



NACHHALTIGKEITS- BEWERTUNG VON VERPACKUNGEN

EINE EMPFEHLUNG DER
ECR AUSTRIA ARBEITSGRUPPE
„NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG“



NACHHALTIGKEITS- BEWERTUNG VON VERPACKUNGEN

EINE EMPFEHLUNG DER ECR AUSTRIA ARBEITSGRUPPE
„NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG“

ALLE RECHTE VORBEHALTEN

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Urheberrechtshalters in irgendeiner Form durch elektronische oder mechanische Systeme, Fotokopie, Aufnahme oder andere Verfahren reproduziert oder übertragen oder in irgendeinem rechnergestützten Retrievalsystem gespeichert werden.

© GS1 Austria GmbH/ECR Austria, 2020
Brahmsplatz 3, 1040 Wien

Gedruckt auf VIVUS SILK 100% RC

KONZEPTION UND TEXT

FH Campus Wien
Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement
Helmut-Qualtinger-Gasse 2 / Stiege 2 / 5. Stock, 1030 Wien
Ansprechpartner: Dr. Manfred Tacker
manfred.tacker@fh-campuswien.ac.at
Circular Analytics TK GmbH
Otto-Bauer-Gasse 3 / 13, 1060 Wien
Ansprechpartner: Dr. Ernst Krottendorfer
ernst.krottendorfer@circularanalytics.com
AutorInnen: Bernhard Wohner, Veronika Kladnik

INHALTLICHER INPUT

Teilnehmer der ECR Austria Arbeitsgruppe „Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen“

GRAFISCHE UMSETZUNG

www.0916.at

TITELBILD

© ECR Austria

Wir danken den Unternehmen der ECR Austria AG „Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen“ für ihre Mitarbeit:

Almdudler-Limonade A. & S. Klein GmbH & Co KG	Maresi Austria GmbH
ALPLA Werke Alwin Lechner GmbH & Co KG	Mars Austria OG
ARA Altstoff Recycling Austria AG	Marzek Etiketten + Packaging GmbH
Berglandmilch eGen	Mayr-Melnhof Karton Gesellschaft m.b.H
Brantner Österreich GmbH	Mondi Grünburg GmbH
Bundesministerium für Klimaschutz und Umwelt	Mosburger GmbH
Cardbox Packaging Holding GmbH	MPREIS Warenvertriebs GmbH
Coca-Cola HBC Austria GmbH	Müller Handels GmbH & Co. KG
Constantia Flexibles Group GmbH	Nestlé Österreich GmbH
Danone GmbH	Österreichisches Ökologie-Institut
Delsci GmbH	Pulswerk GmbH
dm drogeriemarkt GmbH	Reclay Österreich GmbH
ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH	REWE International Dienstleistungsgesellschaft m.b.H
Essity Austria GmbH	Rudolf Ölz Meisterbäcker GmbH
Future Packaging Forum	SCA Hygiene Products GmbH
Greiner Packaging International GmbH	Senna Nahrungsmittel Ges.mbH & Co KG
Heidi Chocolat AG	SPAR Österreichische Warenhandels-AG
Henkel Central Eastern Europe GmbH	Stiegl Getränke & Service GmbH & Co. KG
Hofer KG	Tetra Pak GmbH & Co KG
Iglo Austria GmbH	Ulikett GmbH
Indiekett GmbH	Unilever Austria GmbH
Interseroh Austria GmbH	Vivatis Holding AG
Josef Manner & Comp. AG	VKS Verpackungskoordinierungsstelle gGmbH
Kelly Ges.m.b.H.	Wildcorn GmbH
Kotanyi GmbH	Wojnars Wiener Leckerbissen Delikatessenerzeugung GmbH
Lidl Österreich GmbH	Wolf Plastics Verpackungen GmbH

VORWORT



Teresa Mischek-Moritz



Georg Grassl

Im September 2019 gründete ECR Austria als einzige Plattform einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit von Handel UND Industrie mit der fachlichen Expertise der FH Campus Wien, Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement, die **ECR CIRCULAR PACKAGING INITIATIVE**. ECR Austria widmet sich damit einem der relevantesten Themen dieser Zeit, nämlich den Herausforderungen, die sich durch die Forderung nach Zirkularität und **Nachhaltigkeit** von Verpackungen im Allgemeinen und Kunststoffverpackungen im Speziellen ergeben. Nicht nur unsere bisherigen Mitgliedsunternehmen zeigen hohes Interesse an dieser Initiative, sondern es konnten auch neue Mitglieder in den Kreis von ECR Austria aufgenommen werden, darunter Verpackungshersteller und Entsorgungsunternehmen.

