dem SKZ hergestellt.

Dafür notwendige Events und Zwischenprodukte sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Über Scannen des QR-Codes kann der Digitale Produktpass auch live abgerufen werden. Hierbei sind für den gemeinen Nutzer nur die Informationen einsehbar, die für ihn freigegeben sind. Für die Einsicht weiterer Informationen ist das Anlegen eines Nutzerkontos und das Eingehen einer Partnerschaft notwendig. Der Produktbaum ist in Abbildung 15 zu sehen.

Tabelle 4: Verwendete Produktionsevents für das Pilotprodukt Kunststoffflasche

Name	Prozessschritt	Partner	GTIN	QR-Code	Produktbild
Weißes Granulat	Raw Material Production	Lyondell-Basell	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000700.RW MT1		
Farbmaste rbatch	Raw Material Production	Constab	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000400.RW MT1		
Deckel	Injection Moulding	Innoweb	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000600.INJC AP1		
Flaschenkörper	Blow Moulding	SKZ	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000300.BLW BTL1		
Bedruckte Flasche	Printing	K&B	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000500.PRT BTL1		
Gesamte Flasche	Packaging Production	SKZ	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000300.PCK BTL1		

Produktbaum

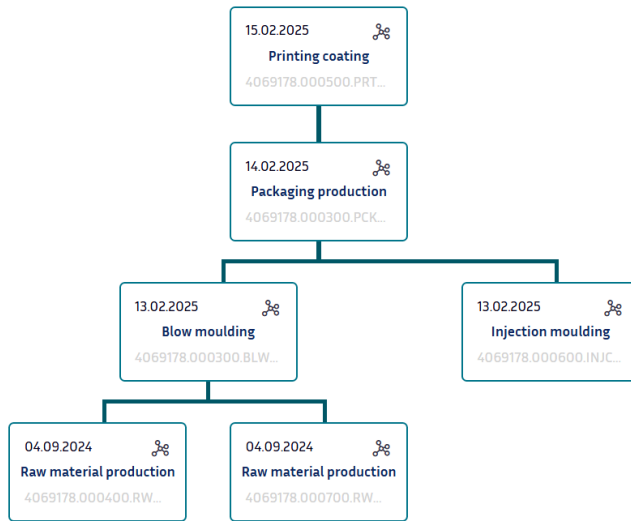


Abbildung 15: Produktbaum der Trinkflasche


Die Validierung der Trinkflasche verlief erfolgreich und deckte eine Reihe der in der kunststoffverarbeitenden Industrie am häufigsten eingesetzten Produktionsschritte ab.

12.1.2 Beispielhafte Eventeingabe Component Producing (Blow Moulding)

Wie bereits in Kapitel 5.2.4 versprochen, wird im Folgenden eine Eventeingabe mit den zugrundeliegenden Daten detaillierter beschrieben. Dabei geht es um den Produktionsschritt der Herstellung des Flaschenkörpers der zu validierenden Trinkflasche (vgl. Tabelle 2). Der Flaschenkörper wurde blasgeformt. Das Event ist dann eine Komponentenherstellung (Component Producing) mit dem Prozessschritt Blow Moulding. Die Eingabemaske besteht bei allen Events zur Übersichtlichkeit aus mehreren Seiten die die Nutzenden durchklicken können.

Beginnend mit der ersten Seite wird der Prozessschritt präzisiert und der Komponententyp angegeben. In dem Fall ist die Komponente eine Flasche (Bottle). Der gewählte Komponententyp wird auch als Icon nebenan grafisch dargestellt. Als nächstes kommt die Farbe der Komponente. Die nächsten Felder dienen der Angabe von Gewichten und Längen der Komponente. Darunter: Substrate length, Surface weight, Length weight und Unit weight. Als letztes wird die biologische Abbaubarkeit angegeben. Es ist möglich, dass eine Komponente biologisch abbaubar oder biologisch nicht abbaubar ist sowie keine Angabe darüber zu machen. Konkrete Werte innerhalb der ersten Seite bezogen auf den Flaschenkörper sind in Tabelle 6 zu sehen.

