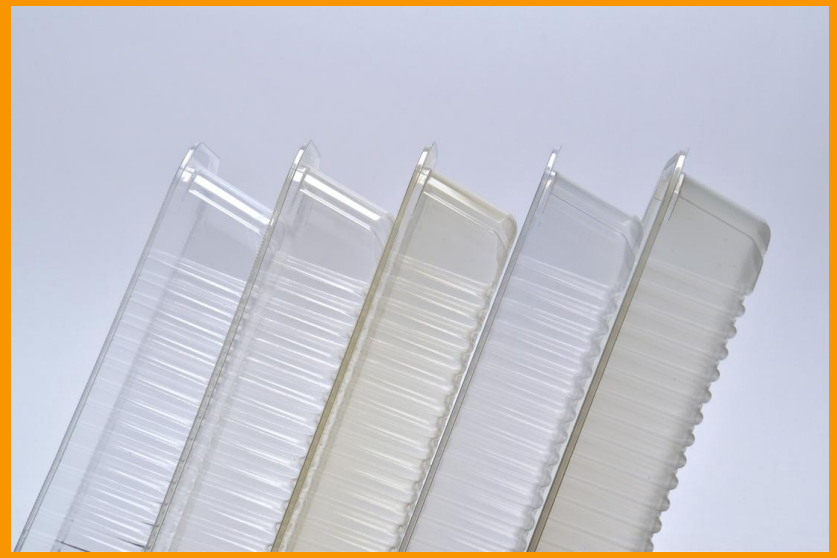
CircuTray-UP

Innovative Technologien zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft für PET-Schalen in der Lebensmittel-verpackung

Dr. Martin Schlummer, Fraunhofer Institut IVV

01.10.2026 I KuRT Transferkonferenz, Frankfurt

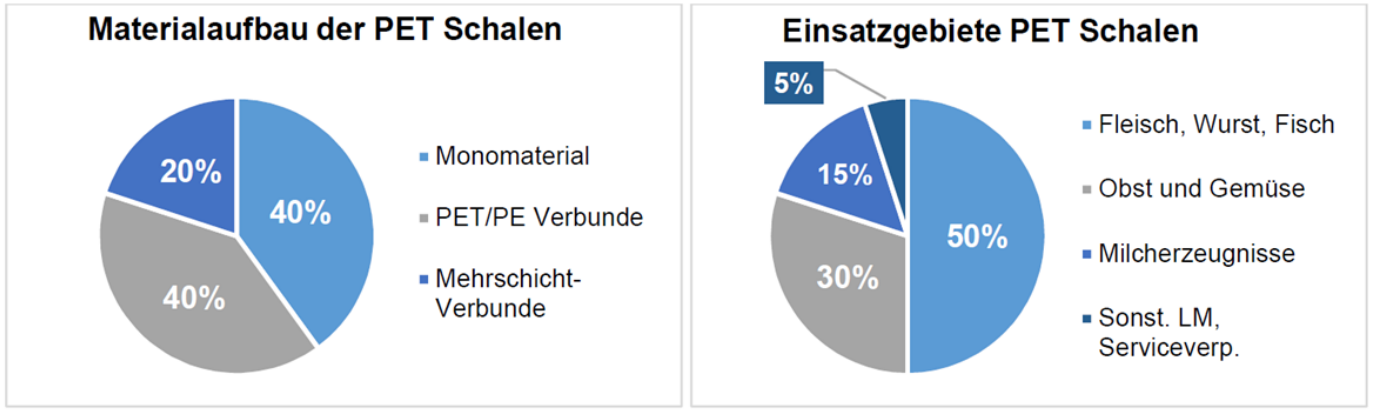


Gefördert durch:
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

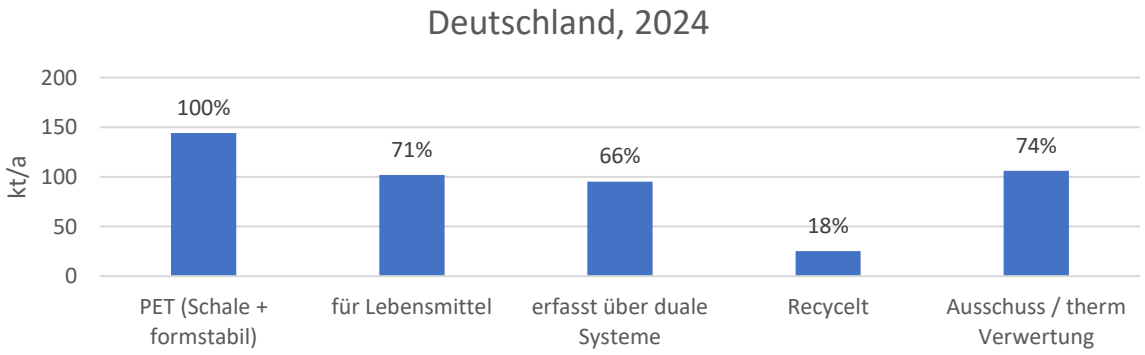
Agenda

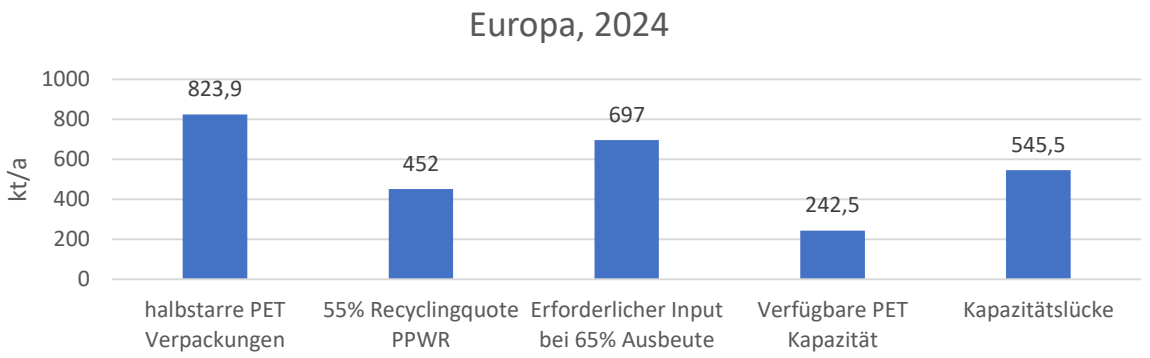
- Ausgangssituation & Zielsetzung
- Verfahrensweise / Vorgehen
- Ergebnisse
- Möglichkeiten des Transfers & Fazit

Ausgangssituation



Anteile von Monomaterial und Mehrschichtverbunden bei PET-Trays. Rechts: Einsatzgebiete von PET-Trays. [Arbeitskreis PET-Trays, Industrievereinigung Kunststoffe, 2020]





