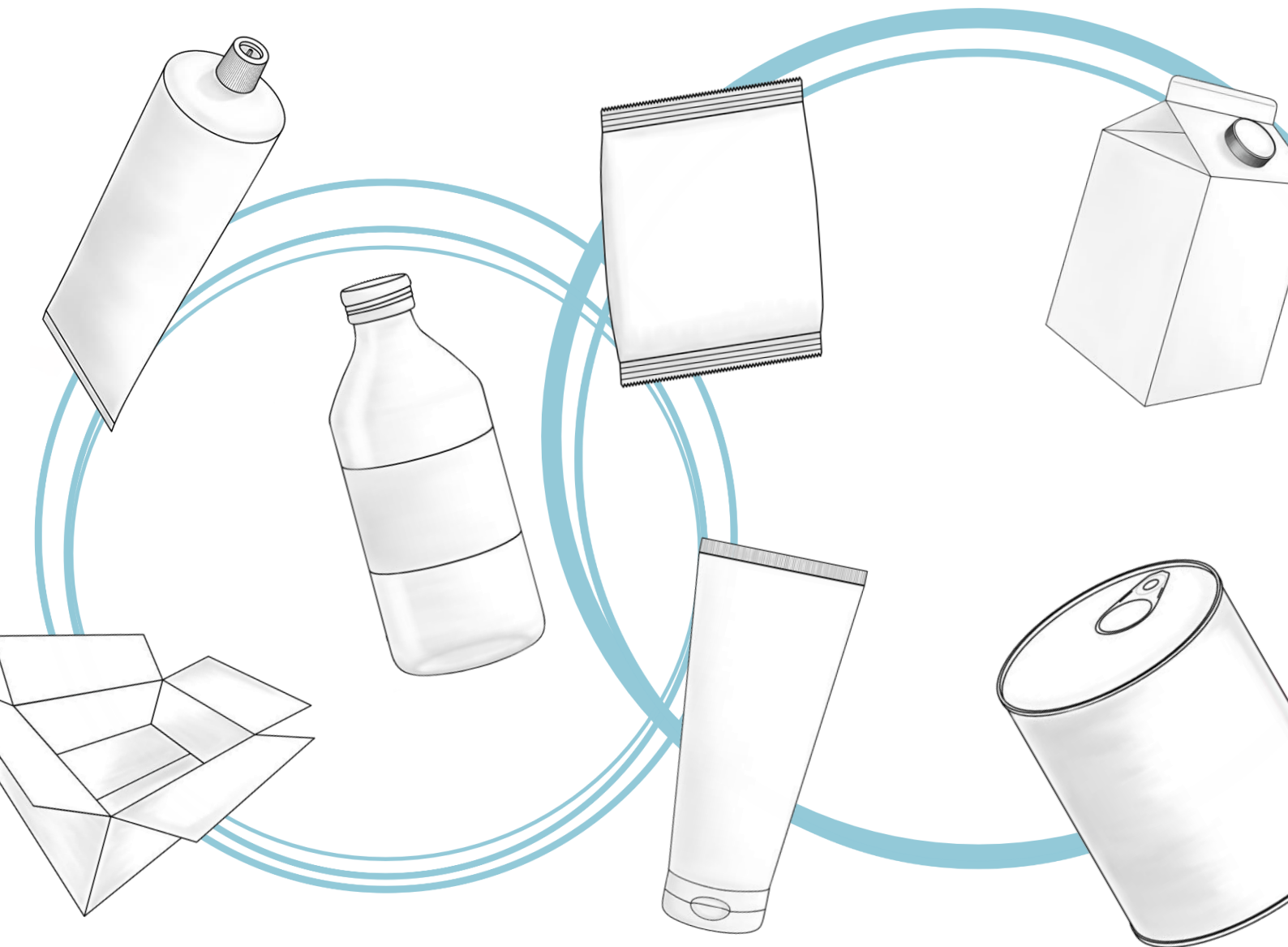


CIRCULAR PACKAGING DESIGN GUIDELINE

EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GESTALTUNG RECYCLINGGERECHTER VERPACKUNGEN

Version 04, Oktober 2021

APPLIED LIFE SCIENCES



In Kooperation mit

Impressum:

Alle Rechte vorbehalten.

Autorinnen: Ulla Gürlich, Veronika Kladnik und Katharina Pavlovic

Kontakt: Katharina Pavlovic, BSc

T: +43 1 6066877-3492

katharina.pavlovic@fh-campuswien.ac.at

Medieninhaber*in und Verleger*in:

FH Campus Wien, Favoritenstraße 226, 1100 Wien, Österreich, www.fh-campuswien.ac.at

Circular Analytics TK GmbH, Otto-Bauer-Gasse 3/13, 1060 Wien, Austria

Herausgeber: FH-Prof.in Dr.in Silvia Apprich und Univ. Doz. Dr. Manfred Tacker

vt@fh-campuswien.ac.at

Wien, im September 2021

„Kooperation, Innovation und
Wissensaustausch!

Die Eckpfeiler einer
grenzüberschreitenden Kreislaufwirtschaft
stärken vor allem in herausfordernden
Zeiten die nachhaltige Zukunft von
Verpackungslösungen!“

Johannes Bergmair, General Secretary World Packaging Organisation (WPO)

INHALTSVERZEICHNIS

ÄNDERUNGSHINWEIS ZUR VORVERSION	3
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	4
DANKSAGUNG	5
KURZBESCHREIBUNG UND GELTUNGSBEREICH	6
GRUNDLAGEN	9
GANZHEITLICHE BETRACHTUNG	10
REGULATORISCHER HINTERGRUND	11
BEWERTUNG RECYCLINGFÄHIGER VERPACKUNGEN	15
NACHHALTIGE VERPACKUNGSGESTALTUNG	17
DESIGNEMPFEHLUNGEN ALLGEMEIN	19
SCHRITTE IM DESIGNPROZESS.....	20
HAUPTKRITERIEN ZUR GESTALTUNG RECYCLINGFÄHIGER VERPACKUNGEN	21
Materialien und Zusätze.....	21
Materialfarbe	21
Druckfarben und Dekoration.....	22
Restentleerbarkeit.....	22
Verschluss und Kleinteile	22
Konsument*innen-Aktion	23
DEFINITION FÜR DIE EINSTUFUNG DER RECYCLINGFÄHIGKEIT	24
DESIGNEMPFEHLUNGEN MATERIALSPEZIFISCH	27
VERPACKUNGEN AUS KUNSTSTOFF	28
Allgemein	28
Polyethylenterephthalat (PET).....	29
Polypropylen (PP)	40
Polyethylen (HDPE, LDPE, LLDPE).....	55
Polystyrol	71
Packhilfsmittel - Empfehlungen im Überblick.....	74
SELTENE UND KOMPOSTIERBARE KUNSTSTOFFE.....	77
VERBUNDMATERIALIEN MIT KUNSTSTOFFANTEIL	78
VERPACKUNGEN AUS PAPIER / PAPPE / KARTON.....	80
VERPACKUNGEN AUS GLAS	84
VERPACKUNGEN AUS WEISSBLECH	86
VERPACKUNGEN AUS ALUMINIUM.....	87
LÄNDERSPEZIFISCHE ERFASSUNGSSTRUKTUR	90
ANHANG	93
UNSER SERVICE	93
BERATUNG UND UNTERSTÜTZUNG	93
GLOSSAR	94
LITERATUR	97
WEITERFÜHRENDE LITERATUR.....	99

ÄNDERUNGSHINWEIS ZUR VORVERSION

Im Rahmen der laufenden Aktualisierungsmaßnahmen wurde die *Circular Packaging Design Guideline* in der Version 03 in den genannten Bereichen überarbeitet bzw. um folgende wesentlichen Inhalte ergänzt:

- Aktualisierung rechtlicher und struktureller Rahmenbedingungen
- Aufteilung der Empfehlungen für Kunststoffverpackungen nach Farbe und Verpackungsart (Hohlkörper/Folien)
- Erweiterung der Empfehlungen für Kunststoffverpackungen: Polystyrol
- Erweiterung der Designempfehlungen für Kunststoffverpackungen: Größe und Packhilfsmittel, sonstige Komponenten
- Empfehlungen zu recyclinggerechten Klebstoffapplikationen und klebstoffrelevanten Themen werden vorerst in einer separaten Arbeitsgruppe (Recycling-Ready Adhesives) überarbeitet.
- Erweiterung der Quellen
- Erweiterung des Glossars

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AA-Blocker	Acetaldehyd Blocker
Al ₂ O ₃	Aluminiumoxid
APET	amorphes Polyethylenterephthalat
APR	The Association of Plastic Recyclers
CaCO ₃	Calciumcarbonat (Kalk)
CEPI	Confederation of European paper industries
CO ₂	Kohlendioxid
CPET	kristallines Polyethylenterephthalat
CPI	Confederation of Paper Industries
EPS	expandiertes Polystyrol
EPBP	The European PET Bottle Platform
ERPC	European Recovered Paper Council
EuPIA	Europäischer Verband der Druckfarbenhersteller
EVA	Ethylenvinylacetat
EVOH	Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer
FPO	Filled Polyolefin
HDPE	High-Density Polyethylene
INGEDE	Internationale Forschungsgemeinschaft Deinking-Technik e. V.
LDPE	Low-Density Polyethylene
LLDPE	Linear Low-Density Polyethylene
MDPE	Medium-Density Polyethylene
MHD	Mindesthaltbarkeitsdatum
NIAS	non-intentionally added substances (unbeabsichtigt eingebrachte Substanzen)
NIR	Nah-Infrarot (Spektrometer)
OPET	Oriented Polyethylenterephthalat
OPP	Oriented Polypropylene
PA	Polyamid
PC	Polycarbonat
PCEP	Polyolefin Circular Economy Platform
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PETG	Polyethylenterephthalat Glycol
PET GAG	Kombination aus PET Folientypen A und G (außen PET-G-Folie, innen PET-A-Folie)
PE-X	vernetztes Polyethylen
PGA	Polyhydroxyessigsäure oder Polyglycolsäure
PLA	Polylactid Acid (Polymilchsäure)
PO	Polyolefin (z.B. Polyethylen, Polypropylen)
POM	Polyoxymethylene
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PTN	Polytrimethylenaphthalat
PVC	Polyvinylchlorid
PVDC	Polyvinylidenchlorid
rPE	recyceltes Polyethylen
rPET	recyceltes Polyethylenterephthalat
rPP	recyceltes Polypropylen
SiO _x	Siliziumoxid
TiO ₂	Titandioxid
TPE	Thermoplastisches Elastomer

DANKSAGUNG

Um Empfehlungen abgeben zu können, wird die Guideline laufend aktualisiert und an Änderungen in der Sammel-, Sortier-, und Recyclingtechnologie sowie Materialentwicklung mithilfe von Partnern der gesamten Wertschöpfungskette angepasst. Die Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie ermöglicht praxisbezogene und anwendbare Empfehlungen. Daher danken wir allen Expert*innen für ihre Vorschläge und Anregungen aus der Praxis.

Besonderer Dank gilt außerdem dem gesamten Team des Fachbereichs Verpackungs- und Ressourcenmanagement (Department Applied Life Sciences) der FH Campus Wien für die Mitwirkung an der Entwicklung der Guideline.

KURZBESCHREIBUNG UND GELTUNGSBEREICH

Verpackung erfüllt eine Vielzahl an essenziellen Aufgaben. Dazu zählen die Schutz-, Lager- und Transportfunktion, ebenso wie die Gebrauchserleichterung und die Information über ihren Inhalt. Diese Leistungen tragen wesentlich zur Nachhaltigkeit bei, denn ohne Verpackung können sensible Produkte beschädigt werden oder Lebensmittelverluste entstehen. Außerdem ist die Produktion des verpackten Gutes in vielen Fällen mit deutlich höheren Umweltwirkungen verbunden als die Produktion der Verpackung selbst. Daher muss nicht nur der nachhaltigen Verpackungsgestaltung, sondern auch dem Produktschutz eine hohe Priorität zugewiesen werden.

Obwohl Verpackungen zu einer nachhaltigeren Wirtschaft beitragen können, sind sie als Verbrauchsgut in der Öffentlichkeit häufig negativ besetzt. Es stehen Probleme wie Littering, Entstehung von Emissionen und Ressourcenverbrauch im Raum. Aus diesen Gründen wurde in den letzten Jahren immer eindringlicher gefordert, Verpackungen nachhaltiger zu gestalten.

Eine nachhaltige Verpackung bietet maximale Funktionalität bei bestmöglichem Produktschutz, verursacht minimale ökologische Auswirkungen und ist möglichst zirkulär. Vor allem die Zirkularität von Verpackungen wird immer dringlicher, da die Europäische Union im Rahmen des Kreislaufwirtschaftspaketes die Reduktion des Ressourceneinsatzes, die Wiederverwendung von Produkten sowie deutlich höhere stoffliche Recyclingquoten fordert und den Einsatz von Recyclingmaterial als Sekundärrohstoff forciert. Besonders im Kunststoffbereich führt dies aktuell zu Herausforderungen. Die Einsatzmöglichkeiten von Rezyklaten hängen primär von den technischen Anforderungen der Anwendungen ab. Für den Wiedereinsatz im Lebensmittelbereich müssen die EFSA-Vorgaben gemäß EU Verordnung Nr. 282/2008 erfüllt werden. In größerem Umfang wird derzeit nur PET-Rezyklat aus Post-Consumer-Abfällen (hauptsächlich Getränkeflaschen) im Lebensmittelbereich eingesetzt. Im Rahmen des Kreislaufwirtschaftspaketes wird außerdem die Reduktion von Lebensmittelabfällen, die Verwendung nicht-toxischer Substanzen sowie der vermehrte Einsatz biobasierter Rohstoffe verfolgt. Die Kreislaufführung von Materialien soll somit die Umwelt schonen sowie Emissionen reduzieren.

Die Erhöhung der stofflichen Recyclingquoten erfordert allerdings ein Neudenken des Designs von Verpackungen, damit diese in Zukunft recyclingfähiger gestaltet werden und dennoch ihre Funktionalität gewährleisten werden kann. Darüber hinaus müssen Märkte für den Einsatz der erzeugten Sekundärrohstoffe geschaffen, sowie der qualitative Ersatz materialidenter Neuware erreicht werden.

Die vorliegende *Circular Packaging Design Guideline* verfolgt das Ziel, Empfehlungen für ein recyclingfähiges Design von Verpackungen für alle Akteur*innen entlang der gesamten Wertschöpfungskette bereitzustellen. Die Empfehlungen beziehen sich hauptsächlich auf Haushaltsverpackungen. Für Gewerbeverpackungen (Volumen > 5 L) können diese auch angewendet werden, um Mindestvoraussetzungen zu prüfen. Jedoch gilt es zu beachten, dass für Gewerbeverpackungen noch unterschiedliche, weitere Sortierschritte eingesetzt werden können, so dass die Recyclingfähigkeit im Einzelfall mittels Sortiersversuche überprüft werden muss.

Diese Guideline wird laufend aktualisiert und an Änderungen in der Sammel-, Sortier- und Recyclingtechnologie sowie an zukünftige Materialentwicklungen angepasst. Der vorliegende Text darf dabei nicht als Hemmnis für Innovationen (z.B. biobasierte Materialien, neuartige Barrieren, uvm.) verstanden werden. Neuartige Technologien können eine Verbesserung der ökologischen Performance zur Folge haben und müssen jeweils gesondert analysiert werden.

Als Basis für die Erstellung der vorliegenden Guideline in der aktuell gültigen Fassung wurden Informationen aus den folgenden Quellen herangezogen:

- Design for Recycling Guidelines (Plastics Recyclers Europe)
- Prüfung und Testierung der Recyclingfähigkeit (cyclos-HTP)
- PET Bottles Design Guidelines (European PET Bottle Platform)
- Recyclability by Design (Recycling of Used Plastics Limited: RECOUP)
- Design for Recycling (Packaging SA)
- APR Design Guide for Plastics Recyclability (The Association of Plastics Recyclers)
- Orientierungshilfe zur Bemessung der Recyclingfähigkeit von systembeteiligungspflichtigen Verpackungen (Stiftung Zentrale Stelle Verpackungsregister)
- KIDV Recycle Check (Netherlands Institute for Sustainable Packaging)
- Recyclingfähigkeit von Verpackungen – Konkretisierung Untersuchungsrahmen und Kriterienkatalog (bifa Umweltinstitut)
- Paper and Board Packaging Recyclability Guidelines (Confederation of Paper Industries, CPI)
- Richtlinien für recyclingorientiertes Produktdesign (RecyClass)
- Recyclability of plastic packaging - Eco-design for improved recycling (Cotrep)
- Quickstart Guide to Designing for Recyclability (APCO)
- Guidelines to facilitate the recycling of packaging (CONAI)
- Design for Recycling – Kunststoffverpackungen recyclinggerecht gestalten (Der Grüne Punkt)
- Design Guide - Reuse and recycling of plastic packaging for private consumers (Network for Circular Plastic Packaging)

Zusätzlich wurden die Inhalte mit einem Expert*innenrat und im Sinne der europäischen Rahmenbedingungen abgestimmt. Diese Guideline kann für Österreich, Deutschland, den Niederlanden sowie für Länder mit ähnlichen abfallwirtschaftlichen Strukturen eingesetzt werden. Dadurch wird das Ziel einer Harmonisierung der Verpackungsausführung angestrebt, um insgesamt die Menge an verwertbarem Material am Markt zu erhöhen. Länderspezifische Gegebenheiten müssen jedoch auch auf nationaler Ebene betrachtet werden. Eine Gegenüberstellung der länderspezifischen Erfassungsstrukturen wird in einem separaten Kapitel gezeigt.

Darüber hinaus steht Produzent*innen von spezifischen Packmitteln die Überprüfung der Recyclingfähigkeit auf Basis simulierter Testverfahren zur Verfügung. Testverfahren wurden beispielsweise für Verpackungen aus PET von der European PET Bottle Platform (EPBP), für Verpackungen aus Polyolefinen von RecyClass und für Verpackungen aus Kunststoff allgemein von der amerikanischen Association of Plastic Recyclers (APR) entwickelt. Ebenso stehen online verschiedene software-gestützte Tools für die Bewertung der Recyclingfähigkeit zur Verfügung, welche als Hilfeleistung für die Gestaltung recyclinggerechter Verpackungen dienen.

Um eine nachhaltige Gestaltung von Verpackungen zu ermöglichen, gilt es, einige wesentliche Merkmale und Grundlagen zu beachten, die zwar nicht den Schwerpunkt dieser Guideline bilden, jedoch für eine ganzheitliche Produktentwicklung beachtet werden müssen.

Innovationen zur Erhöhung der Recyclingfähigkeit

Um eine Erhöhung der Recyclingfähigkeit zu erzielen, benötigt es nicht nur ein „Circular Design“ welches auf aktuelle Strukturen und Technologien angepasst ist, sondern auch laufende Weiterentwicklungen von Sortier-, Trenn- und Recyclingtechniken. Außerdem ist ein Ausbau von Erfassungs- und Verwertungsstrukturen empfehlenswert, um die geplanten Recyclingquoten erreichen zu können. Technische und strukturelle Entwicklungen müssen dabei ineinandergreifen und sich gegenseitig durch Innovationen ergänzen, um einen Fortschritt der Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen.

Aufbau

Die *Circular Packaging Design Guideline* ist wie folgt aufgebaut:



GRUNDLAGEN

GANZHEITLICHE BETRACHTUNG

Der Ansatz einer ganzheitlichen Produktentwicklung im Sinne der Kreislaufwirtschaft, unter Rücksichtnahme auf stoffliche Verwertungsmöglichkeiten, führt zu neuen Herausforderungen im Produktdesign und der Konzipierung von Verpackungen. Aufgrund ihrer vielfältigen Anforderungen müssen Verpackungen eine Vielzahl von Funktionen erfüllen, um bei maximaler Funktionalität und maximalem Produktschutz minimale ökologische Auswirkungen zu verursachen. Um eine Verpackung nachhaltig, das heißt mit einem ökologischen Mehrwert über den gesamten Lebenszyklus, gestalten zu können, gelten vier grundlegende Designprinzipien:

Effektivität

Die Verpackung muss zweckdienlich sein und sowohl für Konsument*innen als auch für das Produkt den besten Mehrwert bieten (z.B. Shelf-Life erhalten). Um die Effektivität bewerten zu können, sind detaillierte Kenntnisse über die Eigenschaften des verpackten Produktes erforderlich. Die Verpackung muss dabei ausreichend gegen schädigende Umweltfaktoren wie mechanische Belastung, Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Licht schützen. Zudem muss die Verpackung den Endkonsument*innen eine bestmögliche Handhabung ermöglichen. Der Einfluss der Verpackung auf den Produktverlust kann empirisch erhoben werden.

Effizienz

Der Einsatz von Rohstoffen, Energie und die Erzeugung von Emissionen und Abfällen muss über den gesamten Lebenszyklus minimiert werden. Das klassische Instrument zur Beurteilung der Effizienz und damit der ökologischen Nachhaltigkeit von Verpackungen ist die Ökobilanz. Dabei werden die Umweltwirkungen des gesamten Lebenszyklus einer Verpackung bilanziert. Der Lebenszyklus beginnt dabei mit der Rohstoffförderung und endet mit der Verwertung der Verpackung. Eine bekannte Kennzahl zur Ermittlung der Klimarelevanz ist die Menge an emittierten CO₂-Äquivalenten über den gesamten Lebensweg einer Verpackung.

Gesundheit und Sicherheit

Die Verpackung muss Gesundheits- und Sicherheitsrisiken für Mensch und Ökosystem während des gesamten Lebenszyklus vermeiden. Für die Zulässigkeit im Lebensmittelkontakt sind entsprechende gesetzliche Vorgaben zu erfüllen und weitere Faktoren wie Letztverbraucher*innensicherheit, Umweltschutz und Fälschungsschutz zu berücksichtigen.

Zirkularität

Die Verpackung muss so gestaltet werden, dass eine möglichst hohe Wiederverwendung und/oder Verwertung der eingesetzten Materialien erreicht wird. Ziel dabei ist eine möglichst lange Lebensdauer, materialidentente Verwertung (Closed-Loop Recycling) oder der Einsatz erneuerbarer Materialien. 'Circular Design' von Verpackungen bezieht sich auf das Prinzip des zirkulären Gestaltens. Produkte sollen so konstruiert und angefertigt werden, dass eingesetzte Rohstoffe nach dem (auch mehrmaligen) Gebrauch in hohem Maße wieder als Sekundärrohstoffe verwertet werden können, die Verpackung wiederverwendet werden kann und/oder aus nachwachsenden Rohstoffen besteht.