Tabelle 5: Eventeingabe Component Producing (Blow Moulding) am Beispiel Trinkflasche Flaschenkörper

Manufacturing specifications	Manufacturing Processes ⓘ Blow moulding × ▾ Component Type ⓘ Bottle × ▾ 
Colour	Colour of basic material ⓘ Light × ▾

Dimensions	<p>Substrate length ⓘ</p> <input type="text"/> Meter
	<p>Surface weight ⓘ</p> <input type="text"/> g/cm ²
	<p>Length weight ⓘ</p> <input type="text"/> g/m
	<p>Unit weight ⓘ</p> <input type="text" value="23.5"/> g
Sustainability Metrics	<p>Biodegradability ⓘ</p> <input type="text" value="Not biodegradable"/> × ▾

Als nächsten Schritt auf der folgenden Seite wird angegeben, welche Materialien durch Vorgängerevents oder zugegebene Inhaltsstoffe in dem Event weiterverarbeitet werden. Diese Eingaben geschehen als Anteile, also werden in Prozent eingegeben. Insgesamt müssen alle Inhaltsstoffe (es werden also auch die Vorgängerevents mit berechnet) 100 Prozent ergeben.

Weiter können Additive angegeben werden und die Herkunft des Materials detailliert angegeben werden. Die möglichen Inhaltsstoffe und die möglichen Additive sind durch die Circular Plastic Traceability Guideline festgelegt. Die Materialherkunft kann Bio-based, Fossile-based, PCR chemical, PCR mechanical und PIR chemical sein und ist ebenso an die Guideline angelehnt. Schließlich ist es möglich die Lebensmittelverträglichkeit nach Approved, not Approved und not specified anzugeben.

Zum Abschluss wird der Output quantifiziert, also wie viel von der Komponente innerhalb des Prozessschrittes hergestellt wird. Diese Angabe ist möglich in Kilogramm, Metern oder als Stückmenge. Eine dazugehörige LGTIN wird automatisch generiert, kann aber von erfahrenen Benutzer*innen auch manuell überschrieben werden. Tabelle 7 zeigt die zweite Seite konkret bezogen auf die Trinkflasche.

Tabelle 6: Eventeingabe Component Producing (Blow Moulding) am Beispiel Trinkflasche Flaschenkörper

<p>Pre-events linking</p>	<p>Pre-events linking</p> <p>Would you link to bind events created before? <input type="button" value="Yes"/></p> <hr/> <p>Input from previous process steps ▼</p> <p>Input from previous process steps <i>Pflichtfeld</i></p> <p>Electronic Product Code in URN-Notation ⓘ <input type="text" value="urn:epc:class:lgtin:4069178.000400.RWMT1"/></p> <p>Share ⓘ <input type="text" value="98"/> %</p> <p>Electronic Product Code in URN-Notation ⓘ <input type="text" value="urn:epc:class:lgtin:4069178.000700.RWMT1"/></p> <p>Share ⓘ <input type="text" value="2"/> %</p> <p><input type="button" value="Weitere hinzufügen"/> <input type="button" value="Entfernen"/></p>
<p>Packaging details ingredient</p>	<p>Packaging ingredient details <i>Pflichtfeld</i></p> <p>Packaging type ⓘ <input type="text"/></p> <p>Share <input type="text"/> %</p> <p><input type="button" value="Weitere hinzufügen"/></p> <div style="border: 1px solid orange; background-color: #fff9e6; padding: 5px; display: inline-block;"> Packaging type and input from previous step should total 100%. </div>
<p>Additive details</p>	<p>Additive details</p> <p>Additive ⓘ <input type="text"/></p> <p>Level of containment ⓘ <input type="text"/></p> <p><input type="button" value="Weitere hinzufügen"/></p>
<p>Origin</p>	<p>Origin</p> <p>Material origin ⓘ <input type="text"/></p> <p>Value <input type="text"/> %</p> <p><input type="button" value="Weitere hinzufügen"/></p>