Im Rahmen der **ECR CIRCULAR PACKAGING INITIATIVE** wurden insgesamt drei Arbeitsgruppen ins Leben gerufen. Im Juni 2020 konnte die Arbeitsgruppe „Circular Packaging Design“, die sich mit der Schaffung einer Empfehlung zur Entwicklung zirkulärer Verpackungen beschäftigt, bereits erste Ergebnisse der Öffentlichkeit präsentieren und ist mit der ECR Empfehlung „Packaging Design for Recycling“ auf breites Interesse der Medien sowie vieler nationaler und internationaler Stakeholder gestoßen.

Die zweite Arbeitsgruppe „Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen“ entwickelte wiederum in Zusammenarbeit mit der FH Campus Wien die nun in diesem Dokument vorliegende Empfehlung mit dem Fokus auf eine holistische Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. In einer dritten Arbeitsgruppe werden die notwendigen Verpackungsinformationen

in Stammdaten bearbeitet, sodass ein rascher und vollständiger Austausch über alle Player entlang der Wertschöpfungskette ermöglicht werden kann.

Die hier vorliegende Publikation ist eine umfassende Unterlage und Empfehlung der Arbeitsgruppe „Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen“ zur Gestaltung eines nachhaltigeren Produkts und geht weit über Zirkularität hinaus. Ziel dieser zweiten Arbeitsgruppe war vor allem, einen Kriterienkatalog zu schaffen, anhand dessen man die Nachhaltigkeit einer Verpackung gesamtheitlich beurteilen kann. Darin wird nicht nur das Kriterium „Zirkularität“ einer Verpackung betrachtet, sondern auch die Kriterien „direkte und indirekte Umwelteinflüsse“ sowie der „Schutz des Produktinhalts“ unter die Lupe genommen. Der direkte Vergleich eines Produktes in jeweils zwei verschiedenen Verpackungen wird in allen drei Kriteriengruppen betrachtet und so eine Hilfestellung für Unternehmen geschaffen, eine letztendlich nachhaltigere Verpackung zu vermarkten.

Ein Ampelsystem und ein Farbleitsystem führen den Leser durch das Papier und es ist vor allem für Nicht-Experten leicht lesbar und verständlich aufbereitet. Für Verpackungsexperten ergänzt ein umfangreicher Anhang mit einem konkreten technischen Fallbeispiel die Empfehlung.

ECR Austria bedankt sich bei allen teilnehmenden Unternehmen und deren MitarbeiterInnen sowie der FH Campus Wien, Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement, für alle Beiträge zur Entstehung dieser weitreichenden und zukunftsweisenden Empfehlung.

DISCLAIMER

Die Informationen des vorliegenden Leitfadens basieren auf der Forschung der FH Campus Wien. Das Team des Fachbereichs Verpackungs- und Ressourcenmanagement des Departments Applied Life Sciences der FH Campus Wien forscht in den Bereichen Entwicklung nachhaltiger Verpackungen, Circular Design, Methoden zur Bewertung der **Nachhaltigkeit** und Sicherheit von Verpackungen.

Angaben betreffend Zirkularität und **Recyclingfähigkeit** von Verpackung referenzieren sich auf die ECR Empfehlung „Packaging Design for Recycling“, die wiederum auf der FH Campus Wien Circular Packaging Design Guideline basiert und deckungsgleich adaptiert wird. Die Guideline der FH Campus Wien steht AkteurInnen der gesamten Wertschöpfungskette als technisch fundiertes Rahmenwerk zur Verpackungsentwicklung zur Verfügung.

Für die konkrete Bewertung individueller Verpackungslösungen ist eine klare Datenlage notwendig. Dazu zählen unter anderem genaue Kenntnis von

Materialzusammensetzung, Herstellungsprozessen und Ursprung der Rohstoffe. Eine Bewertung kann daher nur im Einzelfall vorgenommen werden. Der vorliegende Leitfaden kann für Produkte aus dem Food-, dem Near Food- und dem Non-Food-Segment angewendet werden, wenn dabei produktspezifische Regelungen des **Verpackungssystems** eingehalten werden.

Die ECR Nachhaltigkeitsbewertung für Verpackungen hat zum Ziel, einer breiten Zielgruppe ein Basiswerk sowohl zur Bewertung und Optimierung bestehender Verpackungslösungen als auch bei der Gestaltung neuer, noch nachhaltigerer Verpackungen zu helfen. Die Bewertung konzentriert sich dabei in erster Linie auf den ökologischen Aspekt der Nachhaltigkeit. Dies soll jedoch nicht bedeuten, dass die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte von Verpackungen unberücksichtigt bleiben sollen, sondern lediglich, dass diese außerhalb des Rahmens dieses Leitfadens liegen.