REGULATORISCHER HINTERGRUND

‘Design for Recycling‘ von Verpackungen stellt einen Teilbereich von ‘Circular Design‘ dar und beschreibt die Eignung einer Verpackung ein Sortierverfahren korrekt zu durchlaufen sowie in einem Recyclingprozess stofflich verwertet werden zu können.

‘Design from Recycling‘ beschreibt den zweiten Teilaspekt eines zirkulären Ansatzes. Der Schwerpunkt liegt dabei im Einsatz von Recyclingmaterial zur Substitution materialidenter Neuware. Hierfür müssen zum einen Märkte geschaffen werden, welche den Einsatz der gewonnenen Sekundärrohstoffe bei voller Funktionalität ermöglichen. Zum anderen muss vor allem im Einsatz von Closed-Loop Verpackungsdesign (z.B. PET-Getränkeflaschen-Recycling) auf spezifische Materialeigenschaften eingegangen werden, um mögliche Produktionsfehler zu vermeiden.

„Im Fokus stehen dabei die Erhöhung der Recyclingquoten aller Verpackungsmaterialien und die Ausweitung der erweiterten Herstellerverantwortung“.

Vor allem aufgrund der gesetzlichen Vorgaben liegt der Schwerpunkt der ökologischen Nachhaltigkeit der Verpackungsbranche aktuell in der Schließung von Stoff- und Produktkreisläufen. Das im Juli 2018 in Kraft getretene EU Kreislaufwirtschaftspaket (engl.: Circular Economy Package) enthält Vorgaben zur Förderung der europaweiten Kreislaufführung von Rohstoffen. Das Paket führte 2018 zu Abänderungen der EU Verpackungs- und Verpackungsabfallrichtlinie (94/62/EG), in Kombination mit der Deponierichtlinie (1999/31/EG) sowie der übergeordneten Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG). Begleitet wird das Paket durch ein spezifisches Strategiepapier für Kunststoffe (engl.: A European Strategy for Plastics in a Circular Economy, kurz EU Plastics Strategy). Im Fokus stehen dabei die Erhöhung der Recyclingquoten aller Verpackungsmaterialien und die Ausweitung der erweiterten Herstellerverantwortung. Bis 2030 sollten folgende Recyclingquoten erreicht werden: 55 % bei Kunststoffen, 80 % bei Eisenmetallen, 60 % bei Aluminium, 75 % bei Glas und 85 % bei Papier und Karton. Diese sind zur besseren Übersicht in Tabelle 1 (Seite 12) dargestellt. Besonders Produzenten von Kunststoffverpackungen stehen dadurch vor einer großen Herausforderung, da eine Erhöhung der Recyclingquoten von aktuell 22,5 % auf 55 % bis 2030 vorgesehen ist (2018/852/EG zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG). Die neue Einwegkunststoff-Richtlinie (2019/904/EG, engl.: Single Use Plastics Directive) enthält darüber hinaus Vorschriften zu Einwegprodukten, welche gänzlich oder teilweise aus Kunststoff bestehen. Die Richtlinie zielt mitunter auf die Einschränkung der Vermarktung einzelner Kunststoffprodukte ab und verbietet beispielsweise seit 3. Juli 2021 den Einsatz von Trinkhalmen oder Wattestäbchen, da diese im Normalfall nach einmaligem Gebrauch entsorgt werden und keine Wiederverwendung bzw. Recycling erfolgt. Zusätzlich schreibt Artikel 9 der Richtlinie eine getrennte Sammlung von Getränkeflaschen bis zu drei Liter (inklusive deren Verschlüsse) mit einer Quote von 77 % (bis 2025) bzw. 90 % (bis 2029) vor (Tabelle 1). Ebenso dürfen (gemäß Artikel 6) ab dem 3. Juli 2024 nur noch Getränkebehältnisse bis zu drei Liter, die gänzlich oder teilweise aus Kunststoff hergestellt sind, in Verkehr gesetzt werden, wenn deren Verschlüsse oder Deckel an der Verpackung für die Dauer der bestimmungsgemäßen Verwendung anhaftend am Behälter befestigt bleiben (dies gilt auch für Getränkeverbundverpackungen). Somit soll dem hohen Litteringpotenzial, welches solche Verschlüsse aufweisen, entgegengewirkt werden. Zudem werden in der Richtlinie neue Vorgaben zum Rezyklat-Mindestgehalt festgelegt: Für PET-Flaschen gilt ein neuer Mindestgehalt von 25 % bis 2025 und für Kunststoffgetränkeflaschen bis zu

drei Liter von 30 % bis 2030 (siehe unten). Take-away-Verpackungen aus EPS werden gänzlich verboten.

ÜBERSICHT DER RECYCLINGZIELE

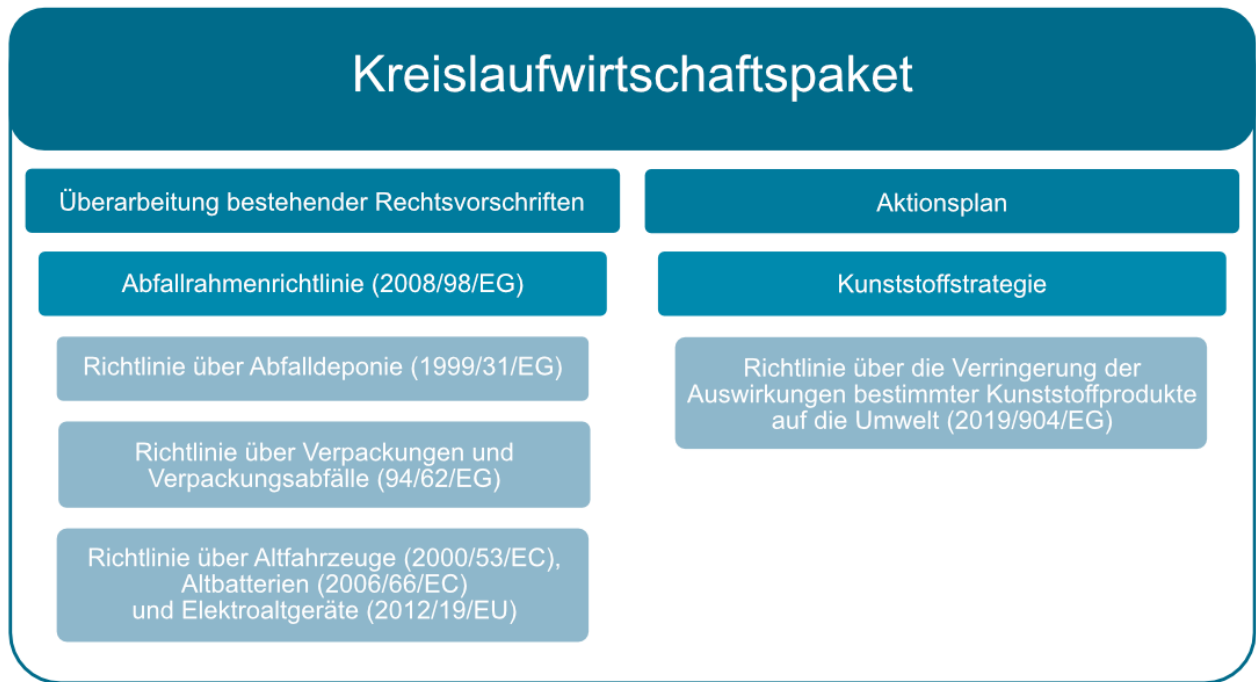
		2025	2030
Recyclingquoten bis 2030 ¹	Kunststoff	50 %	55 %
	Eisenmetalle	70 %	80 %
	Aluminium	50 %	60 %
	Glas	70 %	75 %
	Papier, Karton, Pappe und Wellpappe	75 %	85 %
	Holz	25 %	30 %
Getrennte Sammlung von Getränkeflaschen bis zu 3L ²		77 %	90 %
Mindestrezyklatanteil – PET Flaschen ²		25 %	30 %

¹ Richtlinie (EU) 2018/852 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle

² Richtlinie (EU) 2019/904 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt

Ebenfalls wurden neue Berechnungsvorgaben zur Bestimmung der Recyclingquoten durch die Europäische Kommission festgelegt. Dabei wird für die Recyclingquoten das Gewicht der in einem bestimmten Kalenderjahr angefallenen und recycelten Verpackungsabfälle in Relation zu der in Verkehr gebrachten Menge gesetzt. Die tatsächliche Bestimmung des Gewichts der Verpackungsabfälle, die als recycelt gezählt werden, sollte grundsätzlich an der Stelle erfolgen, an der die Verpackungsabfälle dem Recyclingverfahren zugeführt werden (2018/852/EG zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG, gemäß Artikel 1). Das bedeutet, es handelt sich um die Menge, welche bereits den materialspezifischen Sortierprozess durchlaufen hat und bei dem die Verluste aus Vorbehandlungsschritten berücksichtigt wurden (bei Kunststoffen zählt beispielsweise jenes Material, welches direkt in den Extruder zum Wiederaufschmelzen eingebracht wird). Die Recyclingquote ist daher von der technischen Recyclingfähigkeit zu unterscheiden.

Die folgende Abbildung beschreibt die Schwerpunkte des Kreislaufwirtschaftspaketes im Überblick (Stand August 2020). Ziel des Paketes ist die Verringerung von Abfällen und die Verbesserung der Vorbereitung zur Wiederverwendung sowie des Recyclings.



Mit dem EU Beschluss 2020/2053 über das Eigenmittelsystem der Europäischen Union, der sich an alle EU Mitgliedstaaten richtet, wurde ab 2021 die sogenannte „Plastic tax“ oder Kunststoffsteuer eingeführt. Hierbei müssen die jeweiligen Mitgliedstaaten pro Kilogramm an nicht recycelten Kunststoffverpackungsabfällen einen Betrag von 0,80 € entrichten. Die nationale Umsetzung dieser Kunststoffsteuer obliegt den EU-Mitgliedsstaaten und wird zurzeit in Österreich und Deutschland noch diskutiert.

Abfallhierarchie

Grundlegende Aspekte für eine ganzheitliche Betrachtung der nachhaltigen Verpackungsgestaltung stellt die Abfallhierarchie dar. Die gesetzlichen Vorgaben basieren auf der Priorisierung in unterschiedliche Stufen der Ressourcenschonung.

Insgesamt sind jenen Lösungen Vorrang einzuräumen, die der Vermeidung von Verpackungsabfall dienen, wie z.B. durch Reduktion von Material. Jedoch ist stets die Option zu wählen, welche das beste ökologische Ergebnis über den gesamten Lebenszyklus aufweist. Die Identifikation der ökologisch bestmöglichen Verpackungslösung sollte dabei nur auf Studien basieren, deren Datengrundlage möglichst nicht älter als fünf Jahre ist. Dabei empfiehlt es sich, auch Änderungen regionalspezifischer Sammel- und Verwertungsstrukturen mitzubedenken.



Die vorliegende Guideline befasst sich vorwiegend mit der Recyclingfähigkeit. Die weiteren Aspekte der Abfallhierarchie müssen bei der Verpackungsgestaltung jedoch ebenfalls betrachtet werden.

BEWERTUNG RECYCLINGFÄHIGER VERPACKUNGEN

Eine recyclingfähige Verpackung wird dadurch definiert, dass sie im industriellen Maßstab recycelt werden kann. Dabei ist der aktuelle Stand regional- und nationalspezifischer Sammel- und Verwertungsstrukturen zu beachten. Glas, Papier, Weißblech und Aluminium sind im Allgemeinen gut zu recyceln. Für Kunststoffe stellt sich die Situation differenzierter dar. In Österreich sind beispielsweise PET-Getränkeflaschen recyclingfähig, da es aktuell ein Verwertungssystem gibt, in dem aus PET wieder Verpackungen für den Lebensmittelkontakt und andere materialidenten Neuwaren hergestellt werden können. Ebenfalls recyclingfähig sind PP-Flaschen für Lebensmittel, jedoch kann das recycelte PP aus rechtlichen Gründen nur für Produkte ohne Lebensmittelkontakt, wie beispielsweise Blumentöpfe, Waschmittelverpackungen etc., eingesetzt werden. Es laufen aktuell im Near-Food Sektor Entwicklungsarbeiten, um Recyclingprozesse so zu optimieren (z.B. Geruchsentfernung aus dem Rezyklat), dass der Einsatz von Polyolefin-Rezyklaten (rPP, rPE) zukünftig auch für Kosmetikverpackungen ermöglicht werden kann. Diese Bestrebungen existieren auch bereits für den Food-Bereich.

Generell muss am Ende des Verwertungsprozesses ein Produkt entstehen, welches materialidenten Neuware ersetzen kann. Materialident bedeutet dabei, dass Sekundärmaterial ausreichende Qualitäts- und Sicherheitsstandards erfüllt, um Primärmaterial zu substituieren. Energetische Verwertung und Kompostierung gelten dezidiert nicht als Recycling im Sinne dieser Guideline. Im Bereich des chemischen Recyclings sind aktuell umfangreiche Forschungsarbeiten im Gange (z.B. für Polystyrol und Polyolefine). Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren neue Prozesse umgesetzt werden.

Die Einstufung einer Verpackung als recyclingfähig bezieht sich immer nur auf einen definierten geographischen und zeitlichen Gültigkeitsbereich. Eine in Österreich recyclingfähige PET-Flasche wäre in einem Land ohne entsprechendem Sammel- und Verwertungssystem als „nicht recyclingfähig“ einzustufen. Basis für die Verbesserung der Recyclingfähigkeit bildet die Bewertung der gesamten Verpackung. Hierbei kann die Analyse der Verpackung qualitativ oder quantitativ erfolgen. In der nachfolgenden Tabelle werden die Unterscheidungsmerkmale im Überblick dargestellt.

AKTUELLE METHODEN ZUR BEWERTUNG DER RECYCLINGFÄHIGKEIT

Methode	Beschreibung	Metrik
Quantitativ	Berechnung des Massenanteils einer Verpackung, der nach Durchlaufen des Verwertungsprozesses materialidenten Neuware ersetzen kann	Massenanteil
Qualitativ	fragebogenbasierte Bewertungsmethoden, die Produkteigenschaften wie beispielsweise Materialzusammensetzung, Farbe oder Restentleerbarkeit abfragen	Skala (z.B. A bis F; oder Einteilung in Sehr gut/Gut/Eingeschränkt/Nicht recyclingfähig)

Bei der quantitativen Bewertung müssen Materialverluste durch die Sortier- und Recyclingprozesse miteinberechnet werden. Dazu ist eine umfassende Kenntnis spezifischer Sortier- und Verwertungsverfahren notwendig. Eine qualitative Bewertung erhebt Daten über die Verpackung meist fragebogenbasiert und bewertet die Ausführung zur anschließenden Eingliederung in eine Skala. In einigen Fällen wird auch eine Kombination aus beiden Bewertungsmethoden herangezogen.

Es gilt folgende Terminologie hinsichtlich Sortierfähigkeit und technischer Recyclingfähigkeit:

Sortierfähigkeit

Die Sortierfähigkeit gilt als Grundvoraussetzung der Recyclingfähigkeit. Dabei muss gewährleistet werden, dass materialspezifische, dem Stand der Technik entsprechende Sortiertechniken zur Anwendung kommen. Die Sortierfähigkeit ist einerseits von der Erkennbarkeit und korrekten Identifikation (z.B. Materialerkennung durch spezifisches Nah-Infrarot Spektrum) und andererseits von der Sortierbarkeit der Verpackung (z.B. Ausschleusen mittels Druckluft) abhängig.

Technische Recyclingfähigkeit

Um als recyclingfähig zu gelten, müssen Produkte folgenden Kriterien entsprechen:

- das eingesetzte Material wird durch länderspezifische und regionalspezifische Sammelsysteme erfasst,
- kann nach Stand der Technik in definierte Materialströme sortiert,
- sowie in einem Recyclingprozess nach Stand der Technik verwertet werden
- und die daraus gewonnenen Sekundärrohstoffe haben ein Marktpotenzial, um als Ersatz materialidentener Neuware verwertet werden zu können.

(Definition nach Plastics Recyclers Europe & Association of Plastic Recyclers, 2018)

Die technische Recyclingfähigkeit ist von der tatsächlichen Recyclingquote zu unterscheiden (siehe Kapitel *Regulatorischer Hintergrund*, Absatz Recyclingquote).

NACHHALTIGE VERPACKUNGSGESTALTUNG

Die derzeit am Markt befindlichen Bewertungsverfahren existieren, wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, in unterschiedlichen Auslegungsformen sowie Spezialisierungsgraden. Welches System für die Anwender*innen vorteilhafter ist, muss im Einzelfall entschieden werden. Dabei ist zu beachten, dass aufgrund von möglichen Zielkonflikten (z.B. Recyclingfähigkeit vs. Ressourceneffizienz) eine ganzheitliche Betrachtung für eine nachhaltige Produktentwicklung unumgänglich ist. Beispielsweise kann eine Verpackung optimal recyclingfähig gestaltet werden, wenn auf eine bestimmte Barriere verzichtet wird, dabei entsteht jedoch das Risiko eines frühzeitigen Produktverderbs, was ebenso negative Umweltauswirkungen nach sich zieht.

Resultierend aus der Forschung der FH Campus Wien wurde auf Basis der gesetzlichen Rahmenbedingungen und der vier grundlegenden Designprinzipien (siehe Kapitel *Ganzheitliche Betrachtung*) ein Modell zur holistischen, also ganzheitlichen, Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen entwickelt. Dieses konzentriert sich auf die ökologischen Aspekte der Verpackung und beinhaltet die Recyclingfähigkeit als wichtigen Teil in der Kategorie „Zirkularität“.

Modell zur holistischen Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen



Produktschutz

Die wichtigste Aufgabe einer Verpackung ist es, ausreichend Produktschutz zu gewährleisten. Das Produkt muss etwa vor mechanischen Einflüssen (z.B. Stößen, Schlägen, Deformationen) und vor nicht-mechanischen Einflüssen (z.B. Sauerstoff, Luftfeuchtigkeit) bestmöglich geschützt werden. Zudem sollte das Migrationsrisiko von Verpackungsbestandteilen auf einem Minimum gehalten werden. Zusätzlich soll auch die Möglichkeit zur Wiederverschließbarkeit der Verpackung in Betracht gezogen werden, da hierdurch zusätzlicher bzw. verbesserter Produktschutz erreicht werden kann.

Zirkularität (Recyclingfähigkeit)

Zirkuläres Verpackungsdesign zielt auf eine lange Lebensdauer, eine materialidentente Verwertung (Closed-Loop Recycling) und / oder den Einsatz von erneuerbaren Materialien ab. Der Schwerpunkt der ökologischen Nachhaltigkeit liegt auf der Kreislaufführung, also der Schließung von Rohstoff- und Produktkreisläufen. Wichtige Kriterien, um die Zirkularität einer Verpackung zu bewerten, sind die Recyclingfähigkeit, aktuelle Recyclingquoten, der Rezyklatgehalt und der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen. Es gilt jedoch auch, die Wiederverwendbarkeit (Mehrweg) und die Konsument*innen-Einbindung (Hinweise zur Entsorgung und Trennbarkeit) zu berücksichtigen.

Umwelt

Grundsätzlich lässt sich zwischen direkten Umweltauswirkungen, welche durch eine Ökobilanz beschrieben werden können (16 Wirkungskategorien gemäß PEF, z.B. Global Warming Potential), und indirekten Umweltauswirkungen unterscheiden. Zu letzteren zählen beispielsweise Produktverluste, welche durch vorzeitigen Produktverderb oder mangelnde Restentleerbarkeit zustande kommen. Die Restentleerbarkeit wird unter anderem auch durch das Verpackungsdesign und die Beschaffenheit bzw. Viskosität des Produkts beeinflusst. Durch den Einsatz zertifizierter Materialien und die Verminderung des Litteringpotenzials durch entsprechendes Verpackungsdesign (z.B. keine abtrennbaren Kleinteile) können die Umweltauswirkungen der Verpackung positiv beeinflusst werden.

Für die ökologische Nachhaltigkeit einer Verpackung sind vor allem die oben genannten Punkte von Relevanz. Aufgrund der vielfältigen Anforderungen, die an Verpackungen gestellt werden, gilt es jedoch zusätzlich weitere Aspekte zu beachten:

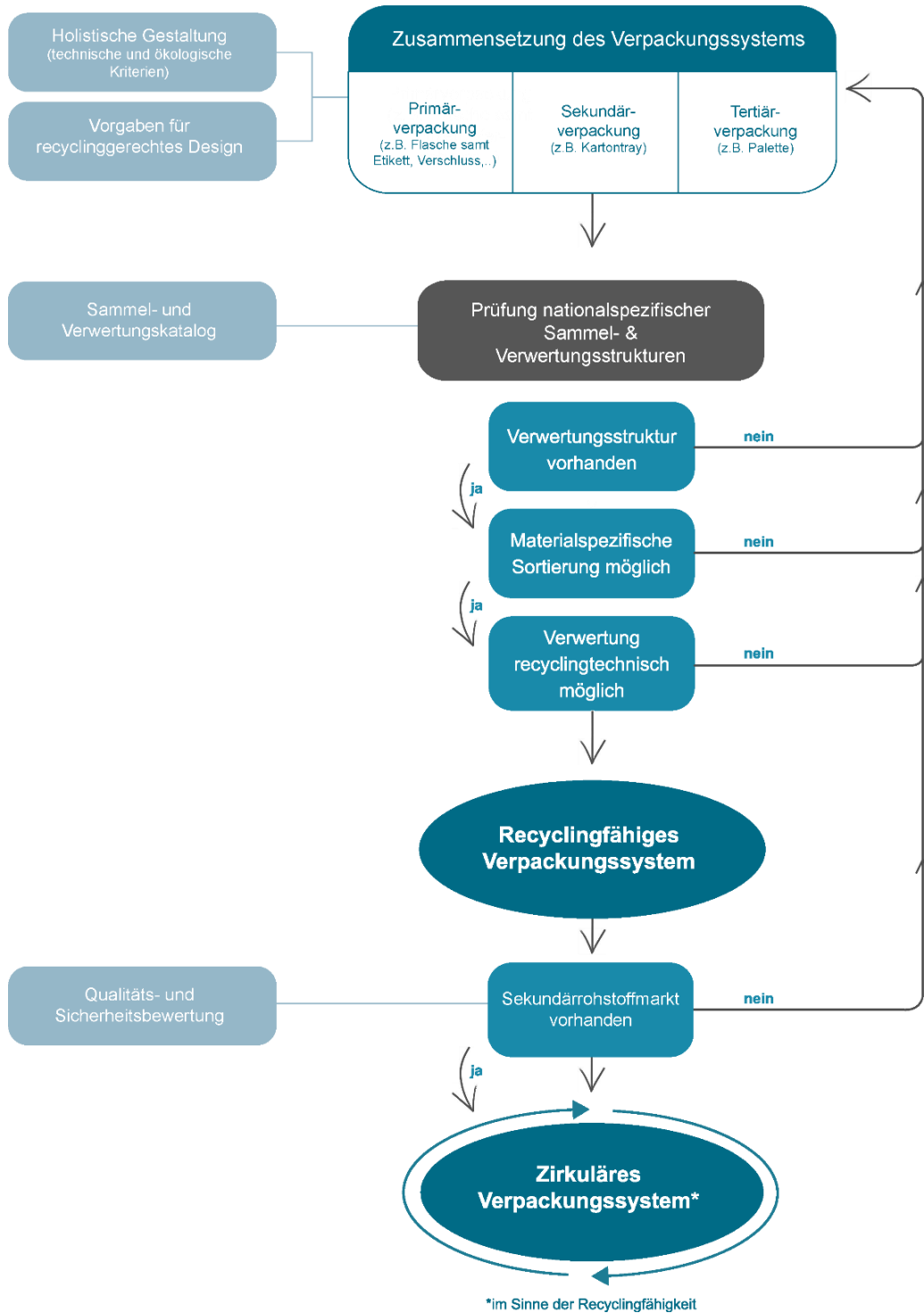
- technische Realisierbarkeit
- Verarbeitbarkeit durch Verpackungsanlagen und -prozesse
- Anwendungsfreundlichkeit für Letztverbraucher*innen
- Information für Letztverbraucher*innen

Nur unter Rücksichtnahme aller relevanten Einflussfaktoren und unter Einbindung der gesamten Supply-Chain kann das Verpackungsdesign zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.