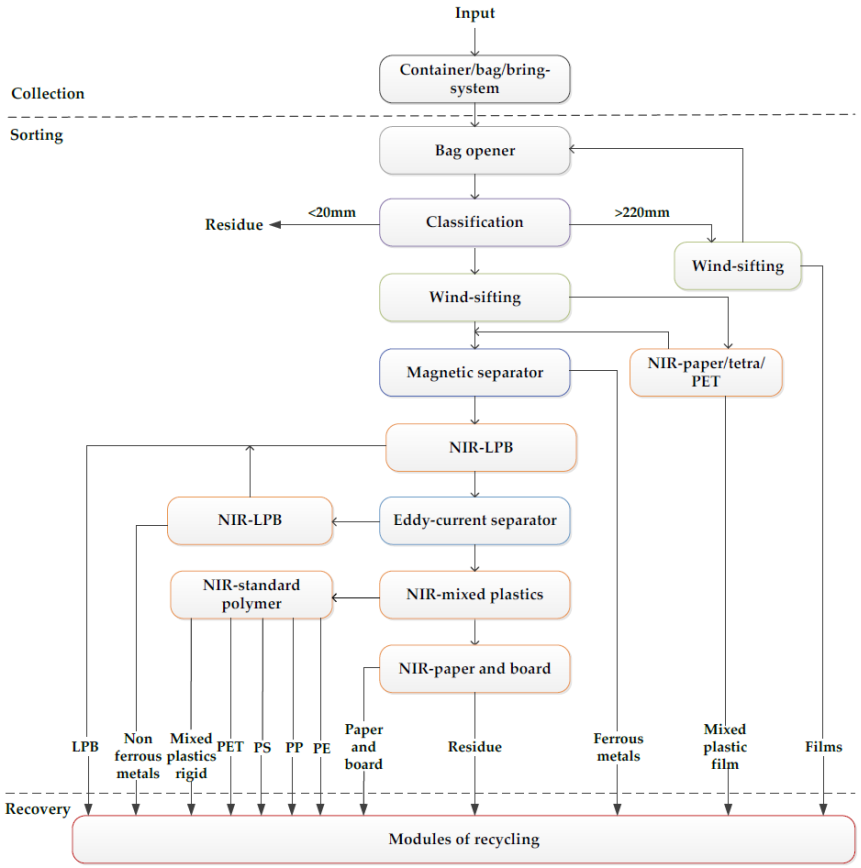
GVM/Institut cyclos-HTP/Fraunhofer IBP, *PET-Schalenrecycling: Status quo, Herausforderungen und Zukunftsszenarien – Phase 1*, 17.07.2026

Besondere Herausforderungen

KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

- Verordnung (EU) 2022/1616 ersetzt die frühere Regelung 282/2008
  - Novel Technology (nicht im Antrag vorgesehen)
- PPWR tritt in Kraft
  - 2030: 55% Recyclingquote, 30% PCR (PET), Recyclingfähigkeit
  - 2035: Recycling at Scale, 2040: 50% PCR
- PET-Recyclingmarkt bricht ein in D/EU
  - Überlebenskampf statt Investitionsbereitschaft
- PET-Sortierung auf Flaschen ausgerichtet
  - Nur 4 von 38 LVP-Sortieranlagen über eine gezielte PET-Thermoform-Sortierung
    → rund 15 % der installierten Sortierkapazität
- Neue Marktteilnehmer (CIRREC, REPETCO, SULAYR)

PET-Tray Sortierung



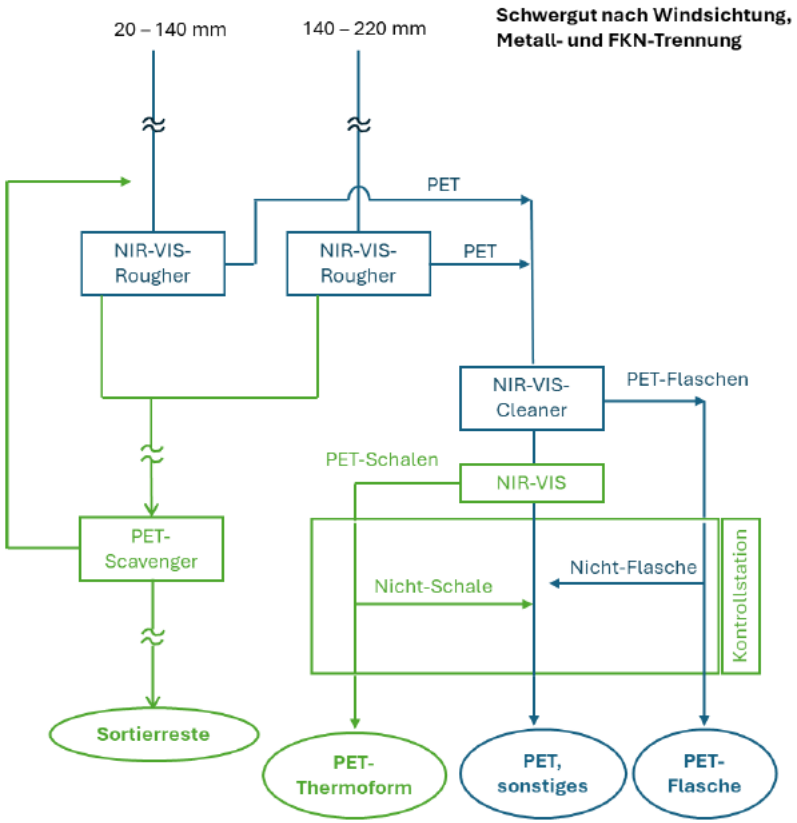


Abbildung 7: PET-Sortierung - Flaschen (in blau) und Zusatz von Thermoforms (in grün) (Quelle CHI/HTP)

Besondere Herausforderungen

	Spezifikation	Land	PET-Schalen	PET-Flaschen	PET allgemein	Verunreinigungen	Bemerkungen, Quelle
SYSTEMSPEZIFIKATION	DSD Spez. 328-6	Deutschland	≥ 90 %	≤ 5 %	-	≤ 9 %	328-6 bei DSD nicht offiziell gelistet (im Gegensatz zu 328-5)
	DSD Spez. 328-5	Deutschland	≥ 75 %	≤ 20 %	-	≤ 17 %	
	Fost Plus PETT	Belgien	≥ 90 %	≤ 6 %	-	≤ 10 %	Tablettenblister ≤ 2 %
	Corepla SELE-VPET/C	Italien	-	≤ 15 %	-	≤ 11,5 %	Multilayer-Verpackungen explizit unter Verunreinigungen gelistet
	KIDV	Niederlande	≥ 80 %	≤ 20 %	-	≤ 6 %	
	ARA/Brantner Nr. 499 "PET sonstige Flaschen"	Österreich	akzeptiert	akzeptiert: "Nicht-Getränke-Flaschen, alle Farben, transparent und durchgefärbt"	-	≤ 5 %	Keine Spezifikation speziell für Trays
	Ecoembes PET	Spanien	-	-	≥ 95.5 %	≤ 4,5 %	Keine Spezifikation speziell für Trays
	APA	Portugal	Trays sind bei der allgemeinen PET-Sammlung ausgeschlossen				Keine Spezifikation speziell für Trays
ANLAGEN	Cirrec Eingangsspezifikation	-	**≥ 95 %**	≤ 5 %	-	-	Quelle: Interview
	Sulayr Eingangsspezifikation	-	**≥ 85 %**	≤ 15 %	-	< 5,5 %	Quelle: Interview
	Repetco Eingangsspezifikation	-	**≥ 85 %**	≤ 15 %	≥ 95 %	-	Quelle: Interview

Tabelle 16: Spezifikationen zu „PET, other rigids“ – System- und Anlagenspezifikationen