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINFÜHRUNG	6
2. PRODUKTSCHUTZ	11
2.1. Mechanischer Schutz	11
2.2. Nicht-mechanischer Schutz	14
2.3. Migrationspotenzial	16
2.4. Wiederverschließbarkeit	18
3. ZIRKULARITÄT	20
3.1. KonsumentInnen-Aktion	20
3.2. Recyclingfähigkeit	22
3.3. Recyclingquote	23
3.4. Rezyklatgehalt	24
3.5. Anteil nachwachsender Rohstoffe (NAWARO)	24
3.6. Mehrweg	26
4. UMWELT	27
4.1. Direkte Umweltauswirkungen	27
4.2. Indirekte Umweltauswirkungen	29
4.3. Einsatz zertifizierter Materialien	29
4.4. Littering	30
5. ZUSAMMENFASSUNG	31
6. SERVICELEISTUNGEN	33
Persönliche Beratung Österreich	33
Bewertungstools	33
7. GLOSSAR	34
A. ANHANG FÜR NACHHALTIGKEITSEXPERTINNEN	38
A.1. Ökobilanz – Vereinheitlichung der Berechnungsmethodik	38
A.1.1. Vordergrundsystem und Systemgrenzen	38
A.1.2. Auswahl der Wirkungskategorien	39
A.1.3. Modellierung der Verwendung elektrischer Energie	40
A.1.4. Allokation	40
A.1.5. Datengrundlagen und Annahmen	43
A.2. Evaluierung der Kriterien anhand eines Fallbeispiels	43
A.2.1. Aufstellung der Kriterien	44
A.2.2. Auswertung der Kriterien	44
A.3. Literaturverzeichnis	47

EINFÜHRUNG – FUNKTIONEN EINER VERPACKUNG

Eine Verpackung erfüllt eine Vielzahl an essenziellen Aufgaben. Dazu zählen die Schutz-, Lager- und Transportfunktion ebenso wie die Gebrauchserleichterung und die Information über ihren Inhalt (z.B. Angaben zu Mengen, Nährwerten oder Allergenen). Diese Leistungen tragen wesentlich zur **Nachhaltigkeit** bei, denn ohne Verpackung können sensible Produkte beschädigt werden oder Lebensmittelverluste entstehen. So zeigt der Blick in weniger entwickelte Länder¹, dass das Fehlen optimierter Verpackun-

gen oft ein Hauptgrund für höhere Mengen an Lebensmittelverlusten sein kann. In vielen Fällen ist die Produktion des Füllguts, insbesondere bei Lebensmitteln, mit weitaus größeren Umweltauswirkungen verbunden als die der Verpackung selbst. Aus diesem Grund sollten vor allem dem Produktschutz sowie der Vermeidung von Produktverlusten eine hohe Priorität zukommen, auch wenn dies bedeutet, dass Produkte stärker verpackt werden müssten.

Verpackungen im öffentlichen Diskurs und gesetzliche Rahmenbedingungen

Obwohl Verpackungen zu einer nachhaltigeren Wirtschaft beitragen können, sind sie als Verbrauchsgut in der Öffentlichkeit häufig negativ besetzt. Sie werden, oftmals auch zurecht, mit Ressourcenverschwendung durch maßlose Überverpackung, der Produktion schädlicher Emissionen und der Verschmutzung von Gewässern und Landschaft durch Abfall („**Littering**“) assoziiert. Aus diesen Gründen wird der Ruf nach nachhaltigeren Verpackungen seitens der Gesellschaft immer lauter. Dies übt sowohl Druck auf die Industrie als auch auf die Gesetzgeber aus, umgehend zu handeln.

Nicht zuletzt aufgrund der stetig zunehmenden Menge an in Verkehr gesetzten Verpackungen und der Kritik daran wurde deshalb im Rahmen des **EU-Kreislaufwirtschaftspakets** ein Fokus auf Verpackungen gelegt². Das Paket zielt in erster Linie darauf ab, die Zirkularität von Verpackungen zu erhöhen und enthält Vorgaben zur Förderung der europaweiten Kreislaufführung von Rohstoffen. Darin werden unter anderem die Reduktion des Ressourceneinsatzes, die Wiederverwendung von Verpackungen, die deutliche

Erhöhung **stofflicher Recyclingquoten** als auch der Einsatz von Recyclingmaterial als **Sekundärrohstoff** forciert. Das Maßnahmenpaket führte 2018 zu Abänderungen EU-weiter Richtlinien.

