

## PET2PACK

Entwicklung eines closed-loop Systems für PET Formkörper Verpackungen in Österreich im Food sowie Non-Food Bereich

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.01.2023	<b>Projektende</b>	31.12.2023
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2023	<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Die Packforce GmbH reicht das Projekt „PET2PACK“ ein. Als wissenschaftliche Partner\*innen agieren die FH Campus Wien, TU Wien (Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement), TCKT (Transfercenter für Kunststofftechnik), das Kunststoffcluster der ecoplus (Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich) und das OFI (Österreichischen Forschungsinstitut für Chemie und Technik).

#### Ausgangssituation:

Mit dem Kreislaufwirtschaftspaket der Europäischen Kommission wurden entsprechende Maßnahmen zur Transformation der aktuell vorherrschenden linearen Wertschöpfung hin zu einer Kreislaufwirtschaft verabschiedet, in dessen Fokus die Kreislaufschließung der Produktlebenszyklen steht. Vor allem im Verpackungsbereich sind hier entsprechende Maßnahmen von Nöten im Hinblick auf die Recyclingziele. Laut Vorgaben seitens der EU müssen gemäß EU Richtlinie 94/62/EC Verpackungen und Verpackungs-abfälle auf europäischer Ebene bis 2025 50 % und bis 2030 55 % an Kunststoffverpackungen recycelt werden. Die aktuelle Recyclingquote von Kunststoffverpackungen in Österreich liegt bei 25 %. Dies impliziert, dass Österreich in den nächsten fünf Jahren die Recyclingquote von Kunststoffverpackungen mindestens verdoppeln muss. Die aktuell höchsten Recyclingquoten, gegliedert nach entsprechenden Verpackungsformen, wird mit Flaschen in Höhe von 45 % erzielt aufgrund einer getrennten Sammlung, entsprechender Aussortierung und einem werkstofflichen hochqualitativen Recyclingverfahren. Andere Verpackungsformen werden zu einem überwiegenden Teil thermisch verwertet. Im Bereich der PET-Flaschen liegt die thermische Verwertungsquote (sowohl Restmüll als auch industrielle thermische Verwertung) bei 55 % und bei anderen Verpackungsformen, unter anderem formstabile Verpackungen, bei 96 % . Um im Allgemeinen die Recyclingquote in Österreich zu erhöhen und einem hoch qualitativen werkstofflichen Recycling zuzuführen müssen andere Verpackungsformen einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, um einerseits Kreisläufe zu schließen und einen schonenden Ressourcenverbrauch zu gewährleisten. Alleine die Fraktion der PET-Formkörper-Verpackungen exkl. Getränkeflaschen beträgt ca. 8 % der gesamten Kunststoffverpackungsabfälle in Österreich und kann daher einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Recyclingquote liefern.

#### Projektziel:

Die Vision dieses Forschungsprojektes liegt in der Entwicklung eines closed-loop Systems für PET Formkörper Verpackungen

in Österreich im Bereich Food sowie Non-Food. Dieses Projekt fokussiert dabei auf alle PET Formkörper exklusive Getränkeflaschen. Fokus liegt vor allem beim Wiedereinsatz mit Lebensmittelkontakt des PET-Rezyklats aus Formkörper-Verpackungen, das aktuell nur für den Getränkeflaschenbereich existiert. Anhand dieser definierten Zielsetzung ist die Entwicklung und weitergehende Realisierung eines wirtschaftlichen, qualitätsorientierten und zirkulären rPET -Formkörper-Materialstroms in Österreich maßgebend und soll als Best-Practice für weitere Kunststoffmaterialströme zur Erhöhung der Recyclingquoten als auch für angrenzende EU-Länder, mit neu geplanten Kunststoffsammlensystemen gemäß EU-Abfallrahmenrichtlinie, dienen. Dadurch kann Österreich seine Vorreiterrolle als Technologie-Leader im Kunststoffrecycling weiter vorantreiben. Hierzu ist jedoch die Zusammenarbeit aller Vertreter\*innen der gesamten Wertschöpfungskette nötig.