GVM/Institut cyclos-HTP/Fraunhofer IBP, *PET-Schalenrecycling: Status quo, Herausforderungen und Zukunftsszenarien – Phase 1*, 17.07.2026

Zielstellung

Die Kreislauffähigkeit der PET-Schale zu ermöglichen

Verbesserung der Sortierung und Nachbehandlung

Sortenreine Aufbereitung von PET und Abtrennung von Nicht-PET-Komponenten

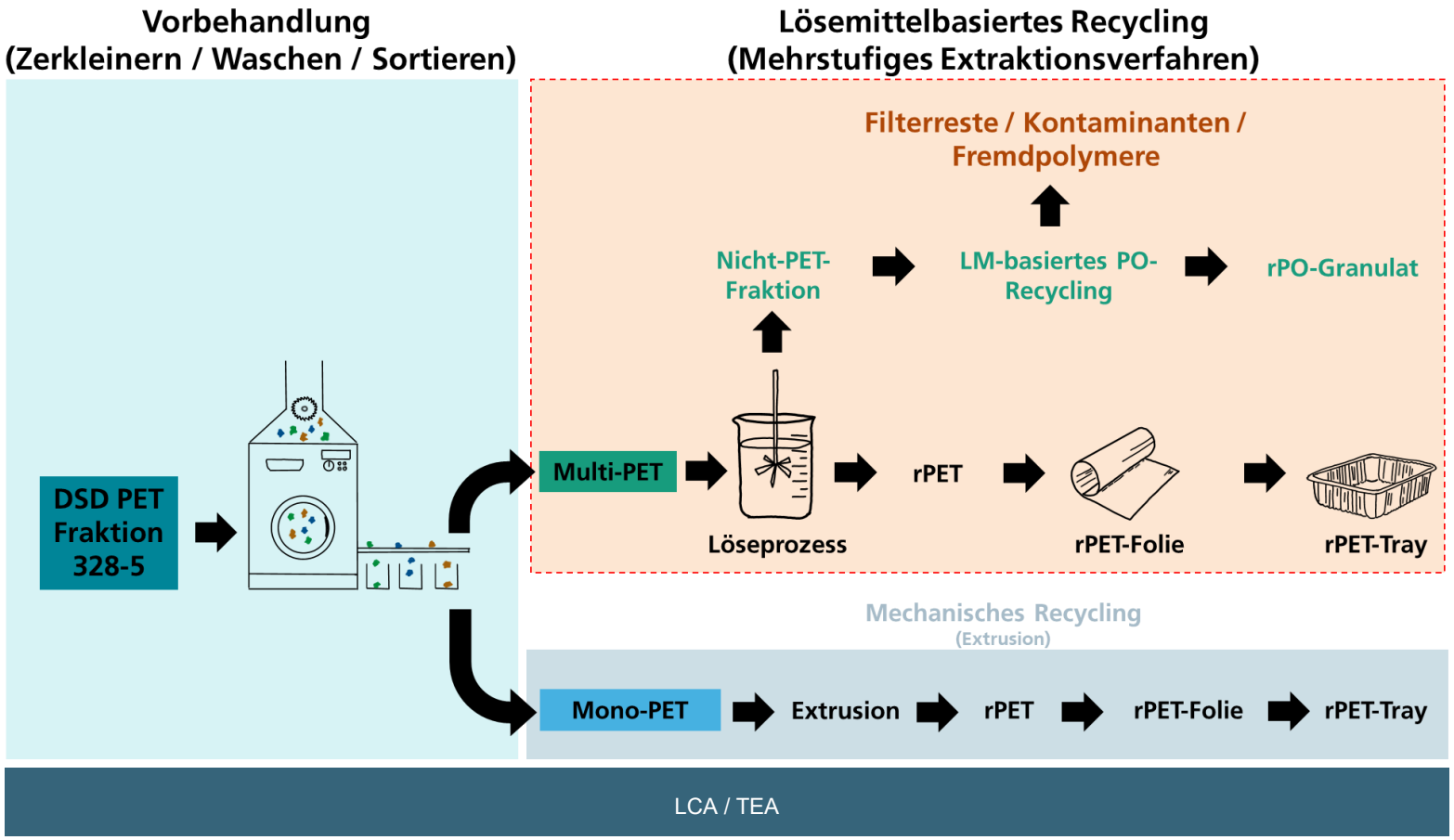
Entwicklung und Produktion einer Verpackung aus Schalen-PET-Rezyklat für Lebensmittel

Vorbereitung der EFSA-Zulassung

Positive Ökobilanzierung

Vermeidung des Phase-Out der PET-Schale vom Verpackungsmarkt

Lösungsansatz



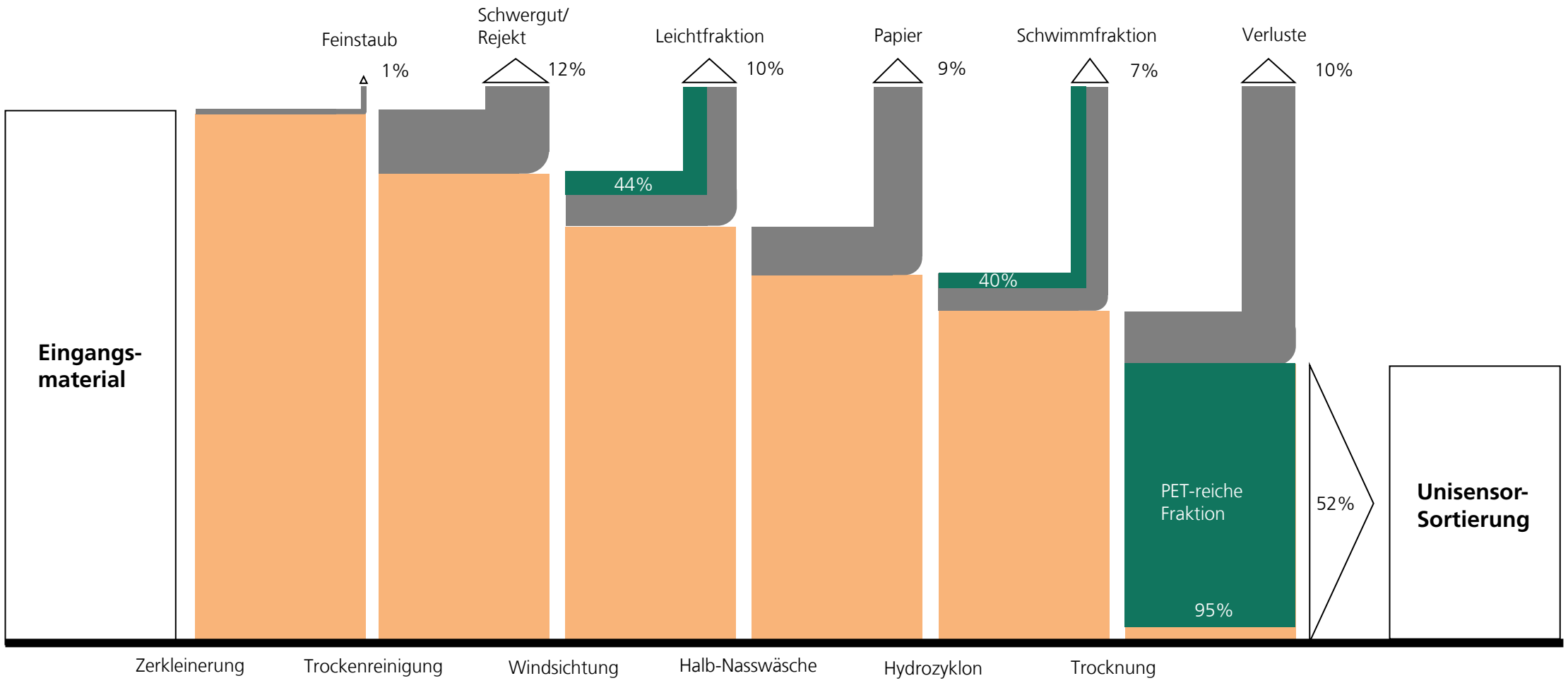
Plan-Änderung

- Kein PET Recycler als Projektpartner
- Proben vom Markt
- Intransparenz
  → Eigene Aufbereitung