Die **EU-Verpackungs- und Verpackungsabfallrichtlinie** (94/62/EG), die Deponierichtlinie (1999/31/EG), die übergeordnete **Abfallrahmenrichtlinie** (2008/98/EG), als auch die Richtlinie (EU) 2019/904 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt („**Single-Use Plastics Directive**“) regeln dabei maßgeblich die zukünftige Entwicklung von Verpackungen und deren Design. Beispielsweise müssen bis 2025 in jedem EU-Mitgliedsland 50 %, und bis 2030 55 % aller Kunststoffverpackungen recycelt werden. Dies entspricht in Österreich beinahe einer Verdopplung im Vergleich zum derzeitigen Stand.

Nähere Informationen zu gesetzlichen Anforderungen des EU-Kreislaufwirtschaftspakets können in der ECR Empfehlung „Packaging Design for Recycling“ nachgelesen werden.

¹ Vor allem Süd- und Südostasien sowie Subsahara

² https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/first_circular_economy_action_plan.html

Nachhaltigkeit einer Verpackung

Doch wie lässt sich eine nachhaltige Verpackung eigentlich definieren? Für die Bewertung, Optimierung und Gestaltung nachhaltiger Verpackungslösungen ist eine holistische Betrachtungsweise essenziell.

Diese umfasst, bezogen auf die ökologische **Nachhaltigkeit**, im Kern folgende Aspekte:

- Produktschutz
- Umwelt
- Zirkularität

Im besten Fall soll eine nachhaltige Verpackung das Produkt schützen und keine gesundheits-schädlichen Substanzen an den Inhalt abgeben, in der Produktion so wenig Ressourcen wie möglich verbrauchen und möglichst geringe Umweltauswirkungen verursachen. Zudem sollte eine Verpackung zirkulär gestaltet sein, also aus **Rezyklat** oder nachwachsenden Rohstoffen bestehen und am Ende ihres Lebensweges wiederverwen-

det oder recycelt werden.

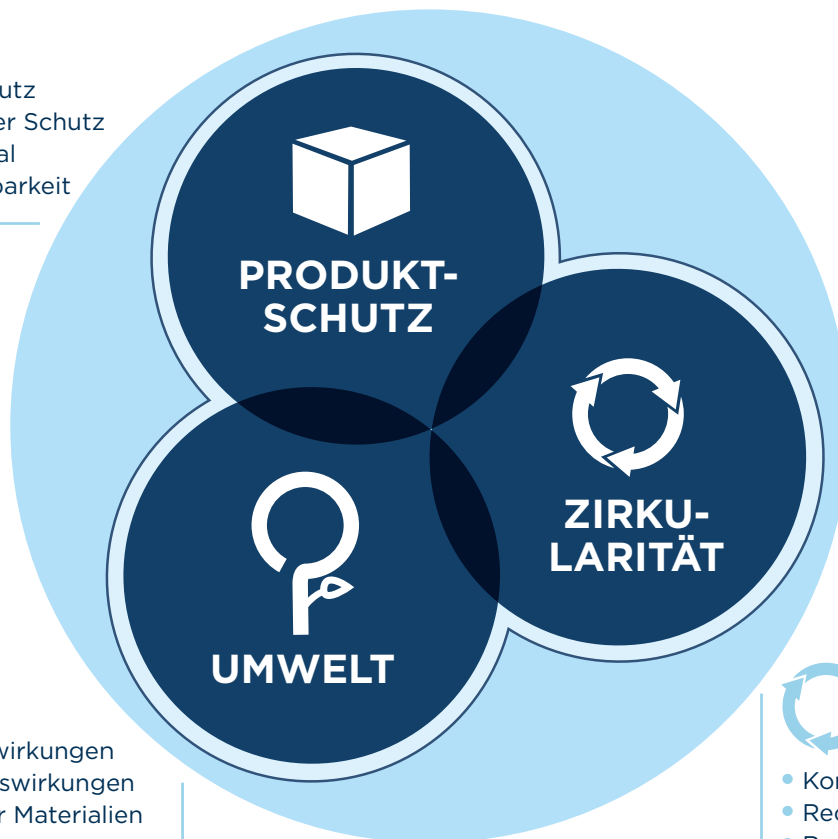
Die **Recyclingfähigkeit** bzw. Design for Recycling (siehe ECR Empfehlung „Packaging Design for Recycling“) kann als wichtiger Teilaspekt der Nachhaltigkeitsbewertung gesehen werden, ist jedoch nicht das einzige Kriterium, welches es bei einer holistischen Betrachtung zu berücksichtigen gilt.