Food approval	Food approval ⓘ <input type="text" value="Approved"/>
Output	Electronic Product Code in URN-Notation ⓘ <input type="text" value="urn:epc:class:lg:tin:4069178.000300.BLWBTL1"/> <input type="button" value="LGTIN ändern"/>
	Quantity ⓘ <input type="text" value="206"/>
	Uom ⓘ <input type="text" value="Piece"/>

Auf der letzten Seite werden vor allem CO₂ relevanten Daten erfasst, der Anwendungsbereich angegeben und die Dichte des Materials angegeben (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 7: Eventeingabe Component Producing (Blow Moulding) am Beispiel Trinkflasche Flaschenkörper

Range	Application range ⓘ <input type="text" value="Injection moulding, blow moulding of caps, closures, bottles, for PP2"/>
Advanced Properties	Density ⓘ <input type="text" value="0.98"/> g/cm ³
CO ₂ footprint	Energy consumption ⓘ <input type="text" value="1.18"/> kwh/kg
	Rejection rate ⓘ <input type="text" value="33.72"/> %
	Renewable energy share ⓘ <input type="range" value="100%"/>

Nachdem der Nutzende durch die Eingabe durch ist, erhält dieser auf einer Übersichtsseite nochmal alle eingegebenen Werte zur Kontrolle. Danach kann das Event abgeschickt werden und ein neues Produkt wird angelegt.

12.1.3 Validierung anhand des Pilotproduktes Joghurteimer

Das Demoprodukt Joghurteimer ist ein exemplarisch nachgestelltes und nicht physisch vorhandenes Produkt, so wie es bei der Flasche der Fall ist. Die beteiligten Firmen sind dabei Partner innerhalb des Projektteams, um die kollaborativen Funktionen auch bei diesem Produkt zu validieren, jedoch keine tatsächlichen Kunststoffhersteller.

Dafür notwendige Events und Zwischenprodukte sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Über Scannen des QR-Codes kann auch hier der Digitale Produktpass abgerufen werden. Hier ist ebenfalls zu beachten, dass aufgrund des Rechtekonzepts viele Datenpunkte nicht angezeigt werden. Der Produktbaum ist in Abbildung 16 zu sehen.

Tabelle 8: Events des Joghurteimers

Name	Prozessschritt	Partner	GTIN	QR-Code	Produktbild
------	----------------	---------	------	---------	-------------

Transparentes Granulat	Raw Material Production	EECC	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000100.PPY RT		
Weißes Granulat	Raw Material Production	EECC	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000100.PPY RT2		
Deckel	Injection Moulding	SKZ	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000300.CAP YRT		
Joghurt-eimer	Blow Moulding	EECC	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000100.CUP YRT		
Gesamter Joghurt-eimer	Packaging Production	SKZ	urn:epc:class:lg tin:4069178 .000300.YRT YRT		

Produktbaum

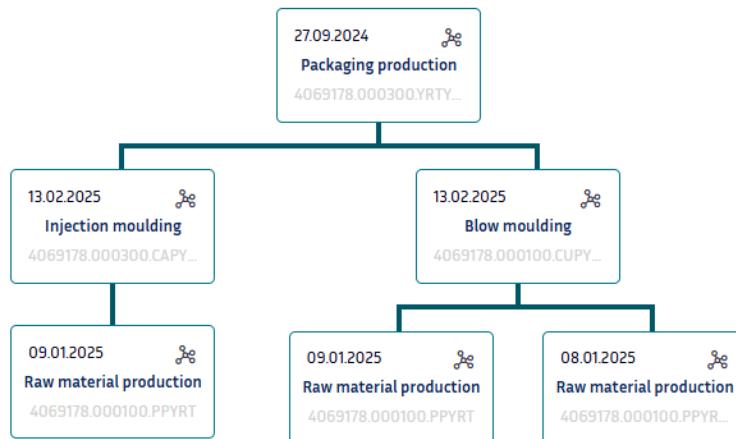


Abbildung 12: Produktbaum des Joghurteimers

Der Produktbaum des DPPs ist bereits in Abbildung 20 ersichtlich.