DESIGNEMPFEHLUNGEN ALLGEMEIN

SCHRITTE IM DESIGNPROZESS

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht entscheidende Schritte im Designprozess einer nachhaltigen sowie recyclinggerechten Verpackung (gilt für Einweg- und Mehrwegverpackungen).



Im Sinne der Abfallhierarchie (siehe S.14) gilt es grundsätzlich, zuerst eine größtmögliche Reduktion des Einsatzes von Verpackungsmaterial (Vermeidung) anzustreben bzw. eine Wiederverwendung der Verpackung (Mehrweg) zu ermöglichen. Erst an dritter Stelle der Hierarchie folgt die recyclingfähige Gestaltung der Verpackung (Design for Recycling). Dies bedeutet, dass die Verpackung so gestaltet werden sollte, dass ihre Sammlung, Sortierung und stoffliche Verwertung in hohem Maße ermöglicht werden. Ausschlaggebende Gestaltungskriterien beziehen sich auf das eingesetzte Material und Zusätze, die Material- sowie Druckfarbe, die Dekoration, Verschlüsse und Kleinteile. Auch die Eignung einer Verpackung hinsichtlich Restentleerung sowie einer korrekten Sortierung und Trennung durch Letztverbraucher*innen sind wesentliche Aspekte. Bei einem nachhaltigen und recyclinggerechten Verpackungsdesign sollten somit folgende grundlegende Empfehlungen beachtet werden:

HAUPTKRITERIEN ZUR GESTALTUNG RECYCLINGFÄHIGER VERPACKUNGEN

MATERIALIEN UND ZUSÄTZE



- Generell gilt, dass das eingesetzte Material möglichst homogen, ohne Zusätze und nach rechtlichen Rahmenbedingungen produziert werden soll.
- Der Einsatz von Monomaterialien oder für das Recycling kompatible Materialkombinationen ist zu bevorzugen.
- Außerdem sind das Vorhandensein von und der Zugang zu regionalen Verwertungsströme essenziell. Aus diesem Grund stellen seltene Materialien ein Problem dar, da sie aufgrund fehlender Infrastruktur häufig keinem Verwertungsstrom zugeführt werden können. Als Beispiele hierfür sind etwa Verpackungen aus PLA oder Polycarbonat zu nennen, für welche derzeit keine geeigneten bzw. ausreichenden Verwertungsstrukturen vorhanden sind.
- Wenn möglich, sollte im Sinne der Kreislaufwirtschaft materialidentenes Recyclingmaterial eingesetzt werden (in Abhängigkeit der produktspezifischen Zulassung und Verfügbarkeit am Markt)
- Additive, die bei Recyclingprozessen zu Qualitätsproblemen im Rezyklat führen (z.B. durch potenziell kontaminierende Abbauprodukte), sollten weitestgehend vermieden werden. Hierzu besteht weiterer Forschungsbedarf.
- Werden unterschiedliche Materialien in einem Mehrschichtverbund miteinander kombiniert, kann ein stoffliches Recycling in vielen Fällen nicht durchgeführt werden (es wird jedoch laufend an neuen Barriere- und auch Verwertungstechniken gearbeitet, welche ebenfalls Berücksichtigung finden müssen).

MATERIALFARBE



- Generell gilt es, die Einfärbung von Packstoffen möglichst zu vermeiden oder gering zu halten. Stark eingefärbte Materialien können bei Papier oder Kunststoff zu Problemen in den Sortierverfahren, oder zu einer Verminderung des Materialwerts des Rezyklates führen. Auch für Verpackungen aus Glas gilt es, Standardfarben zu verwenden
- Zusätzlich können Farbstoffe, welche auf Carbon Black basieren, bei der NIR-Detektion im Kunststoffsortierprozess zu einer Falschklassifizierung des Materials bzw. zu einer Aussortierung führen. Es sind jedoch bereits NIR-detektierbare schwarze und dunkle Farbstoffe erhältlich, welche nicht auf Carbon Black basieren.

DRUCKFARBEN UND DEKORATION



- Die eingesetzten Druckfarben müssen den Vorgaben der EuPIA Ausschlussliste entsprechen.
- Codierungen, welche durch den Abfüller zur Auszeichnung der Chargen-Nr. sowie des MHD vorgenommen werden, sollten, wenn möglich, durch den Einsatz von Lasergravur ersetzt werden, um Kontaminationen durch Lösemittel und dunkle Pigmente zu vermeiden.
- Die Verpackung sollte als Gesamtsystem betrachtet werden und aus möglichst wenig unterschiedlichen Materialien bestehen bzw. aus Materialkombinationen, die leicht trennbar sind.
- Außerdem sollten Klebstoffapplikationen, Sleeves und Etiketten auf das Material der Verpackung sowie auf den gegebenen Sortier- und Recyclingprozess angepasst werden (für weitere materialspezifische Detaillierungen im Bereich der eingesetzten Klebstoffapplikationen besteht Forschungsbedarf).

RESTENTLEERBARKEIT



- Verpackungen sollen so gestaltet werden, dass sie möglichst gut restentleert werden können. Manche Füllgüter, besonders solche mit hoher Viskosität, können eine gute Restentleerung der Verpackung erschweren. Je nach Eigenschaften des Füllgutes können Restinhalte die Recyclingfähigkeit beeinträchtigen. Daher sollte im Verpackungsdesign, besonders bei hochviskosen Füllgütern, auf eine gute Restentleerbarkeit geachtet werden (z.B. durch ein Gebinde, welches auf den Kopf gestellt werden kann).
- Zudem können zu schwere Gebinde mit hohen Restinhalten zu Problemen in der Sortierung führen.

VERSCHLUSS UND KLEINTEILE



- Kleinteile wie Öffnungshilfen oder Verschlüsse sollten in den Wiederverschlussprozess eingebunden sein bzw. sollte ein System eingesetzt werden, welches das gänzliche Ablösen für die Dauer der bestimmungsgemäßen Verwendung durch Letztverbraucher*innen möglichst einschränkt. Dies ist mit der Minimierung des Litteringpotenzials (Eintrag in die Umwelt) und mit der Erfüllung der Richtlinie 2019/904/EG für Getränkebehältnisse (gänzlich oder teilweise aus Kunststoff) begründet. Es können beispielsweise Schraubverschlüsse, welche in den Wiederverschlussprozess integriert sind, oder Stay-On Verschlüsse, welche an der Verpackung anhaften, eingesetzt werden. Die Verbindung sollte bestenfalls mechanisch erfolgen, um ein späteres Ablösen im Sortierprozess zu ermöglichen.
- Ausnahmen bilden hier Verschlüsse wie Siegfelien, welche für den bestimmungsgemäßen Gebrauch abgetrennt werden müssen. Diese sollten gänzlich ablösbar sein und keine Rückstände (Folienreste, Reste von Klebstoffapplikationen, etc.) auf dem Packmittel hinterlassen.
- Wird die Verpackung mittels Klebstoff verschlossen, sollte die Klebstoffapplikation auf die gegebenen Sortier- und Recyclingprozesse angepasst werden (für weitere

materialspezifische Detaillierungen im Bereich der eingesetzten Klebstoffapplikationen besteht Forschungsbedarf).

KONSUMENT*INNEN-AKTION



- Die „richtige“ Trennung der Komponenten sollte prinzipiell nicht von Letztverbraucher*innen (Konsument*innen) abhängig gemacht werden, da deren Verhalten nicht direkt beeinflusst werden kann. Lässt sich das nicht umsetzen, sind Maßnahmen, welche den Letztverbraucher*innen eine richtige Trennung so einfach wie möglich macht, zu ergreifen. Solche Maßnahmen sind etwa gut lesbare Informationen auf der Verpackung, eindeutige Kennzeichnung des Materialtypes sowie sichtbare und einfach zu bedienende Perforationen zum Ablösen der Dekoration. Ist jedoch eine aktive Partizipation der Letztverbraucher*innen vorgesehen bzw. vorausgesetzt (z.B. beim Abtrennen eines Kartonwickels um einen Kunststoffbecher), so muss die korrekte Trennung und Entsorgung der Komponenten durch empirische Erhebungen (z.B. Fallstudie) nachgewiesen und belegt werden.

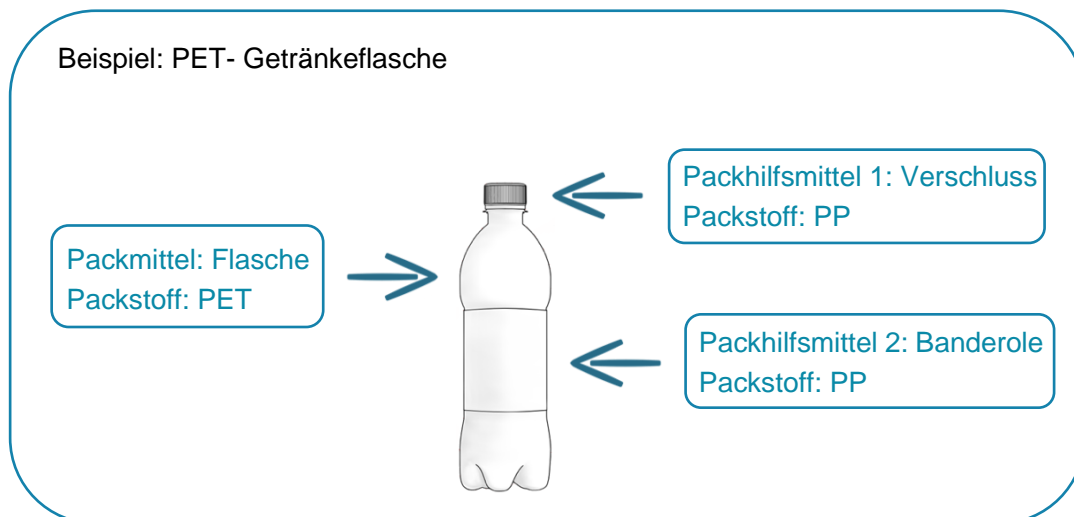
DEFINITION FÜR DIE EINSTUFUNG DER RECYCLINGFÄHIGKEIT

In den nachfolgenden Kapiteln werden Designempfehlungen für Verpackungen gegeben, welche sich primär auf mechanische Recyclingverfahren beziehen. Die Einstufung erfolgt anhand der wichtigsten Materialkombinationen sowie der eingesetzten Verpackungskomponenten hinsichtlich der Eignung für aktuelle, dem Stand der Technik entsprechende, mechanische Recyclingverfahren. Eine vollständige Recyclingfähigkeit liegt dann vor, wenn das nach dem Recycling entstehende Produkt materialidentente Neuware ersetzen kann.

Eine Verpackung besteht in der Regel aus mehreren Komponenten. Diese können in Packmittel und Packhilfsmittel eingeteilt werden und aus unterschiedlichen Packstoffen (Materialien) bestehen. Unter einem Packmittel wird jene Komponente verstanden, welche den Hauptbestandteil der Verpackung bildet und das Packgut (Füllgut) umschließt oder zusammenhält. Dabei kann es sich zum Beispiel um eine Flasche, eine Schale oder einen Beutel handeln. Als Packhilfsmittel werden jene Komponenten bezeichnet, welche ergänzende Funktionen wie Verschließen, Kennzeichnen, Handhaben und Entnehmen ermöglichen. Darunter fallen unter anderem Heftklammern, Siegelfolien, Klebebänder, Etiketten, Banderolen, Sleeves, Verschlüsse, Aufziehbänder und Polstermaterialien. Packmittel und Packhilfsmittel bilden zusammen die Verpackung.

Je nach Funktion der Verpackung, das heißt, ob es sich zum Beispiel um eine Verkaufsverpackung oder Transport-/Umverpackung handelt, unterscheidet man zudem zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiärverpackungen, welche zusammengenommen ein Verpackungssystem bilden (siehe S. 96).

Terminologie und Definition in Anlehnung an DIN 55405:2005-10



Für die Recyclingfähigkeit einer Verpackung gilt es primär zu beachten, wie diese bei der Entsorgung anfällt und in den jeweiligen Verwertungsstrom gelangt. Besonders die Materialkombination spielt dabei eine wesentliche Rolle. Die einzelnen Komponenten (Packmittel und Packhilfsmittel) können entweder noch während des Gebrauchs bzw. nachgelagert in der Sortierung getrennt anfallen, oder zusammenhaftend bleiben. Beispiel: Eine Flasche kann entweder mit anhaftender Banderole und Verschluss entsorgt werden (Entsorgungseinheit = Flasche +

Banderole + Verschluss), oder die Banderole kann im Vorhinein abgetrennt werden (Entsorgungseinheit 1 = Flasche + Verschluss / Entsorgungseinheit 2 = Banderole).

Generell ist es von Vorteil, wenn die Entsorgungseinheit aus einem Materialtyp besteht (Beispiel: Flasche und anhaftender Verschluss bestehen beide aus PP) bzw. wenn sie an die strukturellen Gegebenheiten des Sortier- und Recyclingprozesses angepasst ist (z.B. Flasche und Verschluss bestehen aus unterschiedlichen Materialien, aber eine Dichttrennung ist möglich). Bestimmte Materialkombinationen können auch bei der Erkennung sowie Sortierung zu Problemen und einer Zuordnung zum falschen Materialstrom führen.

Die Recyclingfähigkeit muss somit immer individuell für jede Verpackung und unter Berücksichtigung der Zusammensetzung, der strukturellen Gegebenheiten und des bestimmungsgemäßen Gebrauchs bewertet werden.

Darüber hinaus ist zu unterscheiden, in welchem Ausmaß die einzelnen Verpackungskomponenten den Recyclingprozess beeinflussen, wobei auch die Materialzusammensetzung eines Packstoffes (z.B.: enthaltene Füll- und Farbstoffe, Barrieren etc.) beachtet werden muss. Folgende Einschränkungen können unterschieden werden:

Einschränkung durch einzelne Verpackungskomponenten

Einzelne Komponenten der Verpackung können aus technischen und / oder strukturellen Gründen nicht recycelt werden, haben jedoch keinen negativen Einfluss auf die Recyclingfähigkeit des Packmittels (z.B. abtrennbares Etikett auf PET-Getränkeflasche aus nicht recyclingfähigem Material)

Einschränkung durch mangelhafte Sortierfähigkeit

Bestimmte Ausführungen und Komponenten führen dazu, dass die Verpackung nicht in den vorgesehenen Recyclingstrom aufgenommen und somit nicht recycelt wird. Bei einer Trennung einzelner Komponenten vor der Entsorgung wäre jedoch ein Recycling bestimmter Komponenten möglich (z.B. PET-Getränkeflasche mit vollflächigem OPS-Sleeve).

Einschränkung durch die Konstruktion der Verpackung

Durch die Ausführung der Verpackung können weder die einzelnen Komponenten noch die gesamte Verpackung recycelt werden. Die Verpackung muss grundlegend neu gestaltet werden, um ein Recycling zu ermöglichen (z.B. Verbund aus PET und EVOH)

Wie aufwendig es ist, eine Verpackung recyclingfähiger zu gestalten, hängt auch von der Art der Einschränkung ab.

Strukturelle Einschränkungen durch die jeweiligen länderspezifischen Erfassungsstrukturen werden im Sinne der Circular Design Bestrebungen (möglichst einheitliche Materialströme) berücksichtigt. Es gilt jedoch, auch Verpackungsformen und Materialien zu berücksichtigen, welche derzeit noch geringe Recyclingquoten aufweisen (z.B. kleine PE-Folien), da auch für diese Verpackungen zukünftig Erfassungsstrukturen geschaffen werden können.

Die Einstufung der Recyclingfähigkeit einer Verpackung bezieht sich immer auf die Entsorgungseinheit und kann grob auf Basis folgender Kriterien erfolgen:

Einstufung	
gut recyclingfähig	Die Verpackungskomponente kann dem Stand der Technik entsprechend gesammelt, sortiert und im gegebenen Recyclingprozess stofflich verwertet werden. Es besteht ein Verwertungsstrom im industriellen Maßstab und das daraus gewonnene Rezyklat kann für qualitativ hochwertige bzw. materialidentische Anwendungen eingesetzt werden.
weniger gut recyclingfähig	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Verpackungskomponente ist recyclingfähig, beeinträchtigt jedoch das Rezyklat des Hauptstroms in der Qualität (z.B. Graufärbung durch starke Einfärbung / Bedruckung eines anhaftenden In-Mould-Labels) UND/ODER: 2) Einzelne Verpackungskomponenten werden während des Verwertungsprozesses abgetrennt und nicht recycelt (z.B. Kunststoffetikett/-sleeve auf Glasflasche).
schlecht recyclingfähig	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Verpackungskomponente kann dem Stand der Technik entsprechend in einem mechanischen Recyclingverfahren nicht verwertet werden und / oder es besteht kein Verwertungsstrom. 2) Eine Komponente der Entsorgungseinheit kontaminiert die anderen Komponenten so, dass eine Verwertung nicht mehr möglich ist (z.B. PA-Barriere in PP-Verpackung)








DESIGNEMPFEHLUNGEN MATERIALSPEZIFISCH

VERPACKUNGEN AUS KUNSTSTOFF

Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Materialien im Bereich der Kunststoffverpackungen werden vorweg allgemeine designrelevante Empfehlungen gelistet. Diese gelten für alle Kunststoff-Materialtypen.

ALLGEMEIN

Eine effektive Sammlung, Sortierung sowie das Recycling von Kunststoffverpackungen hängen maßgeblich von folgenden Kriterien ab:

-  Einsatz von möglichst weitverbreiteten Materialien (z.B. Polyolefine, PET)
-  Einsatz neuer Materialien nur dann, wenn Kompatibilität mit vorherrschenden Sammel- und Verwertungsstrukturen besteht
-  Möglichst wenig Zusatzstoffe / Additive im Material
-  Einfache Trennbarkeit der einzelnen Komponenten im Sortier- bzw. Recyclingprozess
-  Farben sollten so wenig wie möglich eingesetzt werden und wenn nötig, lasierend ausgeführt sein
-  Vermeidung von Kleinteilen, welche von Konsument*innen abgetrennt werden können
-  Verwendung sortier- und recyclingfähiger Packhilfsmittel in Abstimmung mit dem Material des Packmittels-(Details siehe Kapitel *Packhilfsmittel Empfehlungen im Überblick*)

POLYETHYLENTEREPHTHALAT (PET)

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

In Österreich, Deutschland und den Niederlanden existieren flächendeckend Sammel- und Verwertungsstrukturen für PET-Hohlkörper. Dabei können aus PET-Rezyklat hochwertige materialidentente Neuprodukte hergestellt werden, bis hin zum Closed-Loop Recycling, welches auch den Einsatz für Lebensmittelkontaktmaterialien zulässt.

PET FLASCHEN – TRANSPARENT UND HELLBLAU

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PET

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	Schlecht
Packmittel	Material	PET		Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. PVC, PS, PLA, PETG
	Größe			< 5 x 5 cm ¹
	Zusätze /Additive		UV-Stabilisatoren; AA-Blocker; optische Aufheller; Sauerstoffabsorber	Nanopartikel; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere	keine Barrierschicht; SiO _x	max. Massenanteil von 5 % PA und keine tie-layers; PGA-Multilayer; PTN-Legierung; Carbon Plasma Coating	EVOH; über 5 % Massenanteil PA; eingebblendete Barrieren
	Farbe	transparent, transparent - hellblau/ hellgrün		Carbon Black-basierte Farben; metallhaltige oder fluoreszierende Farben; andere transparente Farben, opake Farben
Packmittel	Bedruckung ²	EuPIA-konforme Farben; nichtblutende Farben; keine direkte Bedruckung auf dem Packmittel keine PVC-basierten Farben		blutende Farben; umfangreiche direkte Bedruckung auf dem Packmittel; metallhaltige Farben

¹ Im zusammengesetzten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

² Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten, falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	Schlecht
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung	Chargencodierung und Angabe des MHDs können, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck mit anderen Codierungssystemen (z.B. Ink-Jet) erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden.	
Packhilfsmittel - Verschluss	Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PP, PE; Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig EVA oder TPE Liner; Geschäumtes PET (Dichte < 1g/cm ³)	Silikon (Dichte < 0,95 g/cm ³)	Metalle; Duroplaste; nicht vollständig abwaschbare Siegelungen oder Silikone; Glas und Metallfedern bei Pumpsystemen; Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ z.B. POM , PET-G, PVC, PS
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	Material mit einer Dichte < 1 g/cm ³ , z.B. PP, PE, OPP, EPS, geschäumtes PET (LDPET)	Papieretiketten (nassfest); leicht metallisierte Etiketten	geschäumte PETG-Etiketten (auch mit Dichte < 1 g/cm ³); Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. PVC, PS oder PET, PETG, PLA; nicht-nassfeste Papieretiketten; metallisierte Etiketten; nicht abwaschbare oder verschweißte Etiketten
	Etikettenklebstoff ³	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>

³ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ in Bearbeitung.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	Schlecht
	Klebstofffreie Dekoration (Sleeve, Manschette etc.)	Material mit einer Dichte < 1 g/cm ³ , z.B. PP, PE, OPP, EPS, geschäumtes PET (LDPET)		geschäumte PETG-Sleeves (auch mit Dichte <1 g/cm ³); Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. PVC, PS oder PET, PETG, PLA; metallisierte Materialien
	Größenbegrenzung	Dekoration bedeckt < 50 % ⁴ bzw. 70 % ⁵ der Verpackungsoberfläche		großflächige Dekoration (bedeckt > 50 % bzw. > 70 % der Verpackungsoberfläche) ⁶
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	transparentes PET; andere Komponenten (z.B. Henkel) welche zerkleinert und im Schwimm-Sink Verfahren abgetrennt werden können (die eine Dichte < 1 g/cm ³ besitzen)		farbiges PET; Materialien mit einer Dichte >1 g/cm ³ ; nicht abtrennbare oder verschweißte Komponenten

⁴ bei Flaschen mit einer Füllmenge von ≤ 500 ml

⁵ bei Flaschen mit einer Füllmenge von > 500 ml

⁶ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden, um als recyclingfähig zu gelten.