Die Optimierung einer Verpackung unter all diesen Gesichtspunkten (ressourcenschonend, zirkulär und produktschützend) ist eine Herausforderung, da zwischen diesen Zielen Widersprüche auftreten können. So kann z.B. eine **Multilayer**-Folie (Verbund unterschiedlicher Kunststoffe) sehr gute Produktschutzeigenschaften (Barriere) aufweisen und dabei den nötigen Einsatz von Kunststoff reduzieren, jedoch gleichzeitig das Recycling erschweren oder verhindern, da die unterschiedlichen Arten von Kunststoffen nicht mehr voneinander getrennt werden können.

Ganzheitliche ökologische Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen



- mechanischer Schutz
- nicht-mechanischer Schutz
- Migrationspotenzial
- Wiederverschließbarkeit



- direkte Umweltauswirkungen
- indirekte Umweltauswirkungen
- Einsatz zertifizierter Materialien
- **Littering**



- KonsumentInnen-Aktion
- Recyclingfähigkeit
- Recyclingquote
- Rezyklatgehalt
- Einsatz nachwachsender Rohstoffe
- Mehrweg

Ebenso kann der Verzicht auf den Stülpedeckel auf einem Kunststoffbecher für Joghurt eine Kunststoffreduktion bewirken, jedoch durch den verminderten Produktschutz (schnellerer Verderb durch offenes Joghurt im Kühlschrank) zu einer größeren Menge an Lebensmittelverlust führen. Resultierend aus der Forschung der FH Campus Wien, neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen und der aktiven Mitarbeit von ECR-Mitgliedern wurde dieser Leitfaden entwickelt, um ein gemeinsames Verständnis über die **Nachhaltigkeits**bewertung von Verpackungen zu schaffen.

Im Folgenden werden Kriterien vorgestellt, die bei einer qualitativen und/oder quantitativen (ökologischen) **Nachhaltigkeitsbewertung** Berücksichtigung finden sollten. Die Einstufung von Verpackungseigenschaften in den jeweiligen Kriterien ist dabei lediglich als Empfehlung zu verstehen. Da Verpackungen Wechselwirkungen mit ihrem Füllgut aufweisen, sind solche Systeme zu komplex, um alle möglichen Bewertungen bereits im Vorfeld definieren zu können.

Bewertungsmethodik

Quantitativ

Bestimmte Kriterien können quantitativ bestimmt und numerisch ausgedrückt werden z.B. die Berechnung von Umweltauswirkungen mittels **Ökobilanz** und Angabe in kg CO₂-Äquivalente oder die Bestimmung des **Rezyklat**gehalts in %. Zu berücksichtigen ist dabei, dass quantitative Werte nicht alleinstehend als gut oder schlecht, sondern immer nur im Vergleich zu anderen Verpackungen für das gleiche Füllgut bewertet werden können.

Quantitative Kriterien umfassen:

- Ergebnisse von Ökobilanzen
- **Recyclingfähigkeit**
- Recyclingquote
- Rezyklatgehalt
- Anteil an nachwachsenden Rohstoffen

Qualitativ

Für manche Kriterien ist eine qualitative Bewertung auf Basis einer Experteneinschätzung erforderlich. Diese erfolgt anhand einer Skala von 1 (schlecht) bis 3 (gut):



Qualitative Kriterien umfassen:

- Produktschutzkriterien
- KonsumentInnen-Aktion
- Mehrweg (Einweg=1, Mehrweg=3)
- Einsatz zertifizierter Materialien
- **Littering**

Schlussendlich wird eine Tabelle aller bewerteten Kriterien für die jeweils zu vergleichenden Verpackungen erstellt, die bei der Entscheidungsfindung helfen kann. Die Bewertung erfolgt dabei immer auf einer Vergleichsbasis. Das bedeutet, dass nur Verpackungen in Relation zu anderen Verpackungen bewertet werden können. Die Bewertung der einzelnen Kriterien ist zudem einerseits von den Eigenschaften der Verpackung, aber auch stark von den Eigenschaften des Füllguts abhängig. Es wird somit empfohlen, nur Verpackungen für dasselbe Füllgut/ Produkt zu vergleichen.

Für eine gemeinsame Bewertung aller Kriterien hin zu einer Entscheidungsfindung muss ebenso die Wichtigkeit mancher Kriterien gegenüber anderen festgelegt werden. Im Rahmen dieses Leitfadens wird keine allgemeingültige Gewichtung empfohlen, da diese subjektiv, basierend auf den Zielsetzungen einzelner Unternehmen und den jeweiligen Ansprüchen der Verpackung (z.B. Food oder Non-

Food), erfolgen sollte. In Folge der Gewichtung kann anschließend festgelegt werden, wie relevant einzelne Kriterien für die jeweilige füllgutbezogene Anwendung sind. So ist z.B. die Verwendung von Altpapier mit einem höheren Migrationspotenzial verbunden, was jedoch bei einer Anwendung im Non-Food Bereich von geringerer Relevanz ist.