Während des Prozesses zeigte sich, dass insbesondere im Bereich Druck & Laminierung zahlreiche Herausforderungen für die automatische Produktpass-Generierung bestehen. Eine unmittelbare Skalierung dieser Prozesse ist daher zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich. Es wurde deutlich, dass die bestehende Guideline primär Standardprozesse abdeckt. In der kunststoffverarbeitenden Industrie werden jedoch häufig hochspezialisierte Verfahren

eingesetzt, bei denen mehrere Prozessschritte kombiniert werden oder von etablierten Standards abweichende Abläufe existieren. Eine Erweiterung der Guideline ist daher erforderlich, um diese realen Produktionsbedingungen adäquat abzubilden. Das geplante Transport-Event wurde im Rahmen dieser Validierung nicht praktisch getestet, sondern konzeptionell erarbeitet und in den Demonstrator integriert. Die Validierungsergebnisse verdeutlichen insgesamt Schwachstellen in der Interoperabilität und unterstreichen die Notwendigkeit einer einheitlichen digitalen Sprache sowie einer konsistenten Datenstruktur. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind tiefgehende Fachkenntnisse sowohl im EPCIS-Standard als auch in der Circular Traceability Guideline sowie in der Kunststoffverarbeitung unerlässlich.




























Die Pilotprodukte im Rahmen von COPPA konnten alle signiert in die Plattform aufgenommen werden, für einen normalen Benutzer kann die erfolgreiche Eingabe aber aufgrund der oben genannten Gründe erschwert sein.

12.1.4 Beispielhafter Produktpass anhand Pilotprodukt Joghurteimer

An dieser Stelle soll nochmal auf die Umsetzung des digitalen Produktpasses eingegangen werden. Im Folgenden werden beispielhaft die Datenpunkte des Joghurteimers vorgestellt, welche die erfolgreiche Eingabe von den Daten durch die EPCIS-Events untermalen.

Das Produktkennzeichen ist der QR-Code.

Tabelle 9: Produktpass des Joghurteimers nach dem letzten Produktionsschritt

Allgemeine Informationen	<p>Allgemeine Informationen</p> <table border="1"> <tr> <td>LGTIN</td> <td>urn:epc:class:lgtn:4069178.000300.YRTYRT</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Farbe:</td> <td>White</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verpackungsart:</td> <td>Bucket</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biobasierter Anteil:</td> <td>28.01 %</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biologisch abbaubar:</td> <td>no</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lebensmittelgeprüft:</td> <td>yes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PCR-Anteil aus mechanischem Recycling:</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Quantität:</td> <td>9940</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Letzter Produktionsschritt:</td> <td>Packaging production</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gewicht:</td> <td>14 g</td> <td></td> </tr> </table>	LGTIN	urn:epc:class:lgtn:4069178.000300.YRTYRT		Farbe:	White		Verpackungsart:	Bucket		Biobasierter Anteil:	28.01 %		Biologisch abbaubar:	no		Lebensmittelgeprüft:	yes		PCR-Anteil aus mechanischem Recycling:	-		Quantität:	9940		Letzter Produktionsschritt:	Packaging production		Gewicht:	14 g	
LGTIN	urn:epc:class:lgtn:4069178.000300.YRTYRT																														
Farbe:	White																														
Verpackungsart:	Bucket																														
Biobasierter Anteil:	28.01 %																														
Biologisch abbaubar:	no																														
Lebensmittelgeprüft:	yes																														
PCR-Anteil aus mechanischem Recycling:	-																														
Quantität:	9940																														
Letzter Produktionsschritt:	Packaging production																														
Gewicht:	14 g																														
Inhaltsstoffe	<p>Inhaltsstoffe</p> <table border="1"> <tr> <td>Polypropylene (PP):</td> <td>98.67 %</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Polyethylene (PE):</td> <td>1.33 %</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Additive</td> </tr> <tr> <td>Anti-static:</td> <td>Contains</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Slip additive:</td> <td>Contains</td> <td></td> </tr> </table>	Polypropylene (PP):	98.67 %		Polyethylene (PE):	1.33 %		Additive			Anti-static:	Contains		Slip additive:	Contains																
Polypropylene (PP):	98.67 %																														
Polyethylene (PE):	1.33 %																														
Additive																															
Anti-static:	Contains																														
Slip additive:	Contains																														