PET FLASCHEN - FARBIG

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PET

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PET		Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. PVC, PS, PLA, PETG
	Größe			< 5 x 5 cm ⁷
	Zusätze /Additive		UV-Stabilisatoren; AA-Blocker; optische Aufheller; Sauerstoffabsorber	PA-Additivierung (PET-A Copolymer); dichteverändernde Stoffe; Nanopartikel; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere ⁸	keine Barrierschicht; Carbon Plasma Coating; SiO _x -Beschichtung; PTN-Legierung	EVOH-Multilayer (max. 3 Gew. % EVOH) und keine Haftvermittler; PGA-Multilayer; max. 6 Gew. % PA und keine tie-layers	EVOH-Multilayer mit mehr als 3 Gew. % EVOH oder mit Haftvermittler; Mehr als 6 Gew. % PA
	Farbe	transparent, helle Farben	transparente, dunkle Farben; opake Farben ⁹	Carbon Black-basierte Farben; metallhaltige oder fluoreszierende Farben
	Bedruckung ¹⁰	EuPIA-konforme Farben; nichtblutende Farben; keine direkte Bedruckung auf dem Packmittel; keine PVC basierten Farben		blutende Farben; metallhaltige Farben; umfangreiche direkte Bedruckung auf dem Packmittel

⁷ Im zusammengepressten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

⁸ Spezialfälle wie PA-MXD6 sind möglich, siehe RecyClass: <https://recyclclass.eu/wp-content/uploads/2021/02/Guideline-PET-bottles-coloured-02.2021-1.pdf>

⁹ Gültig nur in Österreich - in Österreich werden opake PET-Flaschen im Verwertungssystem erfasst (Empfehlung der FH Campus Wien)

¹⁰ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten, falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung	Chargencodierung und Angabe des MHDs können, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck mit anderen Codierungssystemen (z.B. Ink-Jet) erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden.	
	Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PP, HDPE; Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³	Silikon (Dichte < 0,95 g/cm ³)	Metalle; Duroplaste; nicht vollständig abwaschbare Siegelungen oder Silikone; Glas und Metallfedern bei Pumpsystemen; Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. POM, PET-G, PVC, PS
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	Material mit einer Dichte < 1 g/cm ³ , z.B. PP, PE, OPP, geschäumtes PET (LDPET), EPS	Papieretiketten (nassfest); leicht metallisierte Etiketten (Dichte < 1 g/cm ³)	Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. PVC, OPS, PET, PETG, PLA; nicht-nassfeste Papieretiketten; metallisierte Etiketten; geschäumte PETG-Etiketten (auch mit Dichte < 1 g/cm ³); nicht abwaschbare oder verschweißte Etiketten
	Etikettenklebstoff ¹¹	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>

¹¹ spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Dekoration	Klebstofffreie Dekoration (Sleeve, Manschette etc.)	Material mit einer Dichte < 1 g/cm ³ , z.B. PP, PE, OPP, EPS, geschäumtes PET (LDPET)		Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. PVC, OPS, PET, PETG, PLA; metallisierte Materialien; geschäumte PETG-Sleeves (auch mit Dichte <1 g/cm ³)
	Größenbegrenzung	Dekoration bedeckt < 50 % ¹² bzw. 70 % ¹³ der Verpackungsoberfläche		großflächige Dekoration (bedeckt > 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche) ¹⁴
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	PET; andere Komponenten (z.B. Henkel) welche zerkleinert und im Schwimm-Sink Verfahren abgetrennt werden können (die eine Dichte <1 g/cm ³ besitzen)		Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³ nicht abtrennbare oder verschweißte Komponenten aus Materialien außer PET

¹² bei Flaschen mit einer Füllmenge von ≤ 500 ml

¹³ bei Flaschen mit einer Füllmenge von > 500 ml

¹⁴ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden, um als recyclingfähig zu gelten.

PET TRAYS - TRANSPARENT

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PET

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PET		Mehrschichtmaterialien auf PET Basis, einschließlich PET/PE, PLA, PVC, PS, PETG, C-PET, PET-GAG; geschäumtes PET (LDPET)
	Größe			< 5 x 5 cm ¹⁵
	Zusätze /Additive	Silikonbeschichtung; Antiblocking masterbatch (max. 3 %)	UV-Stabilisatoren; AA-Blocker; optische Aufheller; Antiblocking masterbatch (> 3 %); Antistatika; Antiblocking agents; Anti-fogging agents	Nanopartikel; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere	keine Barrierschicht; Sauerstoffabsorber auf PET-Basis ohne Vergilbungseffekt nach EPBP Ofen-Test	Sauerstoffabsorber auf PET-Basis mit geringem Vergilbungseffekt nach EPBP Ofen-Test	EVOH; PA; sonstige Barrieren; sonstige Sauerstoffabsorber
	Farbe	transparent, transparent - hellblau		opake Farben; andere transparente Farben; Carbon Black-basierte Farben; metallhaltige Farben

¹⁵ Im zusammengepressten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Bedruckung ¹⁶	EuPIA-konforme Farben; nichtblutende Farben; keine direkte Bedruckung auf dem Packmittel; keine PVC basierten Farben		blutende Farben; metallhaltige Farben; umfangreiche direkte Bedruckung auf dem Packmittel
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung	die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck mit anderen Codierungssystemen (z.B. Ink-Jet) erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden	Alle anderen Arten von Direktdruck
Packhilfsmittel - Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.)	PP, HDPE; Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; unbedrucktes PET		Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³
	Flexibler Verschluss (Siegefolien etc.)	PP, HDPE; Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; einfach abtrennbare Siegefolien welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt; unbedrucktes PET; geschäumte Folien auf PET-Basis, bei denen die Schaumstruktur bei 90 °C nicht zerstört wird; SiO _x -, AlO _x -Plasma als Barriere		Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³

¹⁶ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten, falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PET				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	Material mit einer Dichte < 1 g/cm ³ , z.B. PP, PE, OPP	BPA-freie Papieretiketten (nassfest)	Material mit einer Dichte > 1 g/cm ³ , z.B. PVC, OPS, PET, PETG, PLA; nicht-nassfeste Papieretiketten; BPA-haltige Papieretiketten; nicht schwimmende Papieretiketten
	Etikettenklebstoff ¹⁷	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>
	Größenbegrenzung	Dekoration bedeckt max. 30 % der Verpackungsoberfläche		großflächige Dekoration bedeckt > 30 % der Verpackungsoberfläche ¹⁸
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	transparentes PET; andere Komponenten (z.B. Henkel) welche zerkleinert und im Schwimm-Sink Verfahren abgetrennt werden können (die eine Dichte <1 g/cm ³ besitzen); Soaker pads; Bubble pads	Papier/Karton (nassfest)	PVC, PS, EPS, PU, PA, PC/PMMA; Thermosets mit einer Dichte > 1 g/cm ³ ; Papier/Karton (nicht nassfest); nicht abtrennbare oder verschweißte Komponenten aus Materialien außer PET

Dunkle Farben sind möglichst zu vermeiden, da diese die Qualität des Rezyklates herabsetzen können.

Es sollte generell auf eine übermäßige direkte Bedruckung des Packmittels verzichtet werden, da abgelöste Druckfarben den Recyclingstrom über das Wasser verunreinigen können (potenzielle Bildung von NIAS), oder, wenn diese nicht während des Vorwaschens abgelöst werden, die Klarheit des Recyclingstroms beeinträchtigen. Stattdessen sollte eine etwaige Bedruckung auf der Dekoration angebracht oder die Unbedenklichkeit der Farben für den Recyclingstrom nachgewiesen werden.

¹⁷ spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

¹⁸ Bedeckt die Dekoration mehr als 30% der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden um als recyclingfähig zu gelten

**BEISPIELE/ SPEZIFISCHE ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR
VERPACKUNGSTYPEN**

Die folgenden Empfehlungen sind spezifisch für bestimmte Verpackungstypen anwendbar und sind als Erweiterung zu den oben genannten Basis-Empfehlungen aus der Tabelle zu sehen.

PET-GETRÄNKEFLASCHEN

- Verunreinigungen, die zur Entstehung säurehaltiger Verbindungen im Extrusionsprozess führen, sollten vermieden werden, da sie eine Herabsetzung der Grenzviskosität zur Folge haben können. Dies betrifft vor allem PVC und EVOH.
- Polymere mit ähnlicher Dichte bzw. einer Dichte über 1 g/cm^3 sollten vermieden werden, da diese in der Sortierung nicht von PET unterschieden werden können, ebenso wie PETG. PLA schmilzt bei derselben Temperatur, bei der PET trocknet und kann zu Problemen in der Verarbeitung führen.
- Das Recycling von PET-Getränkeflaschen zu Sekundärrohstoff, welcher wieder für den Lebensmittelkontakt eingesetzt werden kann, ist bereits ein gut etablierter Prozess. Andere Typen von PET (z.B. PETG) sind nicht kompatibel mit dem PET-Getränkeflaschen-Recycling. Auch tiefgezogene PET-Verpackungen sowie Sleeve-Folien aus PET zählen zu den Störstoffen in diesem Recyclingstrom.
- Die Zulässigkeit von PET-Additiven wie Nukleierungsmittel, Fluoreszenzmittel, Trübungsmittel, Absorber u.a. können den Recyclingprozess stören und müssen im Einzelfall beurteilt werden.
- Carbon Black-basierte Farben stören in erster Linie die NIR-Detektion. Darüber hinaus reduzieren dunkle Farben die Qualität von Recyclingfraktionen. Außerdem stellen weiß pigmentierte PET-Getränkeflaschen aufgrund fehlender Verwertungsstrukturen einen Störstoff im Recyclingprozess dar. Werden PET-Recyclingfraktionen zur Herstellung von Mikrofasern genutzt, können gefärbte Granulate trotzdem verarbeitet werden. Generell gilt es jedoch diese zu vermeiden.
- PET-Sleeves sollten nicht für PET-Flaschen eingesetzt werden, wenn diese eine Dichte über 1 g/m^3 haben und dadurch nicht vom PET-Flaschen-Material unterschieden werden können. Es besteht die Gefahr von Farbkontaminationen und Qualitätseinschränkungen von recyceltem PET.

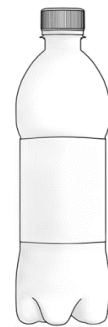
PET-FOLIEN

- Es besteht aktuell kein Verwertungsstrom für PET-Folien
- Der Einsatz von PET in Verbund- bzw. Mehrschichtfolien sowie in Blisterverpackungen ist nicht zu empfehlen, da diese nicht recyclingfähig sind.
- Weitere Informationen zu Verbundmaterialien werden in einem separaten Kapitel behandelt.

- Schalen und Becher werden durch Thermoformen (Tiefziehen) hergestellt. Der Unterschied zu streckgeblasenen Produkten (z.B. Flaschen aus Spritzguss-Preformen) liegt in der Zusammensetzung der Polymerstruktur (z.B. PETG, CPET). Zusätzlich werden häufig Verbundkonstruktionen mit LDPE und Polyamid eingesetzt, wodurch das Rezyklat kontaminiert werden kann.
- Ein Einbringen von PET-Schalen und Bechern in den Recyclingstrom für PET-Getränkeflaschen soll somit vermieden werden, da diese Störstoffe darstellen.
- Der weitere Ausbau der Sammel- & Recyclingschiene für tiefgezogene PET-Verpackungen ist empfehlenswert, da der Einsatz von Mono-PET für viele verderbliche Güter eine Alternative zu Verbundmaterialien darstellen kann und ein hohes Potenzial für das Recycling von tiefgezogenen PET-Produkten besteht.¹⁹
- Außerdem könnten Verbesserungen bei NIR Detektionssystemen in Zukunft eine Trennung von APET und PETG bzw. von Mehrschicht-PET-Schalen ermöglichen.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL FÜR EINE RECYCLINGFÄHIGE PET-VERPACKUNG

- ✓ Flasche oder Schale aus 100 % PET ohne Barriere
- ✓ transparentes Material
- ✓ Verschluss aus HDPE mit einer Dichte $< 1 \text{ g/cm}^3$
- ✓ PP-Etikett (oder -Sleeve) mit einer Dichte $< 1 \text{ g/cm}^3$, welches maximal 50 % bzw. 70 % der Fläche bedeckt
- ✓ Chargen-Nr. / MHD gelasert



¹⁹ Sofern es sich um APET handelt, wird in Österreich auch PET aus anderen Applikationen als Getränkeflaschen im Verwertungssystem erfasst.

POLYPROPYLEN (PP)

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

In Österreich, Deutschland und den Niederlanden existieren flächendeckend Sammel- und Verwertungsstrukturen für Hohlkörper aus Polypropylen. Für die Sammlung von PP-Verpackungen, welche keine Hohlkörper darstellen, sind die Vorgaben der jeweiligen Abfallverbände zu beachten.

Eine internationale Harmonisierung des Recyclings von Polyolefinen wird auf europäischer Ebene aktuell durch die Polyolefin Circular Economy Platform (PCEP) vorangetrieben.

PP FOLIEN - TRANSPARENT

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PP

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PP ²⁰ ; Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PP-Typen (z.B. OPP, BOPP) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PE ²¹	Andere Kunststoffe (z.B. PET, PETG, PVC, PLA, PS, etc.)
	Größe	> A4 bzw. > 5 x 5 cm	< A4 bzw. ≤ 5 x 5 cm	< 5 x 5 cm ²²
	Zusätze /Additive	Additive, wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt		Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf ≥ 0,97 g/cm ³ führen; Schäumungsmittel zur chemischen Expansion; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
Packmittel	Barriere	SiO _x -, Al ₂ O ₃ -Barriere ohne zusätzliche Beschichtung; Barriere in der Polymermatrix;	EVOH in polyolefinischer Verbundfolie; Aluminiumbedampfung (Metallisierung) ²³	PVC, PVDC, PA; Aluminiumbarrieren ²⁴ ; sonstige Barrieren

²⁰ PP-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien)

²¹ Derzeit werden bis zu 10% PE empfohlen, max. 30% toleriert.

²² im zusammengepressten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

²³ Sofern die materialspezifische Sortierung nicht beeinflusst wird. Die Sortierung wird beispielsweise nicht beeinflusst, wenn die Metallisierung in der Zwischenlage eines Folienbeutels aufgebracht ist.

²⁴ Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Verschluss	Farbe	transparent, ungefärbt	helle Farben; transluzente Farben	schwarze oder dunkle Farben; Carbon Black-basierte Farben
	Bedruckung ²⁵	Keine Direktbedruckung	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; möglichst minimale Bedruckung; helle oder lasierende Farben; keine PVC basierten Farben; Druck bedeckt > 50 % der Folie ²⁶	blutende Farben
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden		
	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.)	PP	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE)	Metalle; Aluminium, PVC; andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; nicht vollständig ablösbare Siegelungen oder Silikone

²⁵ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

²⁶ Die Sortierbarkeit und Recyclingfähigkeit können durch die Bedruckung beeinflusst werden. Diese Thematik ist aktuell in Diskussion.

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
	Flexibler Verschluss (Siegel­folien etc.)	PP; Siegel­folie welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Ablösbare Aluminium-Deckelfolie	Metalle; Aluminium; PVC, PET, PETG, PS, PLA, Folienverbunde; andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; nicht vollständig abwaschbare Siegel­folien oder Silikone
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	PP-Etikett	PE; Papieretiketten (nassfest)	metallisierte Etiketten; nicht-nassfeste Papieretiketten; Etiketten aus anderen Materialien, wie z.B. PET, PLA, PVC
	Etikettenklebstoff ²⁷	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>

²⁷ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

PP FOLIEN - FARBIG

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PP

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PP ²⁸ ; Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PP-Typen (z.B. OPP, BOPP) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PE ²⁹	Andere Kunststoffe (z.B. PET, PETG, PVC, PLA, PS, etc.)
	Größe	> A4 bzw. > 5 x 5 cm	< A4 bzw. ≤ 5 x 5 cm	< 5 x 5 cm ³⁰
	Zusätze /Additive	Additive wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt		Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf ≥ 0,97 g/cm ³ führen; Schäumungsmittel zur chemischen Expansion; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere	SiO _x -, Al ₂ O ₃ -Barriere ohne zusätzliche Beschichtung; Barriere in der Polymermatrix	EVOH in polyolefinischer Verbundfolie; Aluminiumbedampfung (Metallisierung) ³¹ ohne zusätzliche Beschichtung	PVC, PVDC, PA; Aluminiumbarrieren ³² ; sonstige Barrieren
	Farbe	helle Farben, transluzente Farben		Carbon Black-basierte Farben

²⁸ PP-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien).

²⁹ Derzeit werden bis zu 10 % PE empfohlen, max. 30 % toleriert.

³⁰ im zusammengepressten Zustand

³¹ Sofern die materialspezifische Sortierung nicht beeinflusst wird. Die Sortierung wird beispielsweise nicht beeinflusst, wenn die Metallisierung in der Zwischenlage eines Folienbeutels aufgebracht ist.

³² Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Bedruckung ³³	Keine Direktbedruckung;	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; möglichst minimale Bedruckung; helle oder lasierende Farben; keine PVC basierten Farben Druck bedeckt > 50 % der Folie ³⁴	blutende Farben;
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden		
Packhilfsmittel – Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.)	PP	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE)	Metalle; Aluminium; PVC, PET, PETG, PS, PLA; andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³

³³ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

³⁴ Die Sortierbarkeit und Recyclingfähigkeit können durch die Bedruckung beeinflusst werden. Diese Thematik ist aktuell in Diskussion.

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Verschluss	Flexibler Verschluss (Siegefolien etc.)	PP; Siegefolie welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); ablösbare Aluminium-Deckelfolie	Metalle; Aluminium; PVC, PET, PETG, PS, PLA, Folienverbunde; Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ;
	Etikettenmaterial	PP-Etikett	Papieretiketten (nassfest); PE;	metallisierte Etiketten; aluminiumhaltige Materialien; nicht-nassfeste Papieretiketten; Etiketten aus anderen Materialien, wie z.B. PET, PLA, PVC-Etiketten
	Etikettenklebstoff ³⁵	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>

³⁵ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

PP BEHÄLTER UND TUBEN - TRANSPARENT

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PP

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PP ³⁶ ; Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PP-Typen (z.B. OPP, BOPP) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PE ³⁷	PS, PVC, PLA, PET, PETG
	Größe			< 5 x 5 cm ³⁸
	Zusätze /Additive	Additive wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt	Mineralische Füllstoffe (CaCO ₃ , Talk), wenn die Dichte unter 0,97 g/ cm ³ bleibt	Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf ≥ 1 g/cm ³ führen; Flammschutzmittel; Weichmacher; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere	EVOH ³⁹ ;	EVOH ³⁹	EVOH ³⁹ ; PVDC, PA; Aluminiumbarrieren ⁴⁰
	Farbe	transparent	helle Farben	schwarze, dunkle oder opake Farben; Carbon Black-basierte Farben

³⁶ PP-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien).

³⁷ Derzeit werden bis zu 10% PE empfohlen, max. 30% toleriert (Empfehlung der FH Campus Wien).

³⁸ Im zusammengedrückten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

³⁹ Aktuelle Grenzwerte für EVOH können unter <https://recyclclass.eu/recyclclass/design-for-recycling-guidelines/> abgerufen werden.

⁴⁰ Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Bedruckung ⁴¹	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; möglichst minimale Bedruckung; keine PVC basierten Farben		blutende Farben
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden		
Packhilfsmittel – Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PP; Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig PP oder TPE-PP Liner	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); PET, PETG, PS, PLA	Andere Materialien als Polyolefine und geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Aluminium; Metalle; PVC; Andere Arten von TPE; Papierverbund

Verpackungen aus PP

⁴¹ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Verschluss	Flexibler Verschluss (Siegefolien etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PP; Siegefolie welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt; Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig PP oder TPE-PP Liner	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); PET, PETG, PS, PLA	Andere Materialien als Polyolefine und geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Aluminium; Metalle; PVC; Andere Arten von TPE, Papierverbund
	Etikettenmaterial	PP-Etikett ⁴²	PE; Papieretiketten (nassfest); Etiketten aus PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³); Geschäumte Polyolefin Etiketten	Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Nicht-nassfeste Papieretiketten; Aluminium; metallisierte Etiketten; PVC
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenklebstoff ⁴³	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>
	Klebstofffreie Dekoration (Sleeve, Manschette etc.)	PP-Sleeve ⁴²	Sleeves aus PE (mit einer Dichte < 1 g/cm ³); Sleeves aus PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Aluminium; metallisierte Materialien; PVC
Packhilfsmittel – Dekoration	Größenbegrenzung	Dekoration bedeckt < 50 % ⁴⁴ bzw. 70 % ⁴⁵ der Verpackungsoberfläche		großflächige Dekoration (bedeckt > 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche) ⁴⁶

⁴² sofern der Druck/die Barriere der Dekoration die Erkennung des Verpackungsmaterials durch das NIR nicht negativ beeinflusst.