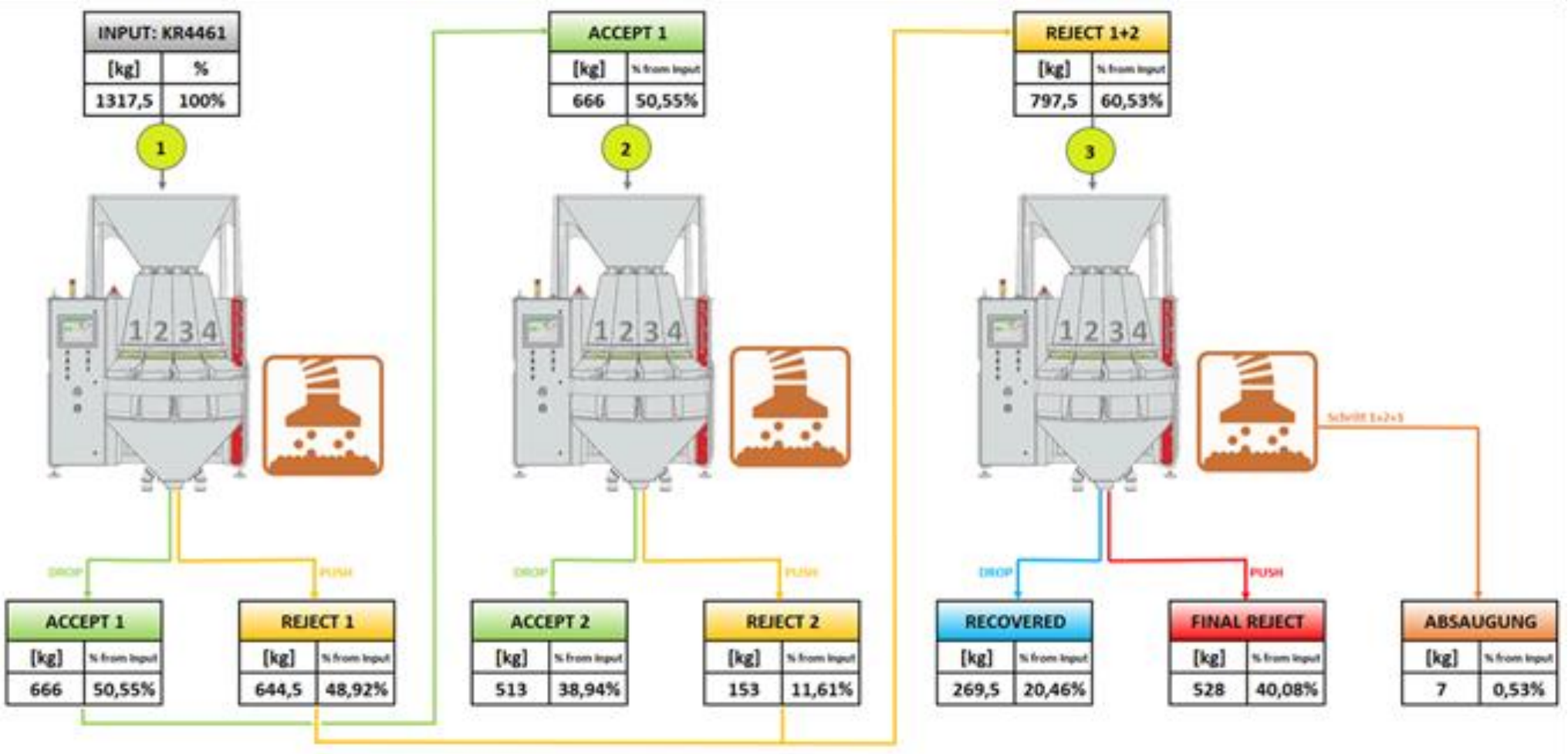
Ergebnisse – Skalierung Pretreatment

KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

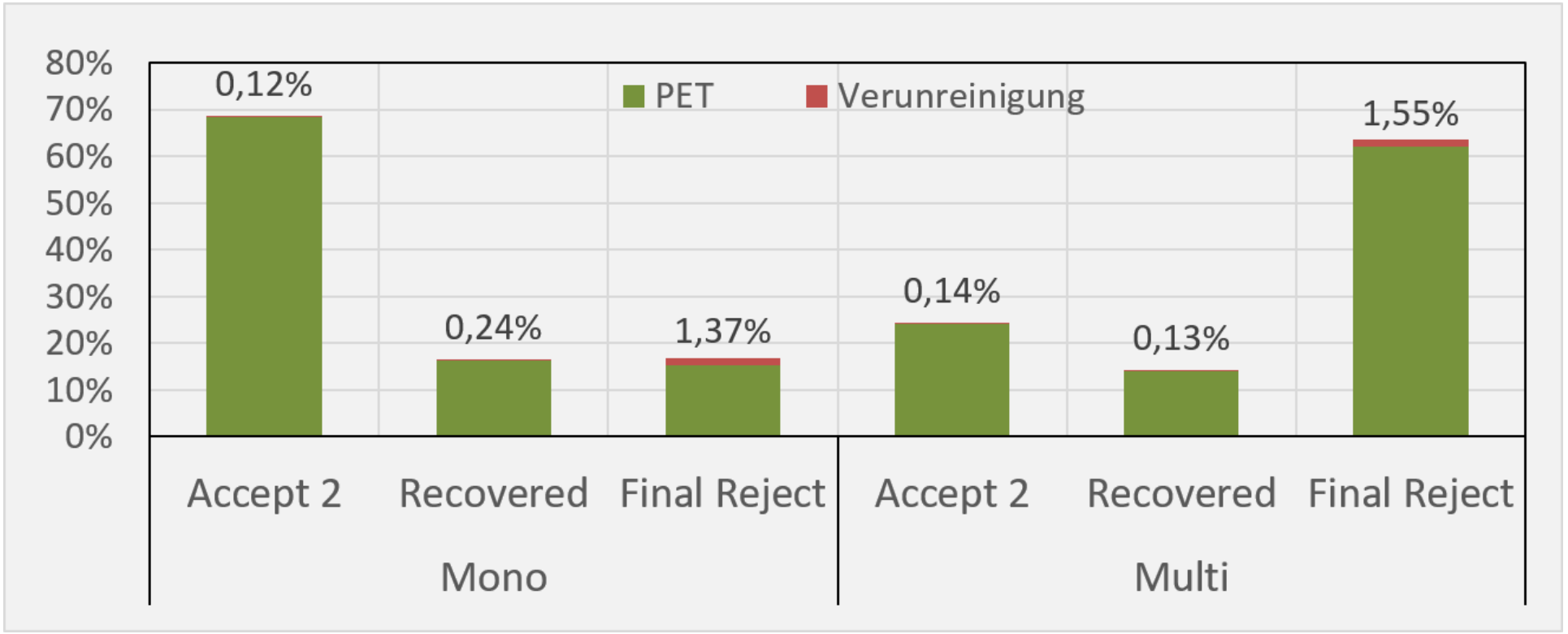
Mechanische Aufbereitung einer 328-5 Fraktion /Unisensor