Produktionsinformationen

Produktionsinformationen

LGTIN	urn:epc:class:lgtn:4069178.000300.YRTYRT	
Ort	4069178003 - Würzburg	...
Produktionszeit	1:31 PM, Sep 27 2024	...
Maschine ID	urn:epc:id:glN:4069178.000003	...
MFR-Bereich	Film extrusion (BOPP, CPP, blown PP) for PP1	...
Dichte	2.00 g/cm³	...

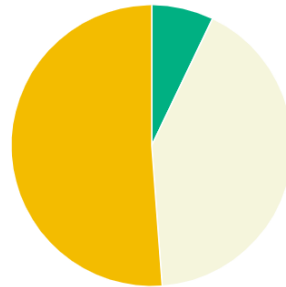
CO₂-Fußabdruck

CO₂-Fußabdruck

Gesamt GWP100 4.80 kg CO₂-eq. / kg

Aufteilung des GWP100

Waste	< 01 kg CO ₂ -eq. / kg
Stromverbrauch	0.34 kg CO ₂ -eq. / kg
Material	2.00 kg CO ₂ -eq. / kg
Sonstige Emissionen	2.46 kg CO ₂ -eq. / kg



12.2 II Anforderungsliste an die CCP

Tabelle 10: Anforderungskatalog entstanden als Output der Bedarfsanalyse in AP1

#	Titel	Erklärung der Anforderung
1	Dateneingabe automatisch	Als Hersteller eines Produktes möchte ich, dass die Daten zu meinen Produkten automatisch während des Produktionsprozesses geschrieben werden können
2	Dateneingabe manuell	Als Hersteller eines Produktes möchte ich Daten auch manuell eingeben können, da ich meine Produktion nicht an die IT anschließen kann/will
3	Rückverfolgbarkeit von Materialien	Als Nutzer von Rezyklat-Kunststoffen möchte ich in der Lage sein die Herkunft der Rezyklatmaterialien zurückverfolgen zu können
4	Notarisierung des Rezyklatanteils	Als Verkäufer von Produkten die Rezyklatkunststoff verwenden will ich in der Lage sein den Rezyklatgehalt in notarisierter/zertifizierter Form angeben zu können
5	Notarisierung Qualitätsparameter	andere Als Verkäufer von Produkten will ich in der Lage auch andere Qualitätsparameter in notarisierter/zertifizierter Form angeben zu können
6	Angabe von Daten zum CO ₂ -Fußabdruck	Als Einkäufer von Kunststoffen mit Rezyklatanteil möchte ich von meinem Zulieferer Daten zum CO ₂ -Fußabdruck dieses Materials erhalten
7	Eignung für die Produktionsmaschinen	Als Einkäufer von Rezyklatkunststoff will ich die notwendigen Daten zum Material haben, um entscheiden zu können ob ich dieses Material auf meiner Anlage verwenden kann oder nicht
8	Compliance mit Anforderungskatalogen	Als Betreiber einer Handelsplattform für Kunststoffe will ich kennzeichnen können, ob das Material dem Anforderungskatalog der EFSA (Lebensmittel) bzw. VDMA (Automobil) genügt
9	Kontaminationsliste	Als Betreiber einer Handelsplattform für Kunststoffe will ich in einer Kontaminationsliste angeben können das per Test nachgewiesen wurde, dass bestimmte Stoffe nicht im Material enthalten, sind
10	Abgestufte Rezyklatqualität	Als Verkäufer von Rezyklaten will ich die Qualität meines Rezyklates in verschiedenen Abstufungen in Bezug auf die Menge der gelieferten Informationen angeben können. Also Rezyklate mit nur wenigen Angaben und Rezyklate mit vielen Angaben zu Qualität
11	Zusammenarbeit der IT-Systeme	Als Betreiber einer Handelsplattform für Kunststoffe will ich in der Lage sein mit der Software über eine geeignete API kommunizieren zu können, um so die Daten in mein System übertragen zu können
12	Erfassung der Abfallqualität an der Sortiermaschine	Als Betreiber einer Handelsplattform für Kunststoffe wäre es interessant, wenn Daten zur Sortierqualität direkt an der Sortiermaschine erfasst würden und dann digital zur Verfügung ständen