⁴³ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

⁴⁴ bei Flaschen mit einer Füllmenge von ≤ 500 ml

⁴⁵ bei Flaschen mit einer Füllmenge von > 500 ml

⁴⁶ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden um als recyclingfähig zu gelten

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	PP	PE (mit einer Dichte < 1 g/cm ³);	Aluminium;
			PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	PVC; Glas; Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³

PP BEHÄLTER UND TUBEN - FARBIG UND WEISS

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PP

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PP ⁴⁷ ; Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PP-Typen (z.B. OPP, BOPP) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PE ⁴⁸	PS, PVC, PLA, PET, PETG
	Größe			< 5 x 5 cm ⁴⁹
	Zusätze /Additive	Additive wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt	Mineralische Füllstoffe (CaCO ₃ , Talk), wenn die Dichte < 0,97 g/cm ³ bleibt	Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf ≥ 1 g/cm ³ führen; Flammschutzmittel; Weichmacher; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere	EVOH ⁵⁰	EVOH ⁵⁰	EVOH ⁵⁰ PVDC, PA; Aluminiumbarrieren
	Farbe	helle Farben	schwarze Innenschicht; dunkle, NIR-detektierbare Farben	Carbon Black-basierte Farben
Packmittel	Bedruckung ⁵¹	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; möglichst minimale Bedruckung; keine PVC basierten Farben		blutende Farben

⁴⁷ PP-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁴⁸ Derzeit werden bis zu 10 % PE empfohlen, max. 30% toleriert (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁴⁹ Im zusammengepressten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

⁵⁰ Aktuelle Grenzwerte für EVOH können unter <https://recyclclass.eu/recyclclass/design-for-recycling-guidelines/> abgerufen werden.

⁵¹ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
		<p>Prägung; Lasermarkierung;</p> <p>Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden</p>		
Packhilfsmittel – Verschluss	<p>Starrer Verschluss (Stülpdeckel, Schraubverschluss etc.)</p> <p>+ Liner, Dichtungen und Ventile</p>	<p>PP;</p> <p>Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig PP oder TPE-PP Liner</p>	<p>PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE, TPE-PE);</p> <p>PET, PETG, PS, PLA;</p> <p>Abnehmbarer Aluminium-Verschluss</p>	<p>Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm³;</p> <p>Aluminium;</p> <p>Metalle;</p> <p>PVC;</p> <p>Andere Arten von TPE;</p> <p>Papierverbund</p>
Packhilfsmittel – Verschluss	<p>Flexibler Verschluss (Siegefolien etc.)</p> <p>+ Liner, Dichtungen und Ventile</p>	<p>PP;</p> <p>Siegefolie welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt;</p> <p>Aluminium-Deckelfolie leicht und rückstandsfrei abtrennbar;</p> <p>Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig TPE-PP Liner</p>	<p>PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE);</p> <p>PET, PETG, PS, PLA;</p> <p>TPE-PE</p>	<p>PVC;</p> <p>Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm³</p>

Recyclingfähigkeit für Verpackungen aus PP				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	PP-Etikett ⁵²	PE (Dichte < 1 g/cm ³); PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³); Papieretiketten (nassfest); Geschäumte Polyolefin-Etiketten	Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Nicht-nassfeste Papieretiketten; Aluminium; metallisierte Etiketten; PVC
	Etikettenklebstoff ⁵³	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>
	Klebstofffreie Dekoration (Sleeve, Manschette etc.)	PP-Sleeve ⁵²	Sleeves aus PE (Dichte < 1 g/cm ³); Sleeves aus PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Aluminium; metallisierte Materialien; PVC; Stark bedruckte Sleeves
Packhilfsmittel – Dekoration	Größenbegrenzung	Dekoration bedeckt < 50 % ⁵⁴ bzw. 70 % ⁵⁵ der Verpackungsoberfläche		großflächige Dekoration (bedeckt > 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche) ⁵⁶
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	PP	PE; PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	Aluminium; PVC; Glas; Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³

⁵² sofern der Druck/die Barriere der Dekoration die Erkennung des Verpackungsmaterials durch das NIR nicht negativ beeinflusst.

⁵³ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

⁵⁴ bei Flaschen mit einer Füllmenge von ≤ 500 ml

⁵⁵ bei Flaschen mit einer Füllmenge von > 500 ml

⁵⁶ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden um als recyclingfähig zu gelten

Die folgenden Empfehlungen sind spezifisch für gewisse Verpackungstypen gültig und sind als Erweiterung zu den oben genannten Empfehlungen aus der Tabelle zu sehen.

PP-FLASCHEN

- Für transparente PP-Flaschen sollen Barrieren generell vermieden werden. Der Einsatz von EVOH wird derzeit überprüft. Ist eine Barriere bei farbigen PP-Flaschen erforderlich, gilt es generell den Einsatz von PA zu vermeiden. Eine EVOH-Barriere ist bis zu einem gewissen Prozentsatz im Recyclingprozess zulässig⁵⁷.
- Flasche und Verschluss sollen nach Möglichkeit aus demselben Material und in der gleichen Farbe gefertigt sein.
- Etiketten sollten entweder aus dem selben Material wie die Flasche bestehen oder wasserabwaschbar sein und maximal 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche bedecken⁵⁸. Papieretiketten sollten zudem nassfest sein.

PP-FOLIEN/BEUTEL

- Ist der Einsatz einer Barriere erforderlich, sollte ein Carbon Plasma Coating, eine SiO_x- oder Al₂O₃-Barriere eingesetzt werden. Auch der Einsatz einer EVOH-Barriere ist bis zu einem gewissen Prozentsatz zulässig⁵⁷. PVDC- und PA-Barrieren gilt es zu vermeiden.
- Wird eine Metallisierung eingesetzt, sollte darauf geachtet werden, dass diese innerhalb der Laminatstruktur liegt, und somit die Detektion des Kunststoffes (mittels NIR) nicht beeinträchtigt.
- Die Bedruckung sollte möglichst minimal ausfallen und es sollten EuPIA-konforme und nichtblutende Druckfarben verwendet werden.

PP-BECHER/SCHALEN

- Wenn eine Siegelfolie (z.B. Aluminiumplatine) verwendet wird, muss diese gänzlich und ohne Rückstand von Klebstoffapplikationen abgetrennt werden können.
- Ist eine Barriere erforderlich, gilt es, den Einsatz von PVDC und PA zu vermeiden.
- Informationen sind generell möglichst auf dem Deckel oder der Siegelfolie anzubringen, um den Hauptteil der Verpackung nicht durch Bedruckung zu kontaminieren bzw. um eine reduzierte Verpackungsgestaltung ohne zusätzliche Dekorationskomponenten zu ermöglichen.
- Papieretiketten sollten nur in geringem Maße eingesetzt werden und wenn, dann nassfeste sowie wasserabwaschbare Eigenschaften aufweisen.

⁵⁷ Die Zulassung des Mengenanteils und der Ausführung einer EVOH-Barriere kann sich je nach Verpackungsart unterscheiden und darf einen gewissen Wert nicht überschreiten. Spezifische Informationen werden von RecyClass unter: <https://recyclass.eu/de/uber-recyclass/richtlinien-fuer-recyclingorientiertes-produkt-design/> bereitgestellt.

⁵⁸ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden um als recyclingfähig zu gelten

PP-TUBE

- Tubenschlauch, Schulter, Verschluss und Etikett sollten möglichst aus dem gleichen Material hergestellt werden. Wird HDPE als Verschluss- oder Etikettenmaterial eingesetzt, sollte der HDPE-Anteil so gering wie möglich gehalten werden
- Vollflächige Bedruckung ist unter Rücksichtnahme der EuPIA-Ausschlussliste zulässig.
- Der Einsatz von Füllstoffen wie beispielsweise Kreide (Filled Polyolefine - FPO) ist zu vermeiden, wenn es zu einer Erhöhung der Dichte auf über 0,97 g/cm³ (spezifischer Wert für Tuben) führt.
- Aluminiumanteile können zu einer ungewollten Aussortierung der Verpackung führen. Tuben mit einer Aluminiumbarriere (Aluminium-Barriere-Laminat, ABL) mit dem Aufbau PP/Alu/PP sind somit für das Recycling nachteilig.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL FÜR EINE RECYCLINGFÄHIGE PP-VERPACKUNG

- ✓ PP-Schale mit PP-Deckel ohne Barriere
- ✓ Transparent oder weiß pigmentiert
- ✓ Minimale Direktbedruckung mit EuPIA-konformen Farben oder Dekoration mit In-Mould-Label aus PP
- ✓ Chargen-Nr. / MHD auf Deckel gelasert



POLYETHYLEN (HDPE, LDPE, LLDPE)

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

In Österreich, Deutschland und den Niederlanden existieren flächendeckend Sammel- und Verwertungsstrukturen für Hohlkörper aus Polyethylen.

Eine internationale Harmonisierung des Recyclings von Polyolefinen wird auf europäischer Ebene aktuell durch die Polyolefin Circular Economy Platform (PCEP) vorangetrieben.

PE (HDPE, LDPE, LLDPE) FOLIEN - TRANSPARENT

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PE

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PE ⁵⁹ (LDPE, LLDPE, HDPE); Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PE-Typen (z.B. LDPE, HDPE) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PP ⁶⁰	PS, PVC, PLA, PET, PETG
	Größe	> A4 bzw. $\geq 5 \times 5$ cm	< A4 bzw. $\leq 5 \times 5$ cm	< 5×5 cm ⁶¹
	Zusätze /Additive	Additive wenn die Dichte < $0,97 \text{ g/cm}^3$ bleibt		Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf $\geq 0,97 \text{ g/cm}^3$ führen; Schäumungsmittel zur chemischen Expansion; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren

⁵⁹ PE-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁶⁰ Derzeit werden bis zu 10 % PP empfohlen, max. 30 % toleriert (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁶¹ im zusammengepressten Zustand

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Barriere ⁶²	keine Barrierschicht; SiO _x -, Al ₂ O ₃ -Barriere ohne zusätzliche Beschichtung; Carbon Plasma Coating ⁶³	EVOH ⁶⁴ ; Aluminiumbedampfung (Metallisierung) ⁶⁵ ;	EVOH ⁶⁴ ; PVC, PVDC, PA; Aluminiumbarrieren ⁶⁶
	Farbe	transparent, ungefärbt	helle Farben, transluzente Farben	schwarze oder dunkle Farben; Carbon Black-basierte Farben
	Bedruckung ⁶⁷	Keine Direktbedruckung	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; möglichst minimale Bedruckung; helle oder lasierende Farben; keine PVC basierten Farben; Bedruckung mehr als 50 % ⁶⁸	blutende Farben
Packmittel	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden		

⁶² Spezialfälle wie EcoLam High Plus und VO+LLDPE sind möglich, siehe RecyClass: <https://recyclclass.eu/wp-content/uploads/2021/06/Guideline-PE-films-transparent-06.2021.pdf>

⁶³ Im Falle von transparentem Basismaterial kann es zu Verfärbungen kommen

⁶⁴ Aktuelle Grenzwerte für EVOH können unter <https://recyclclass.eu/recyclclass/design-for-recycling-guidelines/> abgerufen werden.

⁶⁵ Sofern die materialspezifische Sortierung nicht beeinflusst wird. Die Sortierung wird beispielsweise nicht beeinflusst, wenn die Metallisierung in der Zwischenlage eines Folienbeutels aufgebracht ist.

⁶⁶ Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

⁶⁷ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

⁶⁸ Die Sortierbarkeit und Recyclingfähigkeit können durch die Bedruckung beeinflusst werden. Diese Thematik ist aktuell in Diskussion.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss, etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig PE Liner	PP; Abnehmbarer Aluminium-Verschluss	Metalle; Aluminium; PVC, PET, PETG, PS, PLA; andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³
	Flexibler Verschluss (Siegefolien etc.)	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Siegefolie, welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt	PP; ablösbare Aluminium-Deckelfolie	Metalle; Aluminium; PVC, PET, PETG, PS, PLA, Folienverbunde; Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE)	Papieretiketten (nassfest); PP	metallisierte Etiketten; Etiketten aus anderen Materialien, wie z.B. PET, PVC, PLA oder nicht-nassfeste Papieretiketten
	Etikettenklebstoff ⁶⁹	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>

⁶⁹ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

PE (HDPE, LDPE, LLDPE) FOLIEN - FARBIG

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PE

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente	gut	weniger gut	schlecht	
Packmittel	Material	PE ⁷⁰ (LDPE, LLDPE, HDPE); Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PE-Typen (z.B. LDPE, HDPE) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PP ⁷¹	PS, PVC, PLA, PET, PETG
	Größe	> A4 bzw. $\geq 5 \times 5$ cm	< A4 bzw. $\leq 5 \times 5$ cm	< 5×5 cm ⁷²
	Zusätze /Additive	Additive wenn die Dichte < 0,97 g/cm ³ bleibt		Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf $\geq 0,97$ g/cm ³ führen (Kalk, Glas, etc.); Schäumungsmittel zur chemischen Expansion; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere ⁷³	SiO _x -, Al ₂ O ₃ -Barriere ohne zusätzliche Beschichtung; Barriere in der Polymermatrix; Carbon Plasma Coating ⁷⁴	EVOH ⁷⁵ ; Aluminiumbedampfung (Metallisierung)	EVOH ⁷⁵ ; PVC, PVDC, PA; Aluminiumbarrieren
	Farbe	transparent, ungefärbt	helle Farben, transluzente Farben	schwarze oder dunkle Farben; Carbon Black-basierte Farben

⁷⁰ PE-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁷¹ Derzeit werden bis zu 10 % PP empfohlen, max. 30 % toleriert.

⁷² im zusammengedruckten Zustand

⁷³ Spezialfälle wie EcoLam High Plus und VO+LLDPE sind möglich, siehe RecyClass: <https://recyclclass.eu/wp-content/uploads/2021/02/Guideline-PE-films-transparent-02.2021-1.pdf>

⁷⁴ Im Falle von transparentem Basismaterial kann es zu Verfärbungen kommen

⁷⁵ Aktuelle Grenzwerte für EVOH können unter <https://recyclclass.eu/recyclclass/design-for-recycling-guidelines/> abgerufen werden.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Bedruckung ⁷⁶	keine Direktbedruckung;	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; helle oder lasierende Farben; keine PVC basierten Farben Bedruckung mehr als 50 % ⁷⁷ ;	blutende Farben
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden		
Packhilfsmittel – Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss, etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE)	PP; Abnehmbarer Aluminium-Verschluss	Metalle; Aluminium; PVC, PET, PETG, PS, PLA; Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte <1 g/cm ³

⁷⁶ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

⁷⁷ Die Sortierbarkeit und Recyclingfähigkeit können durch die Bedruckung beeinflusst werden. Diese Thematik ist aktuell in Diskussion.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Verschluss	Flexibler Verschluss (Siegel­folien etc.)	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Siegel­folie, welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt	PP; ablösbare Aluminium-Deckelfolie	Metalle; Aluminium; PVC, PET, PETG, PS, PLA, Folienverbunde; Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³
	Etikettenmaterial	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE)	PP; Papieretiketten (nassfest)	metallisierte Etiketten; Etiketten aus anderen Materialien, wie z.B. PET, PVC, PLA; nicht-nassfeste Papieretiketten
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenklebstoff ⁷⁸	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>

⁷⁸ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

PE (HDPE) BEHÄLTER UND TUBEN - TRANSPARENT

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PE

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE					
Komponente	gut	weniger gut	schlecht		
Packmittel	Material	HDPE ⁷⁹ ; Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PE-Typen (z.B. LDPE, HDPE) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PP ⁸⁰	PS, PVC, PLA, PET, PETG	
	Größe			< 5 x 5 cm ⁸¹	
	Zusätze /Additive	Additive wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt	Mineralische Füllstoffe (CaCO ₃ , Talk), wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt	Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf ≥ 1 g/cm ³ führen; Flammschutzmittel; Weichmacher; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren	
	Barriere ⁸²	EVOH ⁸³	EVOH ⁸³ ; Aluminiumbedampfung (Metallisierung) ⁸⁴	EVOH ⁸³ ; PVDC, PA; Aluminiumbarrieren ⁸⁵	
	Farbe	transparent, klar	helle Farben	schwarze Innenschicht; schwarze, dunkle oder opake Farben; Carbon Black-basierte Farben	

⁷⁹ PE-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁸⁰ Derzeit werden bis zu 10 % PP empfohlen, max. 30 % toleriert.

⁸¹ Im zusammengesetzten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁸² Bestimmte EVOH-Barrieren wie z.B. PE-g-MAH mit bis zu 6 % EVOH und MAH > 0,1 % Massenanteil und das Verhältnis von EVOH zu Verbindungsschichten ≤ 2 sowie Enkase (fluorination) zulässig – Bestätigung der Zusammensetzung notwendig (Recyclclass).

⁸³ Aktuelle Grenzwerte für EVOH können unter <https://recyclclass.eu/recyclclass/design-for-recycling-guidelines/> abgerufen werden.

⁸⁴ Sofern die materialspezifische Sortierung nicht beeinflusst wird. Die Sortierung wird beispielsweise nicht beeinflusst, wenn die Metallisierung in der Zwischenlage eines Folienbeutels aufgebracht ist.

⁸⁵ Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Bedruckung ⁸⁶	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; möglichst minimale Bedruckung; helle oder lasierende Farben; keine PVC basierten Farben		blutende Farben
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden		Direktbedruckung
Packhilfsmittel – Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig TPE-PE Liner	PP; PS, PET, PETG, PLA (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³); ablösbarer Aluminiumdeckel; ablösbares Silikon mit einer Dichte > 1g/cm ³ ; TPE-PP	Aluminium; Metalle; PVC; Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Andere Arten von TPE

⁸⁶ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Verschluss	Flexibler Verschluss (Siegefolien etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Siegefolie, welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt; Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig oder TPE-PE Liner	PP; PS, PET, PETG, PLA (Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³); ablösbare Aluminium-Deckelfolie; ablösbares Silikon mit einer Dichte > 1g/cm ³ ; TPE-PP	PVC; andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; andere Arten von TPE
	Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE) ⁸⁷ Papieretiketten (nassfest); PP; PET, PETG, PLA, PS (alle mit einer Dichte > 1 g/cm ³); Geschäumte Polyolefin Etiketten	Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; metallisierte Etiketten; aluminiumhaltige Etiketten; nicht-nassfeste Papieretiketten; PVC-Etiketten
		Etikettenklebstoff ⁸⁸	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>
	Klebstofffreie Dekoration (Sleeve, Manschette etc.)	HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE ⁸⁷	PP / OPP (mit einer Dichte < 1 g/cm ³); PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; stark bedruckte Sleeves; metallisierte Materialien; aluminiumhaltige Materialien; PVC

Verpackungen aus PE

⁸⁷ sofern der Druck/die Barriere der Dekoration die Erkennung des Verpackungsmaterials durch das NIR nicht negativ beeinflusst

⁸⁸ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Dekoration	Größen- begrenzung	Dekoration bedeckt < 50 % ⁸⁹ bzw. 70 % ⁹⁰ der Verpackungs- oberfläche		Großflächige Dekoration (bedeckt > 50 % bzw. 70 % der Verpackungs- oberfläche) ⁹¹
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE	PP; PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	Aluminium; PVC; Glas; andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³

⁸⁹ bei Flaschen mit einer Füllmenge von ≤ 500 ml

⁹⁰ bei Flaschen mit einer Füllmenge von > 500 ml

⁹¹ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden um als recyclingfähig zu gelten.

PE (HDPE) BEHÄLTER UND TUBEN – FARBIG UND WEISS

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PE

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE					
Komponente	gut	weniger gut	schlecht		
Packmittel	Material	HDPE ⁹² ; Ein Mehrschicht-Verbundmaterial kann, wenn nötig, eingesetzt werden, wenn dieses aus verschiedenen PE-Typen (z.B. LDPE, HDPE) aufgebaut ist.	Mehrschicht-Verbundmaterial mit PP ⁹³	PS, PVC, PLA, PET, PETG	
	Größe			< 5 x 5 cm ⁹⁴	
	Zusätze /Additive	Additive, wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt	Mineralische Füllstoffe (CaCO ₃ , Talk), wenn die Dichte < 0,97 g/ cm ³ bleibt	Additive welche zu einer Erhöhung der spezifischen Dichte auf ≥ 1 g/cm ³ führen; Flammschutzmittel; Weichmacher; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren	
	Barriere ⁹⁵	EVOH ⁹⁶	Aluminiumbedampfung (Metallisierung) ⁹⁷ ; EVOH ⁹⁶	EVOH ⁹⁶ ; PVDC, PA; Aluminiumbarrieren ⁹⁸	
	Farbe	alle Farben, weiß	schwarze Innenschicht und schwarze, nicht Carbon-Black basierte Farben	Carbon Black-basierte Farben	

⁹² PE-Anteil > 90 % (Empfehlung der FH Campus Wien).

⁹³ Derzeit werden bis zu 10 % PP empfohlen, max. 30 % toleriert.

⁹⁴ Im zusammengepressten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

⁹⁵ Bestimmte EVOH-Barrieren wie z.B. PE-g-MAH mit bis zu 6 % EVOH und MAH > 0,1 % Massenanteil und das Verhältnis von EVOH zu Verbindungsschichten ≤ 2 sowie Enkase (fluorination) zulässig – Bestätigung der Zusammensetzung notwendig

⁹⁶ Aktuelle Grenzwerte für EVOH können unter <https://recyclclass.eu/recyclclass/design-for-recycling-guidelines/> abgerufen werden.

⁹⁷ Sofern die materialspezifische Sortierung nicht beeinflusst wird. Die Sortierung wird beispielsweise nicht beeinflusst, wenn die Metallisierung in der Zwischenlage eines Folienbeutels aufgebracht ist.