Ergebnisse – Unisensor/IVV Sortierung



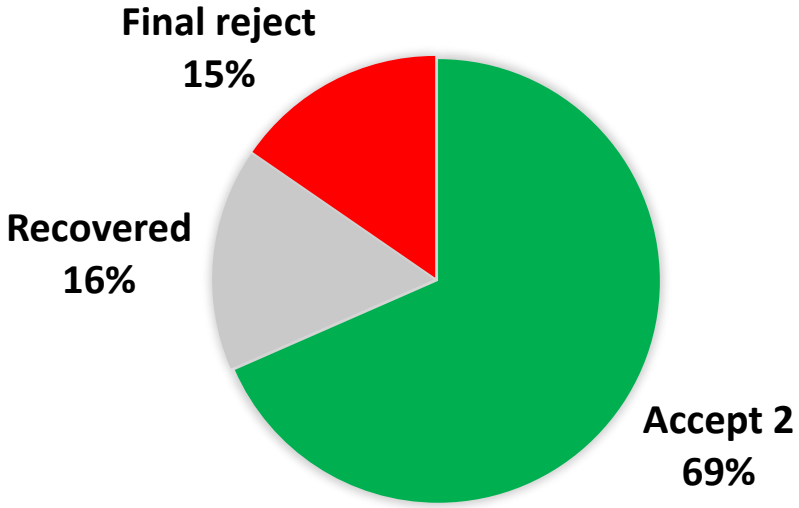
Ergebnisse – Unisensor/IVV Sortierung

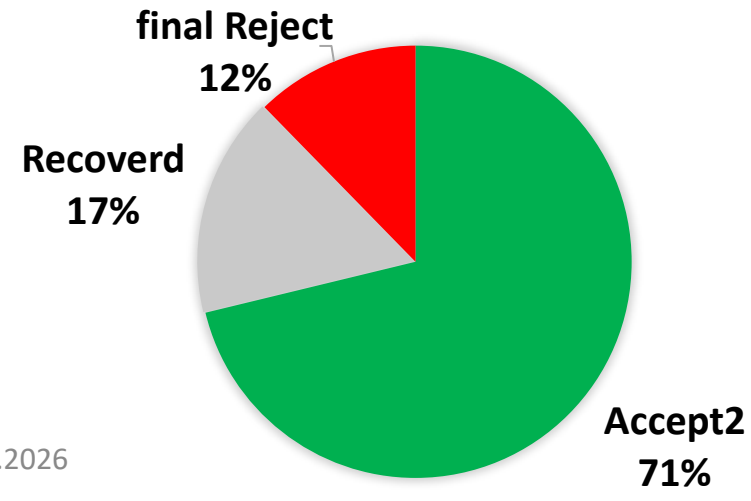


Bewertung nach mechanischer Aufbereitung

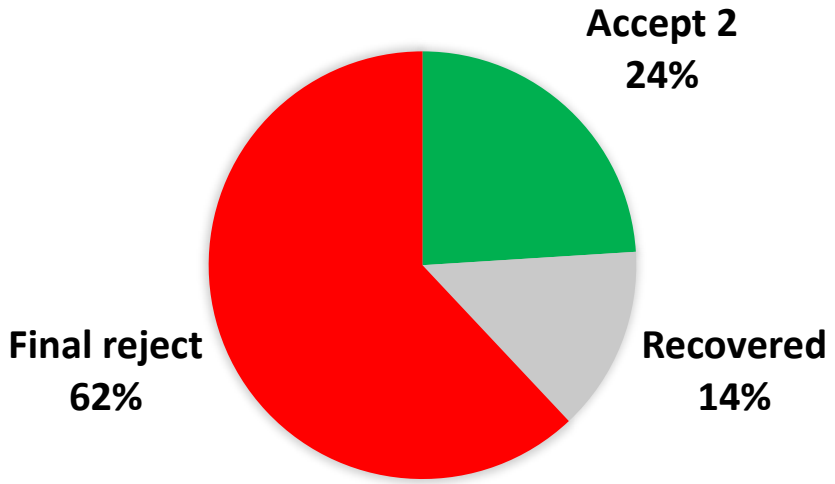
KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