13	CO ₂ -Fußabdruck angeben	Als Betreiber einer Handelsplattform für Kunststoffe ist es sehr interessant, wenn Daten zum CO ₂ -Fußabdruck der gehandelten Materialien angegeben werden können
14	Vergleichbarkeit der CO ₂ Daten	Als Betreiber einer Handelsplattform für Kunststoffe ist es wichtig, dass Daten zum CO ₂ -Fußabdruck der Materialien untereinander vergleichbar sind. D.h. sie müssten nach einem einheitlichen Vorgehen, einheitlichen Systemgrenzen etc. erstellt werden
15	Registrierung/Login/Account Löschen	Als Nutzer der CCP möchte ich mich registrieren und einloggen können sowie meinen Account wieder löschen können
16	Zugriff über Ident	Als Nutzer möchte ich auf die Daten zu einem (im System vorhandenen?) Produkt (bzw. digitalem Produktpass) über das Ident des Produktes zugreifen können
17	Suche nach Datensatz	Als Nutzer möchte ich nach einem Datensatz im System suchen können und dabei verschiedene Filter anwenden können
18	Import von Daten aus anderen Quellen	Als Nutzer der CCP möchte ich Daten aus anderen Quellen, wie z.B. R-Cycle, DiLink, andere DPP importieren können und diese in mein System übernehmen können
19	Veröffentlichung des Speicherorts der Daten	Als Ersteller eines Datensatzes will ich den Speicherort der Daten angeben können und diesen mit dem Ident verknüpfen können, so dass andere Nutzer über das Ident auf den Speicherort der Daten zugreifen können
20	Rechteverwaltung der selbst geschriebenen Daten	Als Ersteller eines Datensatzes will ich diesen für alle anderen Nutzer, bzw. für bestimmte Nutzer, bzw. für bestimmte Nutzergruppen freigeben können.
21	Rechteverwaltung der selbst geschriebenen Daten II	Als Ersteller eines Datensatzes will die Rechtevergabe für unterschiedliche Teile des Datensatzes unterschiedlich regeln können
22	Löschen von Daten	Als Ersteller eines Datensatzes will ich diese Daten wieder löschen können
23	Datensatz - Inhalt, Schreibender und Schreibe-Zeitpunkt verifizieren	Als Nutzer eines Datensatzes möchte ich sicherstellen können, dass dieser nicht verändert wurde und von welchem User dieser erstellt wurde
24	Zusammenführen von Datensätzen	Als Hersteller eines Produktes, das aus mehreren Vorprodukten besteht, will ich die Datensätze der Vorprodukte in meinem Datensatz vereinen oder auf diese Daten verweisen können
25	Open Source	Als Nutzer der CCP möchte ich diese nach meinen eigenen Vorstellungen verändern oder weiterentwickeln können. Der Source-Code sollte in ausreichend kommentierter Form öffentlich zugänglich sein
26	Erklärung der Funktionen	Als Nutzer der CCP möchte ich einen Überblick über die Funktionen der CCP (was kann die CCP, wie wende ich das an, was muss ich beachten, ...)
27	Erklärung der Einrichtung der CCP auf einem eigenen Server	Als Nutzer der CCP möchte ich diese auf meiner eigenen IT-Infrastruktur hosten können. Dazu muss der Einrichtungsvorgang entsprechend dokumentiert werden