⁹⁸ Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Bedruckung ⁹⁹	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; keine PVC basierten Farben		blutende Farben
	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs kann, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden		Direktbedruckung
Packhilfsmittel – Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Verschlussysteme ohne Liner, wenn nötig TPE-PE Liner	PP; PS, PET, PETG, PLA (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³); ablösbares Silikon mit einer Dichte > 1g/cm ³ ; TPE-PP	Aluminium; Metalle; PVC; Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Andere Arten von TPE
	Flexibler Verschluss (Siegefolien etc.)	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE); Siegefolie, welche keinen Rückstand nach dem Abziehen durch Letztverbraucher*innen hinterlässt	PP; PS, PET; PETG, PLA (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³); ablösbare Aluminium-Deckelfolie; ablösbares Silikon mit einer Dichte > 1g/cm ³ ; TPE-PP	Aluminium; Metalle; PVC; Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Andere Arten von TPE

⁹⁹ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PE				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	PE (HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE) ¹⁰⁰	Papieretiketten (nassfest); PP; PET, PETG, PLA, PS (alle mit einer Dichte > 1 g/cm ³ ; Geschäumte Polyolefin Etiketten	Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; metallisierte Etiketten; aluminiumhaltige Etiketten; nicht-nassfeste Papieretiketten; PVC-Etiketten
	Etikettenklebstoff ¹⁰¹	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>
	Klebstofffreie Dekoration (Sleeve, Manschette etc.)	HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE ¹⁰⁰	PP / OPP (mit einer Dichte < 1 g/cm ³); PET, PETG, PLA, PS (alle mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	Sleeves aus anderen Materialien als Polyolefinen mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ; Stark bedruckte Sleeves; metallisierte Materialien; aluminiumhaltige Materialien; PVC
	Größenbegrenzung	Dekoration bedeckt < 50 % ¹⁰² bzw. 70 % ¹⁰³ der Verpackungsoberfläche		großflächige Dekoration (bedeckt > 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche) ¹⁰⁴
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE	PP; PET, PETG, PLA, PS (alle Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³)	Aluminium; PVC; Glas; Andere Materialien als Polyolefine mit einer Dichte < 1 g/cm ³

¹⁰⁰ sofern der Druck/die Barriere der Dekoration die Erkennung des Verpackungsmaterials durch das NIR nicht negativ beeinflusst.

¹⁰¹ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

¹⁰² bei Flaschen mit einer Füllmenge von ≤ 500 ml

¹⁰³ bei Flaschen mit einer Füllmenge von > 500 ml

¹⁰⁴ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden, um als recyclingfähig zu gelten.

Die folgenden Empfehlungen sind spezifisch für gewisse Verpackungstypen gültig und sind als Erweiterung zu den oben genannten Empfehlungen aus der Tabelle zu sehen.

PE-FLASCHEN

- Flaschen aus HDPE sollen möglichst unpigmentiert sein.
- Verschlüsse sind im besten Fall aus demselben Material und in der Farbe der Flasche auszuführen. Der Sprengring sollte ebenfalls aus dem gleichen Material, der gleichen Farbe und leicht (im Recyclingprozess) ablösbar sein.
- PP stellt eine der Hauptkontaminationen von HDPE-Flaschen im Recycling dar. Ein gewisser Anteil kann jedoch toleriert werden¹⁰⁵.
- Kunststoffetiketten sollten aus dem gleichen Material wie der Flaschenkörper sein. Werden Papieretiketten eingesetzt, sollten diese nassfest sein.

PE-FOLIEN/BEUTEL

- Ist der Einsatz einer Barriere erforderlich, sollte ein Carbon Plasma Coating, eine SiO_x- oder Al₂O₃-Barriere eingesetzt werden. Auch der Einsatz einer EVOH-Barriere bis zu einem gewissen Prozentsatz ist zulässig¹⁰⁶. PVDC-, PA- und PE-X-Barrieren gilt es zu vermeiden.
- Wird eine Metallisierung eingesetzt, so sollte darauf geachtet werden, dass diese innerhalb der Laminatstruktur liegt, und somit die Detektion des Kunststoffes (mittels NIR) nicht beeinträchtigt.
- Der Einsatz von dichteerhöhenden Additiven und Schäumungsmitteln zur chemischen Expansion ist zu vermeiden, wenn dieser zu einer Erhöhung der Dichte auf $\geq 0,97 \text{ g/cm}^3$ führt.
- Werden PE-Folien durch Co-Extrusion mit weiteren Kunststoffarten zusammengeführt, so ist darauf zu achten, dass es sich möglichst um PE-Polymere handelt. In Kombination können LDPE, LLDPE, MDPE und HDPE eingesetzt werden.

PE-BECHER/SCHALEN

- Wenn eine Siegelfolie (z.B. Aluminiumplattine) verwendet wird, muss diese gänzlich und ohne Rückstand von Klebstoffapplikationen abgetrennt werden können.
- Informationen sind generell möglichst auf dem Deckel oder der Siegelfolie anzubringen, um den Hauptteil der Verpackung nicht durch Bedruckung zu kontaminieren bzw. um eine reduzierte Verpackungsgestaltung ohne zusätzliche Dekorationskomponenten zu ermöglichen.
- Papieretiketten sollten nur in geringem Maße eingesetzt werden und wenn, dann nassfeste sowie wasserabwaschbare Eigenschaften aufweisen.

PE-TUBEN

- Der Einsatz von Füllstoffen wie beispielsweise Kreide (Filled Polyolefine - FPO) ist zu vermeiden, wenn es zu einer Erhöhung der Dichte auf über $0,97 \text{ g/cm}^3$ führt.

¹⁰⁵ Derzeit werden bis zu 10 % PP empfohlen, max. 30 % toleriert.

¹⁰⁶ Die Zulassung des Mengenanteils und der Ausführung einer EVOH-Barriere kann sich je nach Verpackungsart unterscheiden und darf einen gewissen Wert nicht überschreiten. Spezifische Informationen werden von RecyClass unter: <https://recyclass.eu/de/uber-recyclass/richtlinien-fuer-recyclingorientiertes-produktdesign/> bereitgestellt.

- Außerdem sollten Verschluss und Tubenschlauch möglichst aus demselben Material hergestellt sein (z.B. HDPE). Je mehr PP zum Einsatz kommt, desto geringer ist die Qualität des recycelten Polyethylens.
- Vollflächige Bedruckung ist unter Rücksichtnahme der EuPIA-Ausschlussliste zulässig.
- Aluminiumanteile können zu einer ungewollten Aussortierung der Verpackung führen. Tuben mit einer Aluminiumbarriere (Aluminium-Barriere-Laminat, ABL) mit dem Aufbau PE/Alu/PE sind somit für das Recycling nachteilig.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE FÜR RECYCLINGFÄHIGE PE-VERPACKUNGEN

- ✓ Tube aus 100 % LDPE ohne Barriere
- ✓ Farbe Weiß pigmentiert
- ✓ Verschluss aus HDPE
- ✓ Minimale Bedruckung mit EuPIA-konformen Farben
- ✓ Chargen-Nr. / MHD gelasert



- ✓ Beutelverpackung aus 100 % LDPE mit SiO_x-Barriere
- ✓ Transparent oder weiß pigmentiert
- ✓ Versiegelter Verschluss
- ✓ Minimale Bedruckung mit EuPIA-konformen Farben
- ✓ Chargen-Nr. / MHD gelasert



- ✓ Flasche aus 100 % HDPE
- ✓ Farbe hell / transparent oder weiß
- ✓ Verschluss aus HDPE ohne Platine
- ✓ PE-Etikett oder PE-Sleeve
- ✓ Chargen-Nr. / MHD gelasert oder auf Etikett
- ✓ Breites Verschlusssystem, welches ermöglicht die Flasche auf den Kopf zu stellen (Optimierung Restentleerbarkeit)



POLYSTYROL

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

In Österreich und Deutschland existieren Sammel- und Verwertungsstrukturen für Hohlkörper aus Polystyrol. Für die Niederlande können derzeit keine Erfassungsstrukturen vorausgesetzt werden.

PS BEHÄLTER

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PS

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PS				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material	PS		geschäumtes PS mit einer Dichte < 1g/cm ³ ; Mehrschicht-Verbundmaterialien
	Größe			< 5 x 5 cm ¹⁰⁷
	Zusätze /Additive	Additive, wenn die Dichte zwischen 1,0 und 1,07 g/m ³ bleibt	Mineralische Füllstoffe (CaCO ₃ , Talk), welche die Dichte nicht über 1,07 g/ cm ³ erhöhen	Additive, welche die Dichte auf über 1,07 g/m ³ erhöhen; Additive, die einen Bio-/Oxo-/Photoabbau der Verpackung induzieren
	Barriere		EVOH	PVDC, PA
	Farbe	helle Farben	dunkle Farben	Carbon Black-basierte Farben
	Bedruckung ¹⁰⁸	EuPIA-konforme Druckfarben; nichtblutende Farben; keine PVC basierten Farben		blutende Farben

¹⁰⁷ Im zusammengepressten Zustand (Empfehlung der FH Campus Wien)

¹⁰⁸ Die Bedruckung des Hauptkörpers ist generell zu vermeiden bzw. zu minimieren, da es zur Verschlechterung der Rezyklatqualität führen kann. Die angeführten Empfehlungen gelten falls eine Bedruckung nicht zu vermeiden ist.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PS				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Codierung (Chargencodierung, MHD)	Prägung; Lasermarkierung; Die Chargencodierung und Angabe des MHDs können, wenn nötig, auch durch einen minimalen Direktdruck erfolgen, insofern lebensmittelkonforme Farben verwendet werden.	minimale Bedruckung	
Packhilfsmittel – Verschluss	Starrer Verschluss (Stülpedeckel, Schraubverschluss etc.) + Liner, Dichtungen und Ventile	PS	PE, PP; EVA;	PET, PETG, PVC, PLA; PVC; Aluminium; Metalle, Andere Materialien als Polyolefine oder geschäumte Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm ³ ;
	Flexibler Verschluss (Siegelfolien etc.)		PE, PP; Ablösbare Aluminium-Deckelfolie; Nassfeste Papieretiketten	Aluminiumfolie; Nicht nassfeste Papieretiketten; Mehrschichtverbund aus PET/Papier oder PET/PS; Andere Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³
Packhilfsmittel – Dekoration	Etikettenmaterial	PS ¹⁰⁹	PP, PE; Nassfeste Papieretiketten; In-Mould-Labels aus PS	PET, PETG, PVC, PLA; Nicht nassfeste Papieretiketten; Aluminium; Metallisierte Etiketten
Packhilfsmittel – Klebstoff	Etikettenklebstoff ¹¹⁰	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>	<i>derzeit in Überarbeitung</i>

¹⁰⁹ wenn der Druck/Barriere der Dekoration die Erkennung des Verpackungsmaterials durch das NIR nicht negativ beeinflusst

¹¹⁰ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus PS				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
	Klebstofffreie Dekoration (Sleeve, Manschette etc.)	PS ¹¹¹	PP, PE	PET, PETG, PVC, PLA; Aluminium; Metallisierte Etiketten; Stark bedruckte Etiketten
	Größenbegrenzung	Dekoration bedeckt < 50 % ¹¹² bzw. 70 % ¹¹³ der Verpackungsoberfläche		großflächige Dekoration (bedeckt > 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche) ¹¹⁴
Packhilfsmittel – Sonstige	Andere Komponenten	PS	PP; PE; Nassfestes Papier	PET; PETG; PVC; PLA; Metalle, Metallfolien, Andere Materialien mit einer Dichte > 1 g/cm ³

¹¹¹ wenn der Druck/Barriere der Dekoration die Erkennung des Verpackungsmaterials durch das NIR nicht negativ beeinflusst

¹¹² bei Flaschen mit einer Füllmenge von ≤ 500 ml

¹¹³ bei Flaschen mit einer Füllmenge von > 500 ml

¹¹⁴ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden, um als recyclingfähig zu gelten.

PACKHILFSMITTEL - EMPFEHLUNGEN IM ÜBERBLICK

Die nachfolgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über empfohlene Verpackungskomponenten oder deren Kombination, welche im Recyclingprozess aktuell als nicht störend im Kunststoffrecycling eingestuft werden. Zusätzlich finden sich Angaben zu Ausschlusskriterien für bestimmte Packhilfsmittel. Eine fortlaufende Aktualisierung ist auch für diese Aufstellung vorgesehen.

VERSCHLÜSSE

- i** Allgemein: ab 2024 müssen Verschlüsse von Getränkebehältnissen bis zu drei Litern, die gänzlich oder teilweise aus Kunststoff hergestellt sind, für die Dauer des bestimmungsgemäßen Gebrauchs auf dem Behälter befestigt bleiben. Deshalb sollten Verschlüsse im besten Fall aus demselben Material wie das Packmittel bestehen, damit diese gemeinsam recycelt werden können. Besteht der Verschluss aus einem anderen Material wie das Packmittel, sollte er im Recyclingprozess abtrennbar sein (z.B. durch grobes Schreddern etc.).
- i** Allgemein: Es gilt generell, auf Metall und metallhaltige Verschlüsse auf Kunststoffverpackungen zu verzichten, da diese zur ungewollten Aussortierung führen können.
- i** Allgemein: Siegelfolien (umfasst auch Siegelplatinen) sollten durch Konsument*innen rückstandslos entfernbar sein.
- i** Allgemein: Abtrennbare Kleinteile, wie vollständig abziehbare Aufziehbänder, gilt es aufgrund des hohen Litteringpotenzials zu vermeiden.
- i** Verschlüsse bei Verpackungen aus PE oder PP: möglichst aus dem gleichen Material
- i** Verschlüsse bei Verpackungen aus PET: Materialien mit einer Dichte $< 1 \text{ g/cm}^3$

SLEEVES (KLEBSTOFFFREIE DEKORATION)

- i** Allgemein: Sleeves sollten im besten Fall aus demselben Material wie das Packmittel bestehen (Ausnahme PET). Zudem sollten Sleeves generell möglichst wenig bedruckt sein und/oder eine möglichst kleine Fläche der Verpackung bedecken.
- i** Allgemein: Sleeves können auch aus einem anderem Material wie das Packmittel bestehen, wenn eine Abtrennung durch unterschiedliche Dichten möglich ist. Jedoch sollten diese maximal 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche bedecken, um eine Fehlsortierung zu vermeiden.
- i** Sleeves bei Verpackungen aus PET: Materialien mit einer Dichte $< 1 \text{ g/cm}^3$
- i** Allgemein: Es gilt generell auf metallhaltige Dekoration zu verzichten, da diese zur ungewollten Aussortierung führen können.

Wenn vollflächig bedruckte Sleeves über 50 % bzw 70% der Verpackungsoberfläche einnehmen und/oder aus einem anderen Material als das Packmittel bestehen, kann die Sortierbarkeit nachteilig beeinflusst werden. Einen Spezialfall nehmen Sleeves ein, welche von Konsument*innen entfernt werden können. So gibt es von Seiten der EPBP Empfehlungen, doppelt perforierte Sleeves, die einen Hinweis für Letztverbraucher*innen zur Entfernung der Sleeves enthalten, einzusetzen. Diese Regelung gilt jedoch nur für Pflege- und Reinigungs-Produkte bis 2022. Aus derzeitiger Sicht ist nicht abzusehen, ob sich nationale Behörden dieser Ansicht anschließen.

ETIKETTEN

- i Allgemein: Besteht ein Etikett nicht aus demselben Material wie das Packmittel, sollten maximal 50 % bzw. 70 % der Verpackung bedeckt sein¹¹⁵.
- i Allgemein: Etiketten sollten aus demselben Materialtyp wie das Packmittel bestehen (Ausnahme PET). Ist dies nicht der Fall, müssen die Etikettenklebstoffe so gestaltet sein, dass sie im spezifischen Recyclingprozess abgetrennt werden können¹¹⁶.
- i Allgemein: In-Mould-Etiketten und Material der Verpackung ident
- i Kunststoffetiketten bei Verpackungen aus PET: Materialien mit einer Dichte < 1 g/cm³
- i Papieretiketten auf Verpackungen aus Kunststoff: sollten nassfest sein
- i Allgemein: Es gilt generell auf metallhaltige Dekoration zu verzichten, da diese zur ungewollten Aussortierung führen können.

Etiketten können in unterschiedlichen Ausführungen und Kombinationen eingesetzt werden. Daraus ergeben sich verschiedene Anforderungen an die Verwertung. Zusätzlich gelten je nach Art des Basis-Packmittels spezifische Empfehlungen.

In-Mould-Etiketten

Spritzgegossene oder tiefgezogene In-Mould-Etiketten sollten, wenn möglich, aus dem gleichen Material wie das Packmittel hergestellt sein. Die Bedruckung sollte jedoch möglichst sparsam ausgeführt sein, da das fest verbundene In-Mould-Etikett zusammen mit dem Packmittel recycelt wird und eine übermäßige Bedruckung zur Herabsetzung der Rezyklatqualität führt. Der Einsatz von Carbon Black (schwarz)-basierten Farbstoffen ist zu vermeiden, da die Gefahr einer Absorption der Nah-Infrarot Detektion besteht und die Verpackung somit im Rejekt (Ausschuss) landet.



¹¹⁵ Bedeckt die Dekoration mehr als 50 % bzw. 70 % der Verpackungsoberfläche, muss die Sortierfähigkeit des Packmittels mittels Sortierversuch nachgewiesen werden um als recyclingfähig zu gelten

¹¹⁶ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

Weitere Etiketten

Empfehlungen für Selbstklebeetiketten (Etiketten, beschichtet mit drucksensitiven Klebstoffen), Etiketten, die mit der Hilfe von Schmelzklebstoffapplikationen aufgebracht werden sowie allgemeine Empfehlungen für den Einsatz recyclinggerechter Klebstoffapplikationen befinden sich derzeit in Überarbeitung¹¹⁶.

ANDERE KOMPONENTEN UND PACKHILFSMITTEL (EINLAGEN, PADS, TAGS, ETC.)

-  Generell gilt es bei etwaigen anderen Komponenten zu beachten, dass diese entweder auf das Material des Packmittels abgestimmt sind (z.B. Einlage aus PE in PE-Schale) oder mechanisch leicht durch Anwender*innen oder während des Sortierprozesses abgetrennt werden können.
-  Anhaftende Komponenten aus anderen Materialien, vor allem aus Metallen und Nicht-Kunststoffen, welche nicht einfach mechanisch abtrennbar sind (z.B. anhaftende RFID-Tags) können die Verwertung der Verpackung stören.

SELTENE UND KOMPOSTIERBARE KUNSTSTOFFE

SELTENE KUNSTSTOFFE

Recycling kann in der Regel nur dann in wirtschaftlicher Art erfolgen, wenn das Eingangsmaterial in großen und möglichst homogenen Mengen vorliegt. Die Recyclinginfrastruktur in Österreich, Deutschland und den Niederlanden hat sich im Laufe der Jahre an die am häufigsten eingesetzten Werkstoffe angepasst. Für Materialien, die am Markt nur selten vorkommen, gibt es daher oft, trotz ihrer möglicherweise guten Recyclingfähigkeit, keine geeigneten Verwertungsströme.

Ein recyclinggerechtes Design von Verpackungen sollte deshalb auf den Einsatz von einigen wenigen, häufigen Werkstoffen setzen. Zu den seltenen Werkstoffen, auf deren Einsatz verzichtet werden sollte, zählen unter anderem Polycarbonat (PC) und Polyvinylchlorid (PVC).

KOMPOSTIERBARE KUNSTSTOFFE

Bio-basierte Kunststoffe (wie z.B. Bio-PE, Bio-PP oder Bio-PET) sind analog zu den in der Guideline gelisteten Werkstoffen zu behandeln, solange sie die gleichen technischen Eigenschaften aufweisen. Kompostierbare Kunststoffe (nach DIN EN 13432) stellen hingegen eine Herausforderung für das Recycling dar. Das Ziel der Kompostierbarkeit läuft dem Recyclingprozess entgegen, da gut kompostierbares Material oftmals bereits beim Eintreffen im Verwertungsstrom an Qualität verloren hat. Werden kompostierbare Kunststoffe in Österreich über die getrennte Sammlung für organische Abfälle entsorgt, so werden diese derzeit üblicherweise nicht von nicht-kompostierbaren Kunststoffen unterschieden und deshalb aussortiert und thermisch verwertet. Bei Produkten, für die aufgrund einer anzunehmenden starken Verschmutzung oder sonstigen Gründen ein stoffliches Recycling ausgeschlossen ist, könnte der Einsatz von bio-abbaubaren Materialien jedoch in Zukunft empfehlenswert sein (z.B. Kaffeekapseln, Verpackungen für Frischfleisch, etc.). Dabei muss jedoch ein Nachweis über die industrielle Kompostierung vorliegen und dies auch an Endkonsument*innen kommuniziert werden.

Vom Einsatz oxo-abbaubarer Kunststoffe, also konventioneller Kunststoffe, deren Additive einen Zerfall in der Umwelt ermöglichen, ist absolut abzuraten. Abgesehen von der Schädigung der Rezyklatqualität führt der unvollständige Zerfall oxo-abbaubarer Kunststoffe in der Umwelt zur Entstehung von Mikroplastik. Das Inverkehrbringen oxo-abbaubarer Kunststoffe wird ohnedies im Rahmen der Einweg-Kunststoffrichtlinie der EU (2019/904, Artikel 5) seit 03. Juli 2021 verboten.

VERBUNDMATERIALIEN MIT KUNSTSTOFFANTEIL

Verbundmaterialien bzw. Mehrschichtverbunde (engl.: Multilayer), also Werkstoffe aus zwei oder mehreren unterschiedlichen Materialien, können die besten Eigenschaften der jeweils verbundenen Materialien vereinen. Ein häufiger Verwendungszweck von Verbundmaterialien sind Folien, die eine hohe Barrierefunktion aufweisen und somit die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängern. Verbundmaterialien können einen hohen Produktschutz bei reduziertem Verpackungsgewicht ermöglichen, jedoch das Recycling erschweren oder sogar verhindern. Recyclingfähige Kunststoffverbunde werden in den jeweiligen Tabellen (materialspezifisch) angeführt.

GETRÄNKEVERBUNDKARTON

Getränkeverbundkartons (GVKs) bestehen in der Regel aus einem ein- oder zweiseitig mit LDPE beschichteten Karton sowie gegebenenfalls aus einer Aluminiumzwischen-schicht (für länger haltbare Produkte). Sie werden in Österreich, Deutschland und den Niederlanden gemeinsam mit Leichtverpackungen aus Kunststoff gesammelt. Die Sortierung erfolgt mittels NIR (Nah-Infrarot)-Sensoren, welche die spezifische Packstoffzusammensetzung von Getränkeverbundkartons erkennen. Aus diesem Grund kann es zu Problemen bei der Sortierung kommen, wenn die äußeren Schichten nicht wie gewohnt aus PE und Karton bestehen¹¹⁷. Der typische Standardaufbau bzw. die spezifische Packstoffzusammensetzung von Getränkeverbundkartons ist wie folgt:

GVK für frische Produkte	Aseptischer GVK für länger haltbare Produkte
<ul style="list-style-type: none"> • PE – Innenbeschichtung • PE – Haftvermittlungsschicht • Karton • Bedruckung • PE – Außenbeschichtung 	<ul style="list-style-type: none"> • PE – Innenbeschichtung • PE – Haftvermittlungsschicht • Aluminiumfolie • PE – Haftvermittlungsschicht • Karton • Bedruckung • PE – Außenbeschichtung
Der Massenanteil der Bestandteile beträgt ungefähr 80 % Karton und 20 % PE.	Der Massenanteil der Bestandteile beträgt ungefähr 75 % Karton, 20 % PE und 5 % Aluminium.