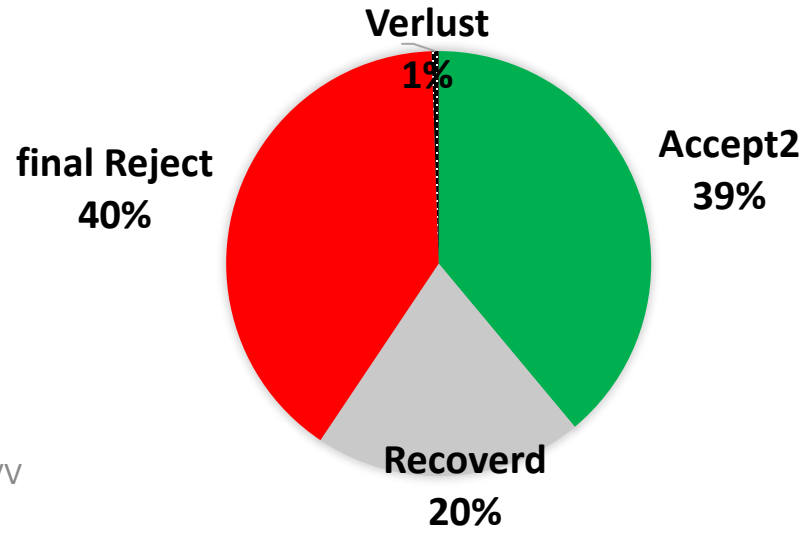
MONO - PET





MULTI - PET

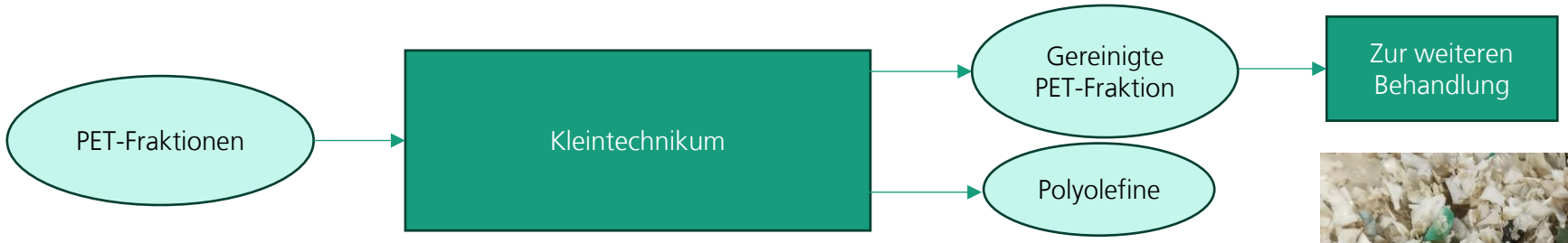




Multi-PET: Ablöseverfahren, IVV Kleintechnikum

KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

Musterproduktion im kleintechnischen Maßstab

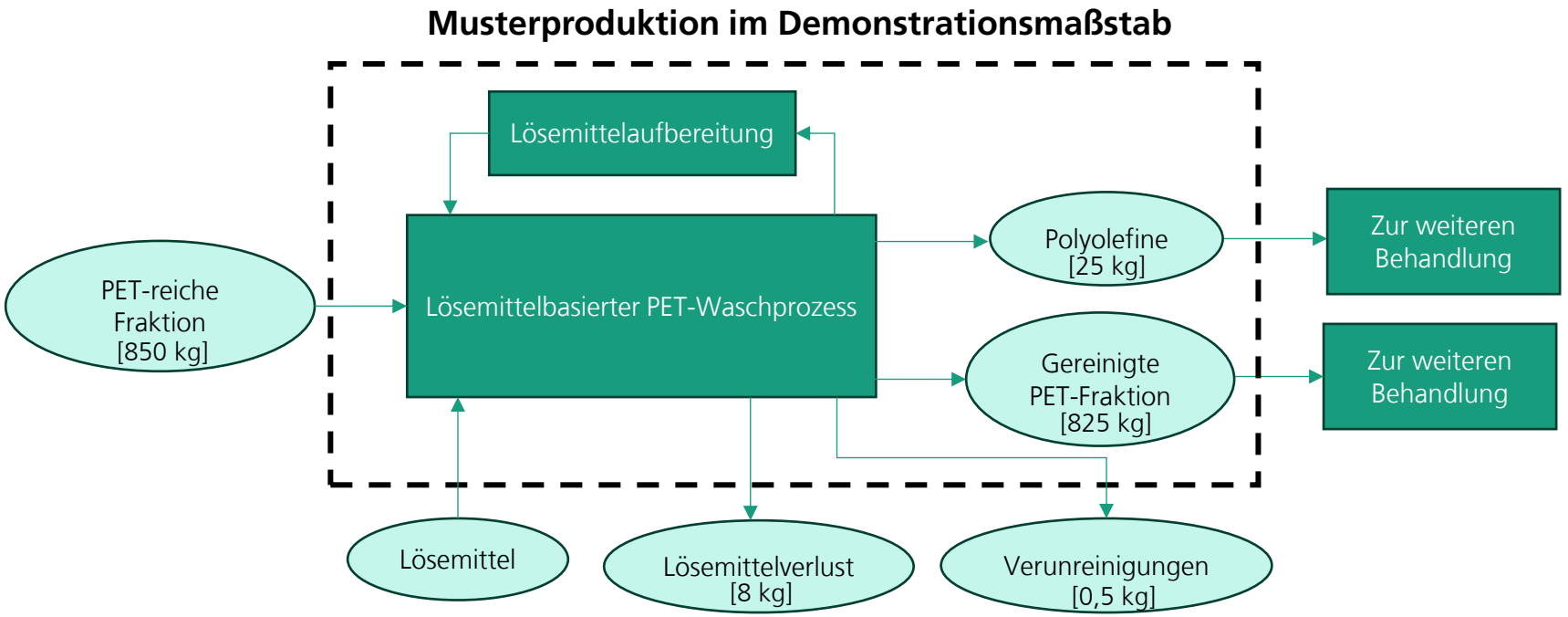


- Verarbeitung von 6 PET-Inputströmen im Kleintechnikum des IVV
- Polyolefine und Verunreinigungen gesammelt und separat ausgeschleust
- Molmassenabbau des PET
- Fremdmaterial (Alupartikel) in gereinigter PET-Fraktion feststellbar
- Evtl. Nachreinigung notwendig

Alupartikel in gereinigter PET-Fraktion

Multi-PET: LÖMI Demonstrationsanlage

KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien



Gereinigte PET-Fraktion aus der Musterproduktion

- Erfolgreiche Skalierung des Prozesses: Herstellung von 845 kg gereinigten PET-Flakes (1 Spülbatch + 7 Produktionsbatches)
- Polyolefine und Verunreinigungen gesammelt und separat ausgeschleust
- Energiebedarfe und Massenbilanzen aus Batchbetrieb → für LCA / TEA im skalierten Industriemaßstab
- Starke Verunreinigungen im Input, PE-Lösung führt nicht zu ausreichender Qualität, weitere Reinigung notwendig

Design from Recycling

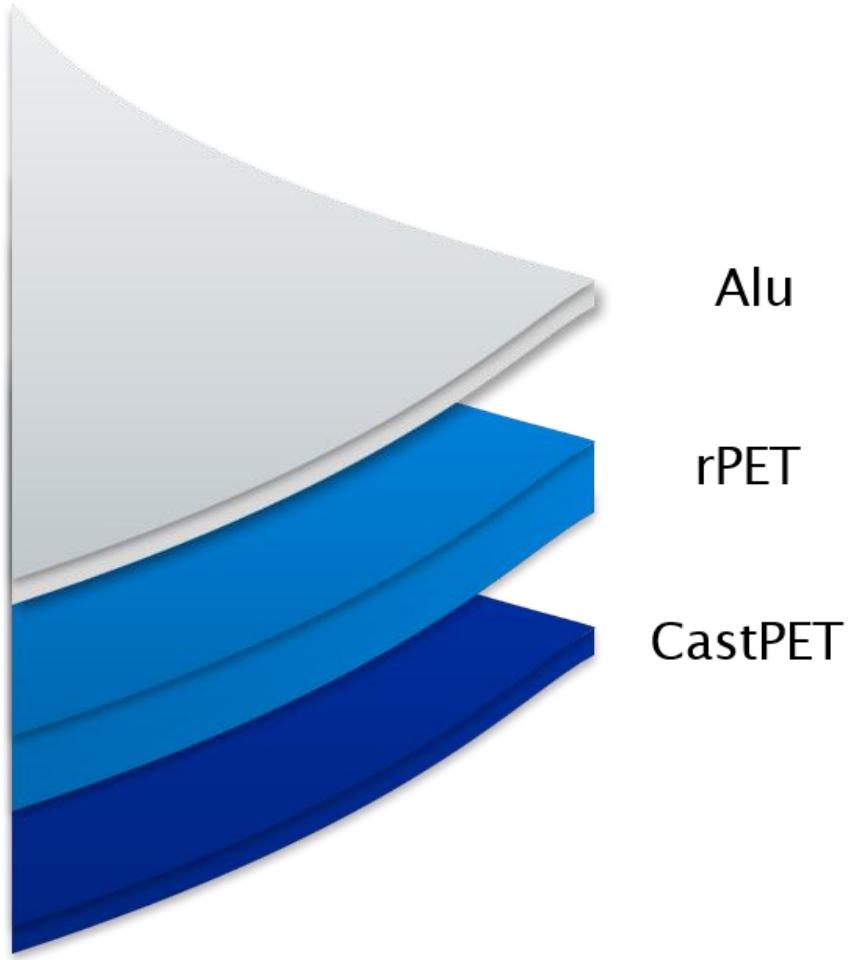
KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