Die vorliegenden Empfehlungen zur Einstufung bestimmter Verpackungen in den jeweiligen Kriterien soll lediglich als Rahmen dienen, da diese höchst verschieden und deshalb immer im Einzelfall bewertet werden sollten.

Als Anwendungsbeispiel für die jeweiligen Kriterien wird das Beispiel des Joghurtbechers mit und ohne Stülpedeckel präsentiert sowie bei jedem Kriterium auch weitere Beispiele zur Veranschaulichung gegeben.

Beispiel Joghurtbecher

Für das Verpacken von 200 ml Joghurt setzt eine Molkerei einen Joghurtbecher aus **Polypropylen (PP)** mit einem vollflächigen **Sleeve** aus **Polystyrol (OPS)** ein, der mit einer Alu-Platine verschlossen wird. Nachdem die Molkerei die **Recyclingfähigkeit**

des Bechers sowie dessen Produktschutz verbessern will, wird statt des Sleeves nun der PP-Becher direkt bedruckt und ein Stülpedeckel aus Polyethylenterephthalat eingesetzt (**PET**).

Becher vorher



Becher nachher



Ein Beispiel einer finalen Entscheidungstabelle, die alle relevanten Bewertungskriterien zusammenfasst, wird unten stehend abgebildet. Es wurde eine Vergleichsbasis definiert (Becher

vorher) und eine Verbesserung (in grün dargestellt) bzw. eine Verschlechterung (in rot dargestellt) in den Zellen des Vergleichsprodukts (Becher nachher) markiert.



Dabei wird ersichtlich, dass sich der Becher in den Bereichen Zirkularität und Produktschutz verbessert hat, jedoch durch den erhöhten Materialver-

brauch größere Umweltauswirkungen verursacht. Die genannten Kriterien werden in weiterer Folge genauer erklärt.

Bewertungstabelle



GRUPPE	KRITERIUM	EINHEIT	BECHER, VORHER	BECHER, NACHHER
	mechanischer Schutz	☒ ☟ ☑	☟	☑
	nicht-mechanischer Schutz	☒ ☟ ☑	☟	☟
	Migrationspotenzial	☒ ☟ ☑	☟	☟
	Wiederverschließbarkeit	☒ ☟ ☑	☟	☑
	KonsumentInnen-Aktion	☒ ☟ ☑	☒	☑
	Recyclingfähigkeit	%	7	100
	Recyclingquote	%	5	14
	Rezyklatgehalt	%	0	28
	NAWARO	%	-	-
	Mehrweg	☒ ☑	☒	☒
	Direkte Umweltauswirkungen: Klimawandel	g CO _{2eq}	38	46
	Direkte Umweltauswirkungen: Fossile Energieträger	MJ	0.63	0.75
	Direkte Umweltauswirkungen: Eutrophierung	kg P _{eq}	2.5 E-6	5.4 E-6
	Indirekte Umweltauswirkungen	-	-	-
	Einsatz zertifizierter Materialien	☒ ☑	-	-
	Littering	-	-	-

2. PRODUKTSCHUTZ

Die primäre Aufgabe einer Verpackung besteht darin, das Produkt zu schützen. Um einen optimalen Schutz zu gewähren, muss die Verpackung das Produkt vor mechanischen Einflüssen (Stößen, Schlägen, Deformationen) sowie vor nicht-mechanischen Einflüssen (Sauerstoff, Luftfeuchtigkeit) bestmöglich schützen. Zudem sollten Verpackungen wiederverschließbar sein, wenn dies zum Produktschutz beiträgt. Letztendlich sollte das Migrationspotenzial einer Verpackung auf das Minimum reduziert werden, wobei natürlich alle für den Lebensmittelkontakt in Europa zum Einsatz kommenden Verpackungen als gesundheitlich unbedenklich gelten.



2.1 Mechanischer Schutz

Während der Lebensdauer des Produkts ist dieses immer wieder mechanischen Einflüssen ausgesetzt. Viele dieser Einflüsse wie Stöße, Schläge, Deformationen und Ähnliches finden bereits während des Produkttransports statt. Zudem ist der mechanische Schutz des Produktes auch nach Erwerb bis zum Verbrauch aufrecht zu erhalten. Durch die Verwendung des Produkts sind auch nach dem Transport mechanische Einflüsse in Form von Zug, Druck und anderem zu erwarten. Mechanisch beschädigte Produkte bei Lebensmitteln können zu einem schnelleren Verderb (z.B. bei Obst) oder sogar einem sofortigen

Verlust führen (z.B. bei Eiern). Für bestimmte Verpackungen und ihre Anwendung kann der mechanische Schutz mit vordefinierten Messmethoden bestimmt und aus Spezifikationen ausgelesen werden (z.B. **Stapelstauchdruck**, „**BCT-Wert**“ für Faltschachteln), andernfalls muss der mechanische Schutz einer Verpackung mittels ExpertInneneinschätzung erfolgen. Die Einschätzung des mechanischen Produktschutzes ist dabei immer vom Füllgut abhängig zu machen, da gewisse Produkte höhere Anforderungen aufweisen und empfindlicher sind als andere (z.B. Eier vs. flüssige Waschmittel).