Die Aufbereitung erfolgt anschließend in speziellen Pulpnern, welche die Faseranteile der geschredderten Packstoffe abtrennen und deren Einsatz in neuen papierbasierten Produkten ermöglichen, während LDPE und Aluminium üblicherweise einer thermischen Verwertung zugeführt werden. Der Aufschlussprozess ermöglicht jedoch nicht die vollständige Rückgewinnung der Fasern, da ein geringer Anteil mit der Kunststoffbeschichtung verbunden bleibt und im Rejekt endet. Es laufen jedoch aktuelle Entwicklungen, welche eine gesteigerte stoffliche Verwertung von GVKs und insbesondere der Polyethylen- und Aluminium-Bestandteile zum Ziel haben. Es gilt, je niedriger der Nicht-Faseranteil eines Getränkeverbundkartons, desto höher ist die Effizienz des Recyclingprozesses. Aus diesem Grund ist es auch wichtig den Anteil an Füllstoffen und Bindemitteln im Faseranteil so gering wie möglich zu halten. Diese beeinflussen den Aufschlussprozess zwar nicht negativ, der Faseranteil wird jedoch dementsprechend verringert, weshalb die gesamte Faser-Ausbeute geringer ist.

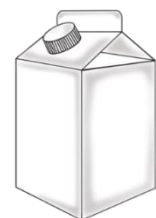
EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE GETRÄNKEVERBUNDKARTONS

¹¹⁷ Der Sortierprozess kann jedoch anlagenspezifisch abweichen.

Recyclingfähigkeit von Getränkeverbundkartons				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Herkunft der Fasern	Nadel- und Laubbaum	nichtholzige Pflanzen wie Hanf, Gras, Baumwolle etc.	
	Zusätze	mineralische Füllstoffe im Papieranteil wie Kaolin, Talkum und Kalziumkarbonat; Titandioxid (Weißpigment); Stärke (Bindemittel)		nassfest ausgerüstete Faseranteile
	Beschichtungen und Nahtversiegelungen	einseitige Kunststoffbeschichtung oder Kunststofflaminat aus PE; beidseitige Kunststoffbeschichtung aus PE		metallisierte Oberflächen beziehungsweise Beschichtungen welche die NIR Detektion stören
	Bedruckung	EuPIA-konforme Farben;		mineralöhlhaltige Farben
Packhilfsmittel – Verschluss		HDPE, PP mit leichter Abtrennbarkeit im Pulper von den anderen Verpackungskomponenten		
Ausführungen		Gemäß spezifischer Packstoffzusammensetzung (Standardaufbau)		abweichende Ausführungen vom Standardaufbau

Verbundmaterialien mit Kunststoffanteil

- ✓ Ausführung gemäß des GVK-Standardaufbaus
- ✓ Verschluss aus HDPE oder PP
- ✓ Bedruckung mit EuPIA-konformen Druckfarben



VERPACKUNGEN AUS PAPIER / PAPPE / KARTON

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

Papierverpackungen werden in Österreich, Deutschland und den Niederlanden flächendeckend und einheitlich mit anderen Papiererzeugnissen (Zeitungen, Magazine, etc.) gesammelt. Rund drei Viertel des in Österreich eingesetzten Papiers wird derzeit recycelt. Werden Verpackungspapiere gemeinsam mit grafischen Papieren in der haushaltsnahen Sammlung erfasst, so muss eine Altpapiersortierung durchgeführt werden. Erst durch die Sortierung können dann die Altpapiersorten (gemäß EN643) bereitgestellt werden, welche von der Papierindustrie verarbeitet werden können. In der Regel werden aus alten Verpackungspapieren wieder neue Verpackungen, wie zum Beispiel Wellpapprohstoffe oder graue Kartons.

Die in folgender Tabelle zusammengefassten Empfehlungen beziehen sich auf die Recyclingfähigkeit von Papierverpackungen in einem standardmäßig ausgestatteten Papierwerk: Einige der Empfehlungen beruhen dabei auf den Vorgaben der *Paper and Board Packaging Recyclability Guidelines* (Confederation of Paper Industries - CPI).

Das Recycling von Getränkeverbundkartons und Silikonpapieren setzt eine spezielle Technologie voraus (Informationen zum Recycling von Getränkeverbundkartons siehe Kapitel *Verbundmaterialien mit Kunststoffanteil*).

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS PAPIER / PAPPE UND KARTON

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus Papier / Pappe / Karton				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Herkunft der Fasern	Nadel- und Laubbaum	nichtholzige Pflanzen wie Hanf, Gras, Baumwolle etc.	
	Beschichtungen ¹¹⁸	ohne Beschichtung; einseitige Kunststoffbeschichtung oder Kunststofflaminat, wenn Faseranteil > 95 %	einseitige Kunststoffbeschichtung oder Kunststofflaminat, wenn Faseranteil 85 bis 95 %; metallisiertes Papier, wenn die Metallisierung unter 60 % der Oberfläche einnimmt	beidseitige Kunststoffbeschichtung ¹¹⁹ ; einseitige Kunststoffbeschichtung oder Kunststofflaminat, wenn Faseranteil < 85 %; Wachsbeschichtung; Silikonpapier
Packmitte	Klebstoffapplikationen ¹²⁰	derzeit in Überarbeitung	derzeit in Überarbeitung	derzeit in Überarbeitung

¹¹⁸ Bei den angegebenen Mindestfaseranteil - Grenzwerten des handelt es sich um aktuelle Empfehlungen, welche ggf. nach Veröffentlichung der CEPI-Guideline adaptiert werden.

¹¹⁹ Verbundkartons bilden hierbei eine Ausnahme.

¹²⁰ spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus Papier / Pappe / Karton			
Komponente	gut	weniger gut	schlecht
Zusätze	mineralische Füllstoffe wie Kaolin, Talkum und Kalziumkarbonat; Titandioxid (Weißpigment); Stärke (Bindemittel);		nassfest ausgerüstete Faseranteile ¹²¹
Bedruckung	EuPIA-konforme Farben ¹²²		mineralölhaltige Farben
Ausführungen	minimale Bedruckung ohne Kombination mit nicht faserbasierten Werkstoffen; Klebebänder mit gut zu zerfasernden Trägern aus Zellulose und einfach abtrennbare Klebebänder bzw. Klebstoffapplikationen	Nicht leicht abtrennbare Klebebänder, bzw. Klebstoffapplikationen; Sichtfenster und andere Kunststoffkomponenten, die leicht vom Papier abgetrennt werden können;	Sichtfenster und andere Kunststoffkomponenten, die nicht leicht vom Papier abgetrennt werden können

Prinzipiell kann Papier gut recycelt werden, die Recyclingfähigkeit wird jedoch durch verschiedene Faktoren beeinträchtigt:

Stickies

Empfehlungen derzeit in Überarbeitung¹²³.

Additive

Manche Papierverpackungen für Spezialanwendungen enthalten Additive zum Schutz vor Feuchtigkeit, die ebenfalls Probleme im Recycling erzeugen können. Diese sogenannten „Nassfestmittel“ verhindern das Lösen der Fasern beim Recycling.

¹²¹ Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

¹²² Einschränkungen können bei dem Einsatz UV-gehärteter Druckfarben bestehen, da die Gefahr besteht die Qualität des Sekundärmaterials zu reduzieren (dies gilt vor allem im Recyclingprozess der grafischen Papierindustrie).

¹²³ Spezifische Anforderungen an Klebstoffapplikationen und Empfehlungen sind derzeit in der „Focus Group Recycling-Ready Adhesives“ unter Bearbeitung.

Beschichtungen

Kunststoffbeschichtungen bzw. der Einsatz von Papier in Mehrschichtverbunden kann zu einem Verlust der Recyclingfähigkeit führen. Die Fasern in Verbundverpackungen können zwar im Pulper herausgelöst und rückgewonnen werden, allerdings kommt es zu einer Herabsetzung der Recyclingeffizienz. Der Kunststoff (hauptsächlich PE) und andere Störstoffe landen im Rejekt, dessen Entsorgung mit zusätzlichem Aufwand verbunden ist. Außerdem besteht die Gefahr, dass an den Kunststoffresten Fasern haften bleiben, wodurch sich die Faserausbeute dezimiert. Um ein effizientes Papierrecycling zu gewährleisten, sollte der Kunststoffgehalt möglichst gering gehalten werden. Wo möglich sollten Sichtfenster und andere Komponenten aus Kunststoff von Konsument*innen leicht entfernbar sein.

Silikonpapiere (z.B. Etikettenträgerpapier) verursachen im normalen Papierrecycling Probleme, da das Silikon nicht entfernt werden kann und die Qualität des Recyclingpapiers deutlich gemindert wird. Es existieren nur wenige spezialisierte Papierwerke, die Silikon effektiv von Fasern trennen und derartige Papiere wiederverwerten können.

Druckfarben

Die Verwendung toxischer Druckfarben hat einen negativen Einfluss auf die Recyclingfähigkeit, weil ihre Entsorgung sehr aufwändig ist bzw. ihre Präsenz im Recyclingpapier Probleme verursacht. Farben, auf die die Ausschlusskriterien der EuPIA (European Printing Ink Association) zutreffen, sollen vermieden werden. Auch EuPIA-konforme UV-gehärtete Druckfarben und Lacke können zu Qualitätsminderungen im Papierrecycling (z.B. Einschluss von Farbpunkten) führen, da sie im herkömmlichen Deinkingprozess nur schwer zu entfernen sind. Dies ist primär für das Recycling grafischer Papiere relevant, sollte jedoch auch bei Verpackungen berücksichtigt werden.

Die Verwendung mineralöhlhaltiger Druckfarben ist problematisch, da diese Substanzen in das verpackte Produkt migrieren können. Im Recyclingprozess können Mineralölrückstände nicht vollständig entfernt werden, weswegen es Einschränkungen bei der Verwendung von Recyclingkarton im Lebensmittelbereich gibt, oder eine spezifische Prüfung auf Eignung durchzuführen ist.

Spezialfasern

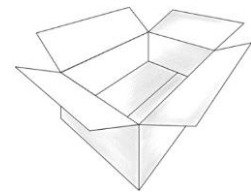
Die Auswirkungen auf den Recyclingprozess von Verpackungen aus Fasern, welche nicht aus Holz gewonnen werden (z.B. Gras, Hanf, Baumwolle etc.) sind noch nicht zur Gänze geklärt. Ein geringer Eintrag dieser Materialien in den Altpapierstrom ist jedoch als unkritisch für den Recyclingprozess anzusehen. Anwendungspotenziale in diesem Bereich sind weiter zu prüfen.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE FÜR RECYCLINGFÄHIGE VERPACKUNGEN AUS PAPIER ODER PAPPE

- ✓ Uneingefärbtes/r Papier / Karton
- ✓ Einseitige Kunststoffbeschichtung unter 5 % Massenanteil der Gesamtmasse
- ✓ Bedruckt mit Druckfarben laut EuPIA-Richtlinie



- ✓ Uneingefärbte Wellpappe
- ✓ Minimale Bedruckung mit EuPIA-konformen Farben
- ✓ Einlageteile ebenfalls aus Karton



VERPACKUNGEN AUS GLAS

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

Glas kann nahezu unbegrenzt recycelt werden und behält dabei seine spezifischen Eigenschaften. Verpackungen aus Glas werden in Österreich, Deutschland und den Niederlanden flächendeckend und einheitlich über Altglasbehälter gesammelt, wobei Weiß- und Buntglas getrennt werden. Die Herstellung von Glas ist energieintensiv, der Einsatz von Sekundärmaterial kann diesen Energieaufwand pro 10 % Scherbenanteil jedoch um 2 - 3 % reduzieren. Für die Produktion von grünem Glas kann praktisch jede Glasfarbe verwendet werden, weshalb Grünglas auch den höchsten Altglasanteil aufweist.

Permanent haftende Etiketten, vollgesleepte Flaschen sowie stark lackierte Flaschen können zu einer Fehldetektion und somit der Ausscheidung von Glas aus dem Recyclingprozess führen. Zudem können anhaftende Etiketten die Schlagbearbeitung behindern und zu einer geringeren Scherbenrückgewinnung führen. Ferromagnetische Metalle und Aluminium können im Sortierprozess ausgeschieden werden.

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS GLAS

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus Glas				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material und Zusätze	Dreikomponenten-Verpackungsglas (Quarzsand, Soda, Kalk); Schwermetallkonzentration entsprechend der Kommissionsentscheidung 2001/171/EC		kein Verpackungsglas wie z.B. hitzebeständiges Glas (z.B. Boro-Silikatglas); Bleikristall; Kryolithglas; Emaille-Bestandteile
	Farbe	grün, braun, weiß /transparent und verwandte Farbtöne	opak gefärbtes Glas und metallische Farben	schwarz, dunkelblau
	Bedruckung/Lackierung	direkte Bedruckung; EuPIA-konforme Lacke und Druckfarben	Glasbehälter ist vollflächig farbig beschichtet	
Packhilfsmittel	Verschlüsse	Ferromagnetische (Legierungs-) Metalle; Kunststoff; Aluminium		Keramik; Bügelverschlüsse mit Keramik/Porzellan-Anteil
Packhilfsmittel	Dekoration	Gravierung; Papieretiketten (nassfest)	permanent haftende Kunststoffetiketten	permanent haftende und großflächige, Kunststoffetiketten sowie vollflächige Sleeves

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL FÜR EINE RECYCLINGFÄHIGE VERPACKUNG AUS GLAS

- ✓ Flasche aus Dreikomponenten-Verpackungsglas
- ✓ Farbe transparent, grün oder braun
- ✓ Drehverschluss aus Aluminium
- ✓ Im Sortiervorgang abtrennbare Etiketten



VERPACKUNGEN AUS WEISSBLECH

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

In Österreich, Deutschland und den Niederlanden existieren flächendeckend Sammel- und Verwertungsstrukturen für Weißblechverpackungen. Nach der Sammlung gelangen diese in Schredderbetriebe oder Sortieranlagen, in denen sie händisch aussortiert oder mit Hilfe von Magnetabscheidern von anderen Metallverpackungen getrennt werden.

Weißblechdosen können praktisch unbegrenzt ohne Qualitätsverlust recycelt werden. Aerosoldosen (Sprühdosen mit Treibgas) mit Resten von leicht entflammaren Flüssigkeiten können zu Unfällen in Recyclinganlagen führen. Deshalb müssen diese Verpackungen frei von Produktresten und Treibgas sein oder aus dem Recyclingsystem durch getrennte Sammlung oder Aussortierung entfernt werden.

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS WEISSBLECH

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus Weißblech				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material und Zusätze	ferromagnetische (Legierungs-) Metalle		
	Bedruckung/ Lackierung	Lackbeschichtung; EuPIA-konforme Lacke und Druckfarben		nicht konforme Farben
Ausführungen			Aerosoldosen mit nicht-Kohlenwasserstoff-basierten Treibmitteln	Aerosoldosen mit Kohlenwasserstoff-basierten Treibmitteln; Sprühdosen mit Restinhalt
Packhilfsmittel - Verschlüsse		ferromagnetische (Legierungs-) Metalle	Kunststoffe	
Packhilfsmittel – Dekoration		Papierbänderole; Prägung		PVC-Etiketten

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL FÜR EINE RECYCLINGFÄHIGE VERPACKUNG AUS WEISSBLECH

- ✓ Ferromagnetische Metalldose
- ✓ Schutzlack innen
- ✓ Papierbänderole



VERPACKUNGEN AUS ALUMINIUM

AKTUELLE SAMMEL- UND VERWERTUNGSSTRUKTUREN

In Österreich, Deutschland und den Niederlanden existieren flächendeckend Sammel- und Verwertungsstrukturen für Aluminiumverpackungen. Diese gelangen nach der Sammlung in Sortieranlagen oder Schredderbetriebe, in denen sie händisch aussortiert oder mit Hilfe von Wirbelstromabscheidern von anderen Metallverpackungen getrennt werden. Aluminiumverpackungen können somit sehr gut recycelt werden.

EMPFEHLUNGEN FÜR RECYCLINGGERECHTE VERPACKUNGEN AUS ALUMINIUM

Recyclingfähigkeit von Verpackungen aus Aluminium				
Komponente		gut	weniger gut	schlecht
Packmittel	Material und Zusätze	NE-Metallanteile		Verbundmaterial ¹²⁴
	Bedruckung/Lackierung	Lackbeschichtung; Aluminium direkt bedruckt; EuPIA-konforme Lacke und Druckfarben		nicht konforme Farben
Packhilfsmittel	Verschlüsse	Verschluss aus Aluminium	Kunststoffverschlüsse und Ventilkappen, wenn diese vor der Entsorgung bzw. während des Sortierprozesses abgetrennt werden können	
	Dekoration	Prägung		PVC-Etiketten
Ausführungen		Monomaterial-Verpackung (alle Komponenten aus Aluminium)	Aerosoldosen mit nicht-Kohlenwasserstoff-basierten Treibmitteln „Widget“ Stickstoff-Kugel in Bierdosen; Sprühsystem mit Pumpzerstäuber	Kunststoffkomponente bei Blisterverpackungen; Aerosoldosen mit Kohlenwasserstoff-basierten Treibmitteln; Sprühdosen mit Restinhalt

¹²⁴ Abweichende Feststellungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Die folgenden Empfehlungen sind spezifisch für gewisse Verpackungstypen gültig und sind als Erweiterung zu den oben genannten Empfehlungen aus der Tabelle zu sehen.

ALUMINIUMDOSEN

- Aluminiumdosen werden in den meisten Fällen aus einer Legierung der 3000-Serie hergestellt, während ihre Lasche in der Regel aus einer Legierung der 5000-Serie besteht.
- Grobe Verschmutzungen, sowie Weißblechdosen und Kunststoffe sollten vor dem Schmelzprozess entfernt werden. Der Einsatz von Kunststoffen in Zusammenhang mit Dosen reduziert die Qualität und damit den Preis.
- Aerosol-Aluminiumdosen sind Sprühdosen welche ein Treibmittel / Treibgas enthalten. Hierfür werden zum einen Treibmittel auf Kohlenwasserstoffbasis oder komprimierte Gase, wie Kohlendioxid, verwendet. Besonders die Kohlenwasserstoff-basierten Treibmittel können zu gefährlichen Explosionen im Recyclingprozess führen. Die Verwendung alternativer, nicht-Kohlenwasserstoff-basierter Treibmittel wird somit präferiert.
- Aerosol-Aluminiumdosen sollten generell gut restentleerbar sein, da Reste an leicht entflammaren Flüssigkeiten ebenfalls ein Problem im Recycling darstellen. Die Verpackung sollte den Benutzer*innen mitteilen, dass die Sprühdosen vor der Entsorgung vollständig entleert werden sollen und kein Treibgas mehr vorhanden sein darf, um es in die Verpackungssammlung einzubringen.
- Aerosoldosen sind zwar prinzipiell mit dem Aluminiumrecyclingprozess kompatibel, werden aufgrund der oben genannten Sicherheitsproblematik jedoch oft getrennt gesammelt und thermisch verwertet. Aus der entstehenden Schlacke kann zwar ein Teil des Aluminiums zurückgewonnen werden, allerdings mit erheblichen Verlusten.
- Ist es notwendig den Inhalt fein zu verstäuben, kann alternativ oft ein mit Druckluft betriebener Pumpzerstäuber eingesetzt werden und somit komplett auf den Einsatz eines Aerosol-Systems verzichtet werden.

ALUMINIUMTUBEN

- Aluminiumtuben werden üblicherweise aus Aluminium der 1000-Serie hergestellt. Generell gilt es, die Wände der Aluminiumtube so dünn wie möglich zu gestalten, um eine bessere Flexibilität und somit eine einfache Produktentnahme und Restentleerung zu ermöglichen und Material einzusparen. Dies kann auch durch Verbraucherhinweise auf der Verpackung zur vollständigen Entleerung verstärkt werden. Es gilt jedoch zu beachten, dass aufgrund des schnellen Oxidationsprozesses die dünnen Enden der Tuben oft nicht schmelzen, sondern oxidieren.
- Aluminiumverbundtuben (Bsp. PE/Alu/PE) sollten vermieden werden, da der Aluminiumanteil nicht rückgewonnen werden kann.
- Kunststoffschraubverschlüsse sollten von Konsument*innen einfach abgetrennt und separat entsorgt werden können.

ALUMINIUMFOLIEN

- Aluminiumfolien werden in der Regel aus Legierungen der 1000-Serie bzw. 8000-Serie hergestellt, weshalb sie theoretisch recycelbar sind.
- Aufgrund ihrer oftmals geringen Dicke sind sie jedoch nicht für einen Schmelzprozess geeignet. Sehr dünne oder stark verschmutzte Folien können bzw. werden deshalb in der Regel nicht recycelt¹²⁵. Um dies zu verhindern, sollten Aluminiumfolien vor der Entsorgung von den Benutzer*innen komprimiert und zusammengedrückt werden, um ihre Selektierbarkeit zu gewährleisten und eine Oxidation im Schmelzofen zu vermeiden.

ALUMINIUMVERSCHLÜSSE

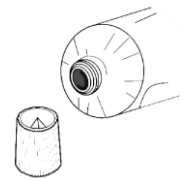
- Schraubverschlüsse und Kappen aus reinem Aluminium haben, insofern diese im jeweiligen Recyclingprozess getrennt und richtig sortiert werden können, großes Potenzial für hochwertiges Recycling.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL FÜR EINE RECYCLINGFÄHIGE VERPACKUNG AUS ALUMINIUM

- ✓ Aluminiumdose mit direkter Bedruckung
- ✓ Stay-On Verschlusslösung
- ✓ Ohne Kunststoffteile



- ✓ Tube aus Aluminium mit direkter Bedruckung
- ✓ Verschluss-Siegel aus einem Guss (nur zum Aufstechen durch die Verschlusskappe)
- ✓ Keine abziehbare Platine



¹²⁵ Abweichende Feststellungen können im Einzelfall geprüft werden.

LÄNDERSPEZIFISCHE ERFASSUNGS- STRUKTUREN

Internationalisierung der Designempfehlungen

Die Grundlage für eine länderübergreifende Kreislaufwirtschaft bildet ein möglichst harmonisiertes System für die Erfassung (Sammlung und Verwertung) von Verpackungsabfällen. Die Überlegungen im Designprozess von Verpackungen sollten daher auch auf internationaler Ebene die vorhandenen Recyclingstrukturen mitberücksichtigen. Umgekehrt muss auch die Recyclingstruktur der einzelnen Länder auf Materialien und Produkte am Markt abgestimmt sein. Einheitliches Verpackungsdesign und gut etablierte Verwertungsstrukturen ermöglichen langfristig eine kontinuierliche Erhöhung der Recyclingquoten und Qualität der gewonnenen Sekundärrohstoffe.