	Bottle Flakes	Tray Flakes
Reinheit	Hoch (in der Regel klare PET-Flakes)	Mittel bis gering, stark variierend (oft Verunreinigungen durch Fremdstoffe oder Farben)
Materialfarbe	Meist klar oder leicht gefärbt	Stark variierend, teils stark farbig
Fremdpolymer	Gelegentlich	Häufig (z. B. PP, PE oder EVOH in Multilayern)
iV-Wert (intrinsische Viskosität; je geringer, desto höher die Bruchgefahr)	Hoch (typisch zwischen 0,78–0,84 dL/g)	Mittel bis niedrig (stark variierend, oft <0,75 dL/g)
Staubanteil	Niedrig (wenig Abrieb beim Recyclingprozess)	Hoch (mehr Abrieb durch sprödes Material)
Haze (Trübheit)	Niedrig (klar und hochwertig)	Stark variierend (stärker trüb aufgrund von hohen Anteil Fremdstoffen)
Stippen	Gelegentlich (abhängig von Reinheit)	Häufig (Abhängig von Staub- und Fremdstoffanteilen)
Sensorik (Geruch/ Geschmack)	Neutral (geringer Eigengeruch)	Neutral bis mittel (Querkontamination und Füllgüter kritischer)

Design from Recycling

Konzept Folienaufbau

- Migrationsbarriere Cast PET
- ABA vs Alu/B/A
- Hoher PCR-Anteil
  (400/500/600 µm PCR) + 30 µm Cast
- Durchsatz: 400 kg/h



Rezyklateinsatz in Lebensmittel-Trays

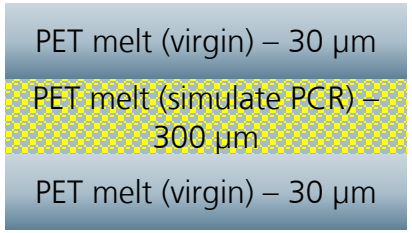
KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

- Fünf Ansätze als funktionelle Barriere gegen chemische Migration
- Prüfung der funktionellen Barriere mit dotierten Folien (Challenge Test) – Toluol, Chlorbenzol, Phenylcyclohexan, Benzophenon, Methylstearat
- Migrationskinetik in die Gasphase – 10 Tage bei 60 °C (offizielle Migrationsbedingungen für die Langzeitlagerung einschließlich Heißabfüllung) – 40 Messpunkte/min
- Oberfläche der Schale ca. 300 cm², Volumen ca. 400 ml

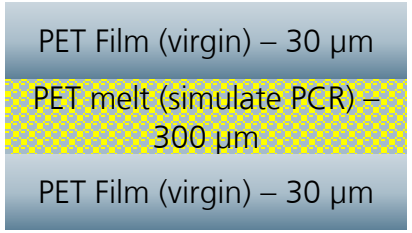
Tested structures: Trays from contaminated films

Reference film

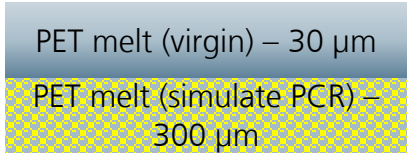
Co-extruded film



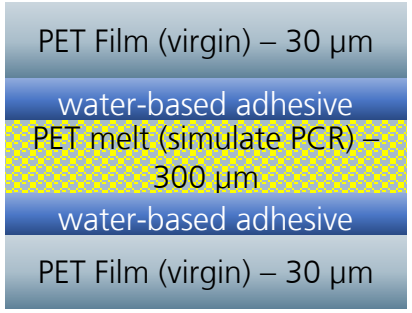
Extrusion laminated film



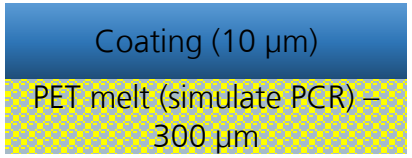
Extrusion coated film



Adhesive laminated film



Film coated with migration barrier lacquer



Ergebnisse

KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

Barriere factors	co-extruded	extrusion laminated	extrusion coated	adhesion laminated	barrier lacquer
Toluene	4.6	6.5	26	58	1240
Chlorobenzene	4.1	5.2	20	42	893
Phenyl cyclohexane	5.9	30	>590	artefacts	>590
Benzophenone	8.2	36	194	106	206
Methyl stearate	38	>2630	>2630	>2630	>2630

Barrierefaktoren verringern die Migration auf dieselbe Weise wie Recyclingprozesse.
Barrierefaktoren lassen sich in Reinigungseffizienz umrechnen!

Ergebnisse

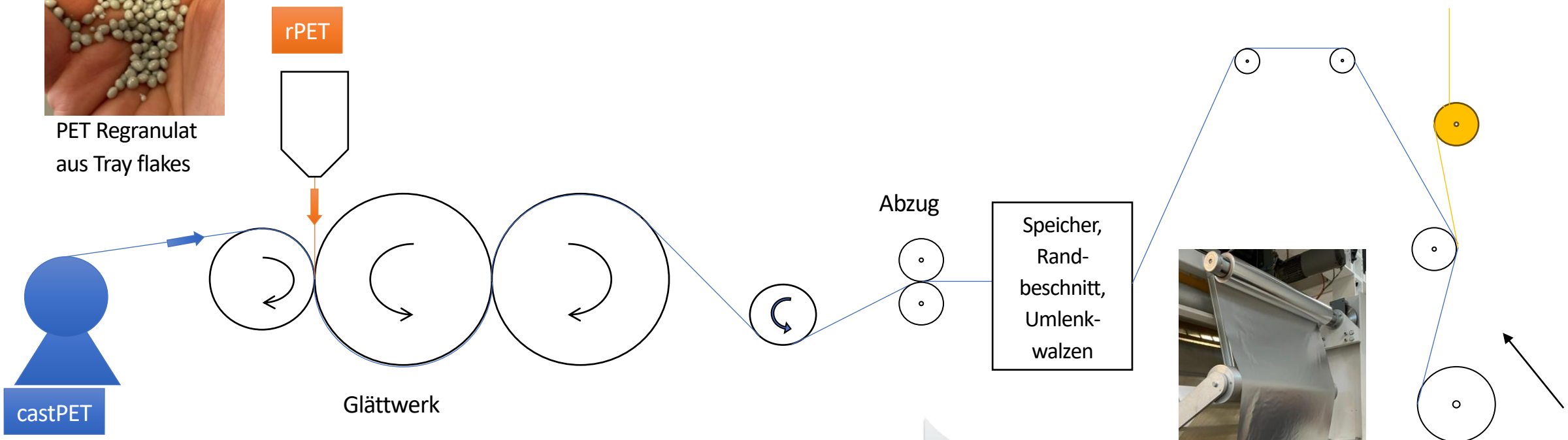
KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