Bei einer Bewertung von kann der mechanische Schutz wie folgt eingeteilt werden:



Verpackung schützt Produkt nur unzureichend vor mechanischen Einflüssen.



Verpackung bietet ausreichend mechanischen Schutz.



Verpackung übererfüllt die Anforderungen an mechanischen Schutz.

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✗ ↻ ✓
Kriterium	mechanischer Schutz



Die Aluminiumplatte könnte durch mechanische Einwirkung von oben beschädigt werden.



Durch den Einsatz eines Stülpdeckels wird die Aluminiumplatte vor Verletzungen geschützt.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Müsliverpackung

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✗ ↻ ✓
Kriterium	mechanischer Schutz



Durch den Beutel werden empfindliche Bestandteile im Müsli möglicherweise nicht ausreichend geschützt und zerbröseln.



Durch die zusätzliche Faltschachtel erhöht sich der mechanische Produktschutz.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 3: Handcremeverpackung

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✗ 🟡 ✔
Kriterium	mechanischer Schutz



Die Handcreme selbst benötigt zwar keinen mechanischen Produktschutz, jedoch könnte die Verpackung selbst durch mechanische Einwirkung beschädigt werden. In weiterer Folge wirkt sich das auch auf das Produkt aus z.B. Auslaufen der Handcreme. Deshalb wird die Tube im Vergleich zum Tiegel weniger gut eingestuft.



Die Verpackung und somit das Produkt sind vor mechanischen Einwirkungen geschützt.³



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 4: Waschmittelverpackung

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✗ 🟡 ✔
Kriterium	mechanischer Schutz



Der dünne Beutel ist gegenüber mechanischen Einwirkungen anfälliger und kann unter Umständen aufreißen bzw. platzen.



Die Flasche weist aufgrund ihrer Stabilität bessere mechanische Produktschutzeigenschaften auf.³



VORHER

NACHHER

³ Die Wichtigkeit dieses Kriteriums für dieses Produkt könnte in abschließendem Gewichtungsschritt entsprechend niedrig angesetzt werden.

Unter nicht-mechanischem Schutz einer Verpackung versteht man den Schutz des Produkts vor äußeren Einflussfaktoren, die keinen mechanischen Ursprung haben. Zu diesen zählen unter anderem der Schutz vor mikrobiellen, enzymatischen und physikalischen Verderb durch die Einwirkung von Luftfeuchtigkeit, Sauerstoff, Mikroorganismen und UV-Strahlung. Die nicht-mechanischen Produktschutzeigenschaften gilt es dabei immer individuell für das Füllgut zu betrachten, da zum Beispiel auch Produkte existieren, für welche nicht der Schutz vor Sauerstoff, sondern im Gegenteil, der aktive Sauerstoffaustausch essenziell ist. Dabei muss ein Gleichgewicht zwischen dem Schutz vor äußeren Einflüssen und einem Gasaustausch zur Vermeidung von Schimmelbildung gefunden werden. Einige Produkte (z.B. Fleisch- und Wurstwaren, Käsen und einige mehr) können unter sogenannter Schutzatmosphäre (engl.: Modified Atmosphere Packaging, kurz: **MAP**) verpackt und

dadurch länger haltbar gemacht werden. Je besser der nicht-mechanische Schutz ausgeprägt ist, desto länger kann die Qualität des Produkts gewährleistet und Lebensmittelabfälle reduziert werden. Dabei sollte nur der nicht-mechanische Schutz bis zur ersten Öffnung der Verpackung berücksichtigt werden, da der Schutz des Produktes nach dem Öffnen durch das spätere Kriterium der Wiederverschließbarkeit abgedeckt ist.⁴

Als mögliche Indikatoren bieten sich dabei - je nach Produkt und vorliegender Spezifikation - Parameter zu Sauerstoff- und/oder Wasserdampfbarriere. Andernfalls muss der nicht-mechanische Schutz einer Verpackung mittels ExpertInneneinschätzung erfolgen.

Die Einschätzung des nicht-mechanischen Produktschutzes ist dabei immer vom Füllgut abhängig zu machen, da hier große Unterschiede in den Anforderungen verschiedenster Produkte bestehen.