Aktuell bestehen teilweise sehr große nationalspezifische Unterschiede in den Sammlungs- und Verwertungsstrukturen der einzelnen Länder. Auch innerhalb Europas unterscheiden sich die Systeme sehr stark. Aus diesem Grund bestehen auch unterschiedliche Designempfehlungen für recyclingfähiges Verpackungsdesign. Das Ziel ist daher eine möglichst harmonisierte Struktur und in Folge dessen auch einheitliche Designempfehlungen. Aktuell stehen Verpackungshersteller vor der großen Herausforderung viele unterschiedliche Kriterien für einen globalen Markt zu erfüllen.

Die FH Campus Wien arbeitet an der Erhebung der Unterschiede nationalspezifischer Designkriterien, woraus zukünftige Harmonisierungsbestrebungen abgeleitet werden können.

Erfassungsstrukturen Österreich – Niederlande – Deutschland

Die Empfehlungen der *Circular Packaging Design Guideline* können im Allgemeinen für Österreich, Deutschland und die Niederlande angewendet werden, da hier grundlegend von ähnlichen abfallwirtschaftlichen Strukturen ausgegangen werden kann. Trotz der ähnlichen Strukturen kommt es in diesen Ländern aufgrund technischer oder struktureller Gegebenheiten zu Abweichungen.

Materialien, die zwar recyclingfähig sind, aber nur einen geringen Marktwert aufweisen oder in zu geringen Mengen gesammelt werden, werden oftmals aus ökonomischen Gründen nicht sortiert und nicht für ein Recycling vorbereitet. Technische Möglichkeiten werden ebenfalls aus ökonomischen Gründen nicht vollständig ausgenutzt. Beispielsweise bestehen in der Verwertung thermogeformter PET-Schalen derzeit in Österreich noch strukturelle Einschränkungen, welche ein hochwertiges Closed-Loop Recycling verhindern. Dieselbe Verpackung wird in den Niederlanden jedoch bereits einem hochwertigen Recycling zugeführt, eine Diskrepanz, die zu Missverständnissen bezüglich der Recyclingfähigkeit führen kann.

Die nachfolgende Tabelle stellt die bestehenden Unterschiede in den Verwertungsstrukturen der Länder Österreich, Deutschland und den Niederlanden dar.



Übersicht zu länderspezifischen Erfassungsstrukturen – Österreich – Deutschland – Niederlande

Verpackungsabfallstrom		Österreich	Deutschland	Niederlande
	Getränkerverbundkarton	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
	Papier	Erfassungsstruktur vorhanden (gilt auch für einseitig beschichtetes Papier)	Erfassungsstruktur vorhanden (gilt auch für einseitig beschichtetes Papier)	Erfassungsstruktur vorhanden (gilt auch für einseitig beschichtetes Papier)
	Aluminium	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
	Weißblech	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
	Glas	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
PS	starr	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden
	flexibel	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden
PVC	starr	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden
	flexibel	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden
PE	starr	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
	flexibel	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
PP	starr	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
	flexibel	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
	streckblasgeformt	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden	Erfassungsstruktur vorhanden
PET	thermogeformt	Recycling eingeschränkt möglich	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	Recycling ist möglich
	flexibel	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden	keine separate Erfassungsstruktur vorhanden

ANHANG

UNSER SERVICE

Die *Circular Packaging Design Guideline* entstand im Fachbereich *Verpackungs- und Ressourcenmanagement* des Departments *Applied Life Sciences* der FH Campus Wien und wurde vom Team des Kompetenzzentrums für *Sustainable and Future Oriented Packaging Solutions* entwickelt.

Das Team des Fachbereichs forscht in den Bereichen der Entwicklung nachhaltiger Verpackungen, Circular Design, Entwicklung von Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeit und Sicherheit von Verpackungen.

Um Verpackungen recyclingfähig, möglichst ressourceneffizient und umweltfreundlich zu gestalten sowie gleichzeitig das Produkt zu schützen, werden Analysen auf Basis ganzheitlicher Bewertungen durchgeführt.

Im Rahmen des Projekts *Packaging Cockpit* wird daran gearbeitet, zukünftig auch eine softwaregestützte Bewertung von Verpackungen hinsichtlich ihrer Recyclingfähigkeit zur Verfügung zu stellen, welche auch internationale Designkriterien berücksichtigt.

Bei Interesse an der ganzheitlichen Bewertung Ihrer Verpackung können Sie gerne mit den Expert*innen des Fachbereichs in Kontakt treten:

FH Campus Wien
Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement

Vienna Biocenter, Helmut-Qualtinger-Gasse 2 / Stiege 2 / 3.Stock
1030 Wien, Austria
T: +43 1 606 68 77-3565
Silvia.apprich@fh-campuswien.ac.at

www.fh-campuswien.ac.at/circulardesign

BERATUNG UND UNTERSTÜTZUNG

Beratung und Unterstützung zu konkreten Fragestellungen, Projekten und Produktentwicklungen erhalten Sie über unterschiedliche Plattformen. In Kooperation mit dieser Guideline stehen folgende Institutionen:

Circular Analytics TK GmbH: Strategies for a Transition to Circular Economy

Packforce Austria das österreichische Verpackungsforum:
Kommunikations- und Informationsplattform für die österreichische Verpackungswirtschaft

GLOSSAR

Codierung	Druck, der direkt im Zuge des Verpackungs- bzw. Abfüllvorganges auf die Primärverpackung aufgetragen wird, in den meisten Fällen für Chargennummern und Mindesthaltbarkeitsdaten (zu unterscheiden von Direktdruckverfahren wie Offset-, Flexo-, Sieb- oder Digitaldruck).
Einsatz von Recyclingmaterial	<p>Pre-consumer material (Abfall vor Gebrauch): Material, das beim Herstellungsverfahren aus dem Erfassungsstrom abgetrennt wird. Nicht enthalten ist die Wiederverwendung von Materialien aus Nachbearbeitung, Nachschliff oder Schrott, die im Verlauf eines technischen Verfahrens entstehen und im selben Prozess wiederverwendet werden können (auch bekannt als PIR, post-industrial recycled content).</p> <p>Post-consumer material (Abfall nach Gebrauch): Material aus Haushalten, gewerblichen und industriellen Einrichtungen oder Instituten (die Letztverbraucher*innen des Produktes sind), das nicht mehr länger für den vorgesehenen Zweck verwendet werden kann. Darin enthalten ist zurückgeführtes Material aus der Lieferkette (auch bekannt als PCR, post-consumer recycled, oder PCW, post-consumer waste).</p> <p>Definition nach DIN EN ISO 14021</p>
Flexible Verpackung	<p>Verpackung, welche bereits unter geringer Belastung bei bestimmungsgemäßem Gebrauch seine Form wesentlich verändert. Zum Beispiel Beutel und Säcke.</p> <p>Definition nach ÖNORM A 5405: 2009 06 15</p>
Hohlkörper	Als Hohlkörper für Haushaltsverpackungen werden Verpackungen bezeichnet welche gemäß den Größenkriterien nach § 13 h Abs. 1 Pkt. 1 AWG 2013 ein Nennfüllvolumen bis einschließlich 5 Litern aufweisen. Dies gilt beispielsweise für Flaschen, Kanister, Eimer, Dosen, Becher etc. (nicht aber für z.B. Beutel, Säcke etc.).
In-Mould-Label	Ein bereits bedrucktes Etikett wird ohne Zugabe von Haftvermittlern unmittelbar vor dem Spritzgießen, Thermoformen oder Blasformen in die Gussform gelegt. Auf diese Weise wird das Etikett zu einem festen Bestandteil des fertigen Produktes.
Littering	<p>Littering bezeichnet das Wegwerfen oder Liegenlassen kleiner Mengen Siedlungsabfall, ohne dabei die bereitstehenden Entsorgungsstellen zu benutzen.</p> <p>Definition nach Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU)</p>
Monomaterial/ Monomaterialverpackung	Eine „Einstoffverpackung“ ist eine Verpackung, deren Komponenten im Wesentlichen aus einem Packstoff oder zumindest aus dem Werkstoff einer Packstoffgruppe bestehen. Ein Beispiel ist eine Blisterverpackung, bei der sowohl der thermogeformte Unterteil als auch die Deckelfolie aus Polypropylen besteht.
Nassfest	Die Nassfestigkeit ist eine quantitative Eigenschaft und kann mit Zugfestigkeit und Wet Strength retention beschrieben werden (ISO 3781).

Ob ein Papier nassfest ist oder nicht ist eine Eigenschaft des Papiers selbst. Wenn das Papier in Wasser nicht zerfasert ist es nassfest. Hierbei ist es egal, ob das Papier noch anhaftet, geschreddert ist oder nicht.

NIAS

Lebensmittelkontaktmaterialien und Lebensmittelkontaktartikel können unbeabsichtigt eingebrachte Substanzen (NIAS) enthalten, welche unter Umständen in das Lebensmittel migrieren. Dabei handelt es sich nicht um Substanzen, die aus technischen Gründen eingebracht wurden, sondern um Nebenprodukte, Abbauprodukte und Kontaminationen. Sie können beispielsweise bei der chemischen Synthese von Rohstoffen, aber auch beim Transport oder Recycling von Verpackungen entstehen.

Restentleerbarkeit

Eignung einer Verpackung hinsichtlich der bestimmungsgemäßen Entnahme des Füllgutes durch Letztverbraucher*innen.

Starre Verpackung

Verpackung, welche unter Belastung bei bestimmungsgemäßem Gebrauch seine Form und Gestalt nicht verändert. Zum Beispiel eine Glasflasche.

Definition nach ÖNORM A 5405: 2009 06 15

Stoffliches Recycling

Stoffliches Recycling ist dadurch definiert, dass bei der Verwertung von Abfällen bzw. bereits genutzten Produkten die Nutzung der stofflichen Eigenschaften angestrebt wird, und aus diesen Sekundärrohstoffe hergestellt werden. Dies umfasst das werkstoffliche (mechanische) und das rohstoffliche (chemische) Recycling.

Verbundmaterial / Multilayer / Mehrschichtverbund /

Kombination von mehreren Packstoffen, die von Hand nicht trennbar sind und von denen keiner einen Masseanteil von 95 % überschreitet.

(Definition nach dem deutschen Verpackungsgesetz)

Verpackungskomponenten/ Packhilfsmittel

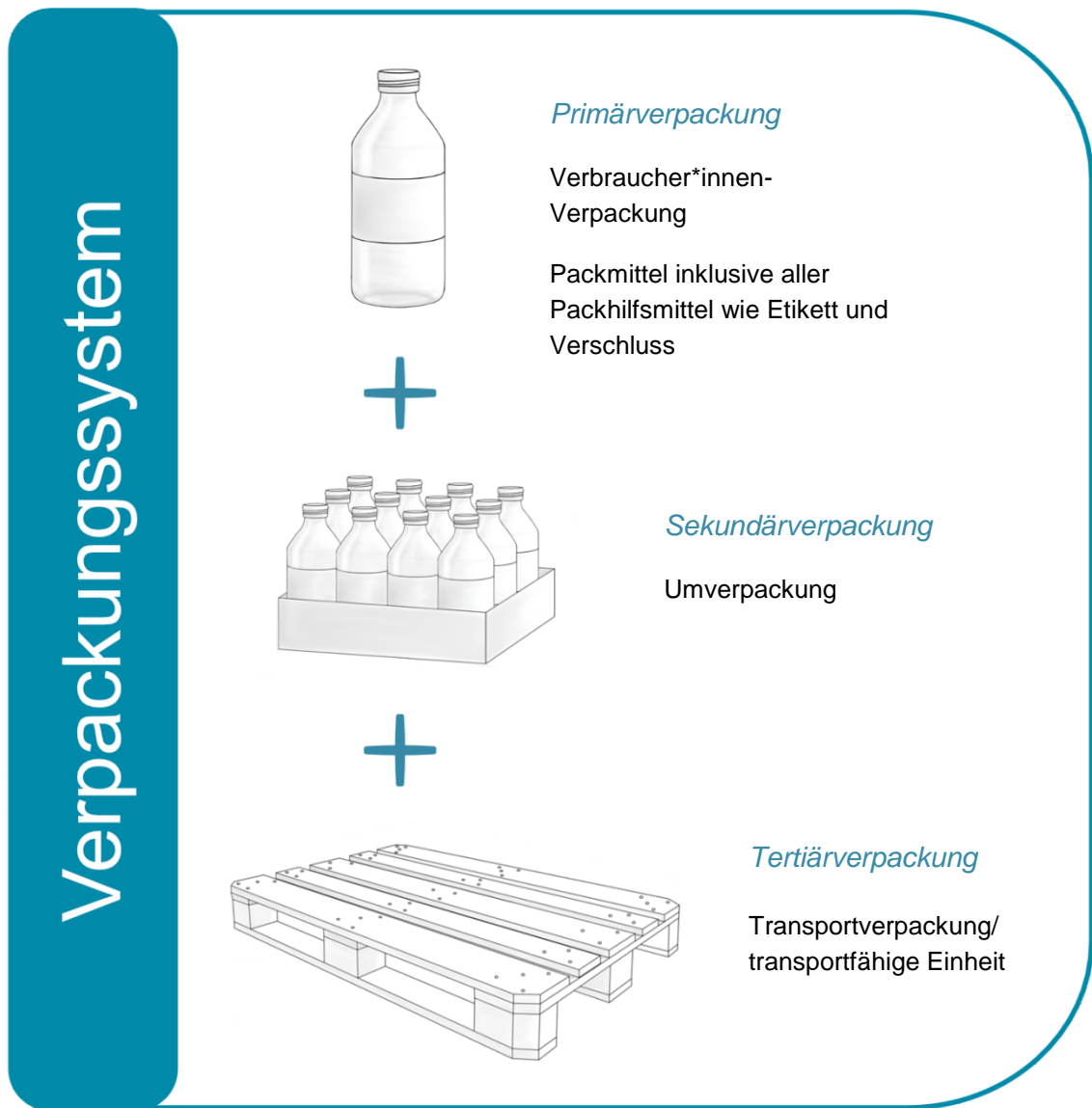
Teile einer Verpackung, die von Hand oder unter Verwendung einfacher mechanischer Hilfsmittel getrennt werden können. Hierzu zählen beispielsweise Verschlüsse und Etiketten.

Definition nach ÖNORM EN 13427:2000 12 01

Verpackungssystem

Ein Verpackungssystem umfasst sowohl die primäre (beinhaltet das Füllgut), die sekundäre (fasst Primärverpackungen zusammen) als auch die tertiäre (transportfähige Einheit) Verpackung.

Visualisierung der Verpackungsdefinitionen



LITERATUR

Für die Erstellung dieser Guideline wurden Informationen aus folgenden Literaturquellen verwendet:

- APCO - The Australian Packaging Covenant Organisation (2019): Quickstart Guide to Designing for Recyclability - PET Packaging. Online verfügbar unter: <https://documents.packagingcovenant.org.au/public-documents/Quickstart%20Guide%20-%20Designing%20for%20Recyclability;%20PET%20Packaging>, zuletzt geprüft am 01.09.2021. Und: Quickstart Guide to Designing for Recyclability - Glass Packaging. Online verfügbar unter: <https://documents.packagingcovenant.org.au/public-documents/Quickstart%20Guide%20-%20Designing%20for%20Recyclability;%20Glass%20Packaging>, zuletzt geprüft am 01.09.2021.
- bifa Umweltinstitut (2018): Recyclingfähigkeit von Verpackungen – Konkretisierung Untersuchungsrahmen und Kriterienkatalog, Augsburg.
- Bilan environnemental des emballages (2018): Découvrez l'outil pour l'eco-conception de vos emballages. BEE. Online verfügbar unter <http://bee.citeo.com/>, zuletzt geprüft am 07.11.2018.
- Bundesgesetzblatt (2017): Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen (Verpackungsgesetz – VerpackG), Teil I Nr. 45.
- CONAI - the National Packaging Consortium (2020): Design for Recycling - Guidelines to facilitate the recycling of packaging. Online verfügbar unter: <http://www.conai.org/en/prevention/thinking-about-the-future/design-for-recycling/>, zuletzt geprüft am 15.05.2020.
- Confederation of European Paper Industries (CEPI) (2019): Paper-based packaging recyclability guidelines. Online verfügbar unter: <https://www.cepi.org/paper-based-packaging-recyclability-guidelines/>, zuletzt geprüft am 31.09.2020.
- Confederation of Paper Industries – cpi (2020): Paper and board packaging recyclability guidelines. Online verfügbar unter https://thecpi.org.uk/library/PDF/Public/Publications/Guidance%20Documents/CPI%20Recyclability%20Guidelines%20Revision%201_Jan2020.pdf geprüft am 1.09.2021
- Confederation of Paper Industries – cpi & OPRL Ltd (2020): Joint CPI/OPRL public line on Recycling Labelling Rules 2019
- Cotrep - Committee for the Recycling of Plastic Packaging (2019): Recyclability of plastic packaging - Eco-design for improved recycling, Online verfügbar unter: <https://www.cotrep.fr/content/uploads/sites/3/2019/02/cotrep-guidelines-recyclability.pdf>, zuletzt geprüft am 15.05.2020.
- cyclos-HTP (2019): Prüfung und Testierung der Recyclingfähigkeit. Anforderung und Bewertungskatalog des Institutes cyclos-HTP zur EU-weiten Zertifizierung. 4.0. Aachen. Online verfügbar unter: <https://www.cyclos-htp.de/publikationen/a-b-katalog/>, zuletzt geprüft am 04.08.2020.
- Der Grüne Punkt (2019): Design for Recycling – Kunststoffverpackungen recyclinggerecht gestalten. Online verfügbar unter: <https://www.gruener-punkt.de/de/downloads.html>, zuletzt geprüft am 15.05.2020.
- Europäisches Parlament (2018): RICHTLINIE (EU) 2018/852 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle. In: Amtsblatt der Europäischen Union.
- Europäisches Parlament (2019): RICHTLINIE (EU) 2019/904 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 05. Juni 2019 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt. In: Amtsblatt der Europäischen Union.
- European Paper Recycling Council: Assessment of Printed Product Recyclability – Scorecard for the Removability of Adhesive Applications (2018). Online verfügbar unter <http://www.paperforrecycling.eu/publications/>, zuletzt geprüft am 26.06.2019
- European PET Bottle Platform (2018): Design Guidelines. EPBP. Online verfügbar <https://www.epbp.org/design-guidelines/products> zuletzt geprüft am 18.07.2019.
- Netherlands Institute for Sustainable Packaging (2019): KIDV Recyclecheck. Improve the recyclability of packaging, Online verfügbar unter: <https://recyclability.kidv.nl/>, zuletzt geprüft am 15.05.2020.
- Network for Circular Plastic Packaging (2019): Design Guide - Reuse and recycling of plastic packaging for private consumers. Online verfügbar unter: <https://plast.dk/wp-content/uploads/2019/12/Design-Guide-Reuse-and-recycling-of-plastic-packaging-for-private-consumers-english-version-1.pdf>, zuletzt geprüft am 15.05.2020.
- ÖNORM EN 13427:2000 12 01: Verpackung – Anforderungen an die Anwendung der Europäischen Normen zu Verpackungen und Verpackungsabfällen.

Pack4Recycling (2018): Recyclability of your packaging. Do the test. Online verfügbar unter <https://www.pack4recycling.be/en/content/do-test>, zuletzt geprüft am 07.11.2018.

Packaging SA (2017): Design for Recycling for packaging and paper in South Africa. Bryanston, South Africa. Online verfügbar unter http://www.packagingsa.co.za/wp-content/uploads/2014/02/Packaging_SA_Recyclability_by_Design_-_2017.pdf, zuletzt geprüft am 17.10.2018.

Plastics Recyclers Europe (2018): RecyClass . Design for Recycling Guidelines. Online verfügbar unter <https://plasticsrecyclers.eu/downloads>, zuletzt aktualisiert am 07.11.2018, zuletzt geprüft am 07.11.2018.

RECOUP (2017): Recyclability By Design. The essential guide for all those involved in the development and design of plastic packaging. Peterborough, UK. Online verfügbar unter <http://www.recoup.org/downloads/info-required?id=478&referrer=http%3A%2F%2Fwww.recoup.org%2Fp%2F275%2Fpublications>, zuletzt geprüft am 07.11.2018.

RecyClass (2021): Richtlinien für recyclingorientiertes Produktdesign. Online verfügbar unter: <https://recyclclass.eu/de/uber-recyclclass/richtlinien-fuer-recyclingorientiertes-produktdesign/>, zuletzt geprüft am 01.09.2021.

Stiftung Zentrale Stelle Verpackungsregister (2018): Orientierungshilfe zur Bemessung der Recyclingfähigkeit von systembeteiligungspflichtigen Verpackungen. In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt, Osnabrück.

The Association of Plastic Recyclers (2018): APR Design® Guide for Plastics Recyclability. Online verfügbar unter <http://www.plasticsrecycling.org/apr-design-guide/apr-design-guide-home>, zuletzt geprüft am 01.09.2021.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Ek, Monika; Gellerstedt, Göran; Henriksson, Gunnar (2009): Pulp and Paper Chemistry and Technology – Volume 4. De Gruyter, Berlin.

EuPIA (2018): Eupia: Home. Online verfügbar unter <http://www.eupia.org/index.php?id=1>, zuletzt geprüft am 07.11.2018.

Europäische Kommission (2018): A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. Brüssel, Belgien.

Foster, Stuart; Morgan, Steve; East, Paul (2013): Design of Rigid Plastic Packaging for Recycling. Guidance on how to design pots, tubs, trays and non-drink bottles so that they are as recyclable as possible. (Hg.): WRAP. Banbury, UK.

Industrievereinigung Kunststoffverpackungen e.V. (2018): Nachhaltigkeitsbericht 2018. Online verfügbar unter: <https://www.kunststoffverpackungen.de/show.php?ID=6486&PHPSESSID=t41msascbqk2v9rbae47htvtd7>, zuletzt geprüft am 01.09.2021

Verghese, Karli; Lewis, Helen; Fitzpatrick, Leanne (2012): Packaging for Sustainability. London: Springer London. DOI: 10.1007/978-0-85729-988-8.