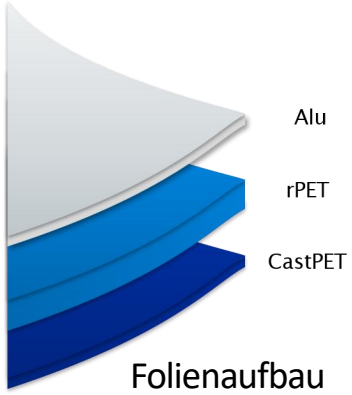
"cleaning efficiencies"	co-extruded	extrusion laminated	extrusion coated	adhesion laminated	barrier lacquer
Toluene	78.3%	84.7%	96.2%	98.3%	99.92%
Chlorobenzene	75.4%	80.7%	95.0%	97.6%	99.89%
Phenyl cyclohexane	83.1%	96.6%	>96.6%	artefacts	>99.83%
Benzophenone	87.7%	97.2%	99.5%	99.1%	99.51%
Methyl stearate	97.3%	>99.96%	>99.96%	>99.96%	>99.96%

Ergebnisse - Verpackungsentwicklung

PET Regranulat
aus Tray flakes

Cast PET 30 µm



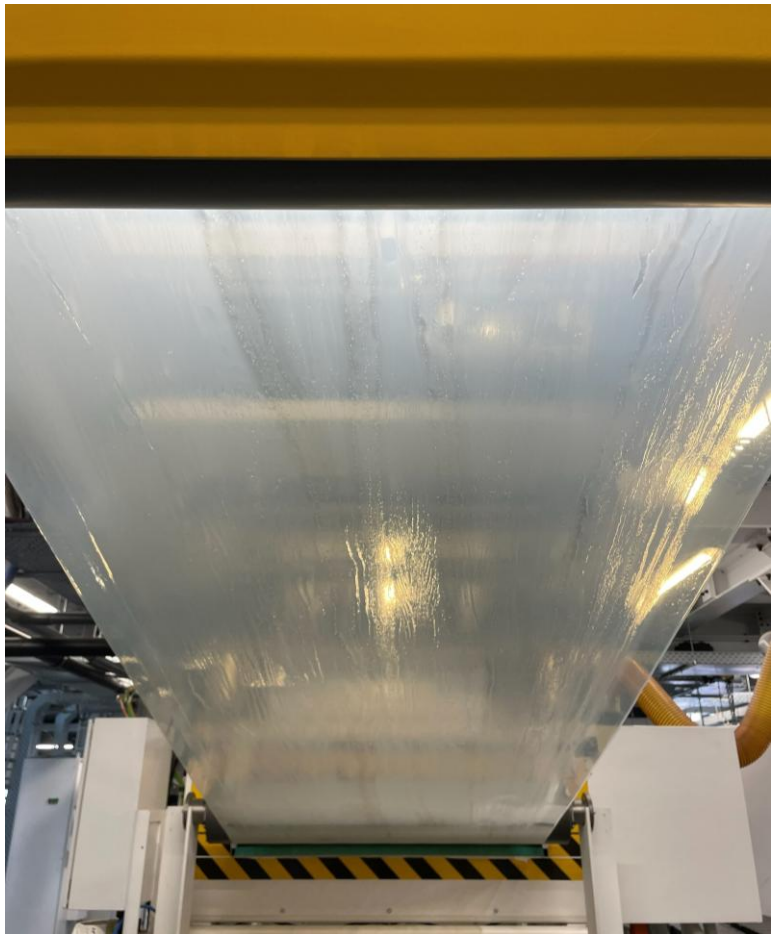


Folienaufbau

Folienentwicklung

KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

Ca. 450 µm Folie, 200 lfm



Ca 550 µm Folie, 100 lfm

ca. 650 µm Folie, 100 lfm

Folienentwicklung

- Folie ohne Cast PET

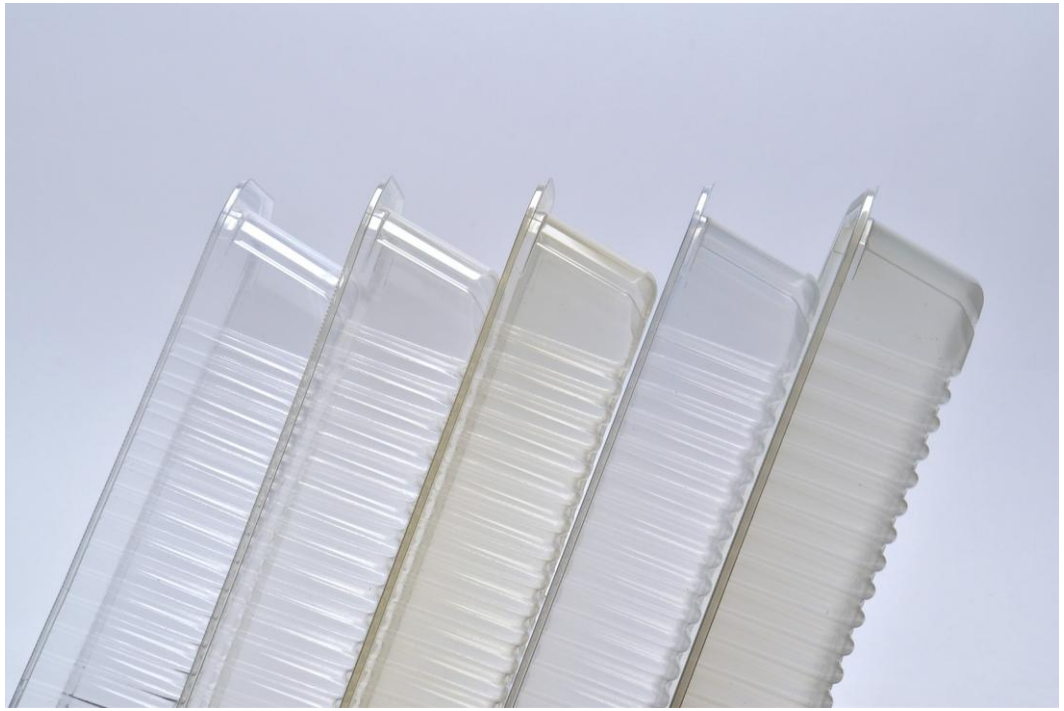
Referenz 1: Folie aus Neuware/Bottle Flakes

- Folie ohne Cast PET

Referenz 2: Folie aus 100% Neuware

- Zulaufen der Alufolie

Tiefziehprozess



Transfer & Fazit

KuRT
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien

Transfer/Fazit

Das Projekt CircuTray-Up liefert wichtige Beiträge zur Kreislaufwirtschaft von PET Trays

- Notwendigkeit einer guten Vorsortierung und Aufbereitung von Mono-PET unter wirtschaftlichen Bedingungen
- Multi-PET Anteil werkstofflich verwertbar
- Ablöseverfahren als Alternative zur Delamination im Wettbewerb
- Lösungsprozess als Alternative für stark verunreinigte Fraktionen
- Foliendesign mit Migrationsbarriere
- Datensatz für Novel Technology Anmeldung bei EFSA.

Ausblick

Rezyklingkapazitätslücke für PET Trays

- Investitionen notwendig, um Kapazitäten für Trays zu schaffen (Sortierung + Recycling)
  → Marktpotential der FuE Ergebnisse
- PCR hat Auswirkung auf Transparenz der Trays → „Colour of the day“
  → Kreislaufwirtschaft nutzen in Design/Marketing

Vielen Dank

Dr. Martin Schlummer
Fraunhofer Institut IVV
Giggenhauser Str. 35, Freising
martin.schlummer@ivv.fraunhofer.de
+49 8161 491-750
https://bmftr-kurt.de/Projekte/CircuTray_UP