Im Rahmen des Projektes soll durch Sortiersversuche sowohl im Technikums- als auch Industriemaßstab entsprechende Fraktionen aus der LVP-Sammlung (Gelber Sack/Gelbe Tonne) separiert werden. Dies erfolgt anhand der Entwicklung einer sensitiven Detektion zur Aussortierung von Kunststoffkontaminationen, optische Sortiertechnologie zur Auftrennung nach Formgebung sowie der Einsatz von Labelling-Technologien zur Trennung nach food-grade und non-food-grade Material. Die notwendige Unterstützung für die Betreiber der Sortieranlagen im Rahmen der Sortiersversuche im Industriemaßstab wird durch Hersteller für optische Sortiermaschinen erfolgen. Die daraus gewonnenen Wertstofffraktionen werden zunächst einer Analytik des Recycling-Input-Materials unterzogen hinsichtlich deren chemisch-physikalischer und toxikologischer Zusammensetzung sowie des möglichen Wiedereinsatzes mit Lebensmittelkontakt durch namhafte Institute. Derzeit ist der Lebensmittelkontakt von PET-Rigid-Rezyklaten nicht erlaubt, im Zuge dieses Projektes werden jedoch alle Vorbereitungen bzgl. der Zulassung für den Lebensmittelkontakt erarbeitet. Nach erfolgter erster Analytik wird die Fraktion anschließend dem Recyclingprozess unterzogen. Das Recycling-Output-Material wird danach wieder der qualitativen Analytik zur Ermittlung der Zusammensetzung unterzogen. Um letztlich den Kreislauf schließen zu können, werden die stoffliche und mechanische Verarbeitbarkeit im Herstellungsprozess von Verpackungen getestet. Dabei wird das erzeugte Rezyklat auf die materialtechnischen Eigenschaften für die Eignung zur Wiederverwendung für bestimmte Herstellungsverfahren (Thermoformen, Streckblasformen) untersucht.

Nach Erhalt und Optimierung der gesamten Prozessabläufe werden die dafür notwendigen Kriterien zur optimierten zirkulären PET-Formkörper Verpackungsgestaltung abgeleitet und definiert. Die Verifizierung und Evaluierung des reibungslosen Ablaufes der Kreislaufschließung für PET Formkörper food-grade als auch non-food-grade wird mithilfe von Proof-of-Concepts dargestellt. Zudem werden mithilfe einer ökologischen Evaluierung (Life Cycle Assessment) im Umweltauswirkungen des gesamten Kreislaufes gegenüber dem aktuellen Stand der Technik eruiert.

Hinzuweisen ist auf die notwendige stetige Zusammenarbeit aller Beteiligten der Wertschöpfungskette, um diesen neuen Prozess zu entwickeln. Ohne entsprechend sortierte Fraktionen ist eine nachgeschaltete Recyclingtechnologie nur bedingt einsetzbar und wenig erfolgversprechend. Ohne Berücksichtigung der Vorgaben der Verpackungshersteller, werden Rezyklate einer stofflichen Verwertung nicht wieder zugeführt werden können und ohne den Vorgaben des „Design for Recycling“ werden jegliche Sortierbemühungen obsolet.

## **Endberichtkurzfassung**

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse bzw. offenen und im Projektverlauf aufgetretenen Fragen aus dem FFG-geförderten Projekt PET2Pack bearbeitet.

Wichtige Erkenntnisse sind die Massenpotentiale und die Zusammensetzung der Leichtverpackungssammlung in Österreich.

Rigid PET (exkl. Getränkeflaschen) machen ca. 11% vom Gelben Sack in Österreich aus, wovon davon ca. 70% Monomaterial (mit R-Code) repräsentieren. Der überwiegende Anteil fällt auf transparente Verpackungen (ca. 79%). Der Sortierstrom der PET-Restfraktion (ohne Getränke) setzt sich zu zwei Drittel aus food- und aus einem Drittel non-food-Verpackungen zusammen. Außerdem wurden die Produktrückstände analysiert; diese sind wichtig, um Lebensmittelabfälle zu reduzieren. Der durchschnittlicher Produkt-Restinhalt in starren PET-Verpackungen macht 4 m-% des Gesamtverpackungsgewichtes aus, wobei der höchste Anteil bei PET- Lebensmittelflaschen (z.B. Saucen, Schlagobers) mit 12 m-% am Gesamtverpackungsgewicht analysiert wurde.

Im Zuge des Projekts konnten im Labormaßstab sowohl für non-food als auch für food-Anwendungen für PET-Verpackungen closed-loops dargestellt werden. Die mechanischen, chemischen und toxikologischen Untersuchungen haben gezeigt, dass ähnliche Eigenschaften wie mit virgin-Material erreicht werden können. Im Technikumsmaßstab war dies nicht mehr möglich. Als limitierender Faktor hat sich dabei die aktuelle Sortiertechnologie gezeigt. Es war nicht möglich, die notwendige Fraktionsreinheit zu erreichen. Die chemischen Untersuchungen haben den Eintrag von Fremdstoffen gezeigt. Ein Hebel, um die Qualität der Fraktionen zu steigern ist somit die Untersuchung bzw. Weiterentwicklung der Sortiertechnologie. Ein weiterer potenzieller Ansatz ist das Inputmaterial anzupassen, also über das Design der PET-Verpackungen, die auf den Markt gebracht werden. Die Analysen und Versuche haben gezeigt, dass die Designvorschläge, welche in verschiedenen Recycling-Guidelines formuliert sind, äußerst relevant für die Sortierung und das Recycling sind. So hat sich herausgestellt, dass bei einigen Designkategorien, z.B. der Färbung von PET-Verpackungen, bereits ein Großteil der Hersteller die Empfehlungen umsetzt. Bei anderen Punkten wie der Etikettierung oder dem Einsatz von Multilayerverpackungen besteht jedoch noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Eine weitere wichtige Frage, die sich im Zuge des Projekts gestellt hat, ist die Anwendung von verschiedenen Etikettiersystemen und ihrer Anbringung. Klebstoffe haben sich abermals als entscheidendes Kriterium im Recycling gezeigt, da diese eine enorme Vielfalt aufweisen und unterschiedlich gut entfernbar sind. Dies hat sich vor allem im Vergleich von Labor-, Technikums- und Industriemaßstab gezeigt. Während es im Labormaßstab händisch möglich war, die Etiketten und Klebstoffreste zu entfernen, waren in den anderen beiden Versuchen noch Klebstoffreste vorhanden. Es gibt zwei mögliche Ansätze diese Fragestellung weiter zu untersuchen: die Analyse und Entwicklung der Waschprozesse oder die Erhebung und Analyse von Klebstoffen im PET-Verpackungsbereich und die Entwicklung daraus abgeleitete Designvorschläge.

Hervorzuheben ist auch der Unterschied zwischen den food und non-food closed-loop Recyclingversuchen im Industriemaßstab. Während der non-food-use gute Ergebnisse zeigte, war es erheblich schwieriger die food-Anwendungen zu verarbeiten. Im Ergebnis ist das unter anderem an der Farbe des recycelten Materials zu erkennen. Während die Folie aus non-Food-Material fast transparent ist, zeigt das food-Material erhebliche Verfärbungen. In den toxikologischen Untersuchungen zeigen jedoch beide Materialien erfreuliche Ergebnisse und kein Vorhandensein von toxikologisch bedenklichen Substanzen. Um diese Ergebnisse im Labormaßstab zu generieren, war eine händische Nachsortierung, zusätzlich zu der maschinellen Sortierung, nötig. Dies kann nicht Stand der Technik für zukünftige Sortierprozesse sein. Somit ist auch hier weitere Forschung notwendig. Vor allem welchen Einfluss, das Design von Verpackungen im Kontext von unterschiedlicher Sortierinfrastruktur hat, sollte tiefergehend untersucht werden.

Auf Basis der gewonnenen Daten und Analysen wurden die ökologischen Umweltauswirkungen einerseits des Status Quo und andererseits des closed-loop Szenarios von PET-rigid Verpackungen erhoben und gegenübergestellt, um Aussagen über die

ökologische Vorteilhaftigkeit von Kreislaufführung im PET-rigid-Verpackungsbereich treffen zu können. Die jeweiligen Treibhauspotenziale (kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und weitere Wirkungskategorien wurden mit der Methode der Ökobilanzierung (ISO 14040/14044; midpoint; EF 3.1) und mit Hilfe von Szenariotechniken verglichen. Die Ergebnisse zeigen beispielsweise für PET-Getränkeflaschen reduzierte Umweltauswirkungen für Granulat aus dem „Closed-Loop-Recycling“ im Vergleich zum Primärmaterial. Der Energieverbrauch stellt dabei den wichtigsten Parameter für die Performance der Sortier- und Recyclingprozesses dar und bedingt, dass die Ergebnisse der Use-Cases PET food-trays und PET non-food-bottles, insbesondere aufgrund unterschiedlicher Anforderungen auf Ebene der Recyclingprozesse, stark auf variierende Energiebedarfe zurückzuführen sind. Daraus ergibt sich, dass die Wahl des Energie- und Strommixes (energieträger- bzw. länderspezifisch) entscheidend für die Umweltwirkungen ist. Im Beispiel des Re-Granulats für PET-Getränkeflaschen kann eine geschlossene Kreislaufführung zu Einsparungspotentialen von bis zu 81 % der CO<sub>2</sub>-Äquivalente führen.

## **Projektpartner**

- Packforce GmbH