Bei einer Bewertung von    kann der mechanische Schutz wie folgt eingeteilt werden:



unzufriedenstellender Schutz



ausreichender Schutz



sehr guter Schutz

⁴ In Entscheidungsfindungsprozessen mit mehreren Kriterien gilt es sogenanntes „Double counting“, also das Abbilden einer Eigenschaft in mehrerer Kriterien, zu vermeiden.

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✘ 🟡 ✔
Kriterium	nicht-mechanischer Schutz



Becher bietet ausreichend Barrieren vor Licht, Wasser- und Sauerstoffaustausch.



Becher bietet bis zum erstmaligen Öffnen einen vergleichbaren nicht-mechanischen Schutz wie zuvor.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Glasflasche

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✘ 🟡 ✔
Kriterium	nicht-mechanischer Schutz



Die Milch ist anfälliger auf Verderb durch einfallende UV-Strahlung.



Die braune Glasflasche bietet einen besseren Lichtschutz.⁵



VORHER

NACHHER

⁵ Die Wichtigkeit des Kriteriums kann in einer späteren Gewichtung entsprechend reduziert werden (z.B. Berücksichtigung der Notwendigkeit bei Extended Shelf Life (**ESL**) Milch).

2.3 Migrationspotenzial

Der Begriff Migrationspotenzial bezeichnet den möglichen Übergang von mikroskopisch kleinen Stoffen und Substanzen aus der Verpackung in das Lebensmittel. Eine optimale Verpackung schützt das Produkt vor dem Übergang solch unerwünschter Stoffe („**NIAS**“ = non-intentionally-added substances) in das Füllgut und weist kein Migrationspotenzial auf bzw. ein Migrationspotenzial, das unter Bestimmbarkeitsgrenzen liegt. Beispiele von NIAS sind **Phthalate**, **Bisphenol A** oder **Mineralöle**. Prinzipiell gibt es in diesem Bereich große Unterschiede zwischen den verschiedenen Verpackungsmaterialien. So ist Glas beispielsweise ein **inertes** Stoff, während aus Kunststoffen oder bedrucktem Papier bzw. Karton leichter Substanzen migrieren können.

Dabei ist anzumerken, dass jede Verpackung, die für den Einsatz von Lebensmitteln in Österreich

bzw. der EU zum Einsatz gelangt, durch eine Konformitätserklärung als nicht gesundheitsschädigend eingestuft werden muss. So kann gewährleistet werden, dass von der Verpackung keine negative Wirkung auf das Produkt und somit auf den Menschen ausgeht. Eine präzise Quantifizierung des Migrationspotenzials gestaltet sich durch die Diversität der Produkte sowie dem derzeitigen Forschungsstand auf diesem Gebiet als schwierig. Daher wird als Indikator eine ExpertInneneinschätzung mit einem Punktesystem von 1-3 herangezogen. Auch hier gilt es, die Eigenschaften und Anforderungen des Füllgutes bei der Einschätzung zu berücksichtigen. Manche Füllgüter neigen eher dazu, Substanzen aufzunehmen als andere, bei manchen ist dieser Punkt als kritischer zu betrachten (z.B. Lebensmittel vs. Non-Food).

Bei einer Bewertung von    kann der mechanische Schutz wie folgt eingeteilt werden:



Materialien mit einem hohen Migrationspotenzial



Materialien mit einem mäßigen Migrationspotenzial



inerte Materialien

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Produktschutz
Einheit	  
Kriterium	Migrationspotenzial



Die Migration von Antioxidantien oder einigen weiteren Stoffen aus **PP** kann nicht ausgeschlossen werden.



Das Migrationspotenzial ändert sich durch den zusätzlichen **PET** Stülpedeckel und die direkte Bedruckung nicht.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Getränkeverpackung

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✘ 🔄 ✔
Kriterium	Migrationspotenzial



Abklatsch-Migration von Druckfarbenbestandteilen ist möglich.



Die Glasflasche ist inert, es besteht kein Migrationspotenzial.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 3: Lippenbalsam

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✘ 🔄 ✔
Kriterium	Migrationspotenzial



Es ist möglich, dass aus Polystyrol Verpackungen Styrol in das Füllgut migriert, insbesondere bei fettigen, heißen oder sauren Füllgütern.



PET gilt im Vergleich zu PS als migrationsarmer Kunststoff. Dennoch kann die Migration bestimmter Stoffe (z.B. Antimon) nicht ganz ausgeschlossen werden⁶.



VORHER

NACHHER

⁶ Die Wichtigkeit dieses Kriteriums kann in einer späteren Gewichtung entsprechend angepasst werden.

2.4 Wiederverschließbarkeit

Als abschließendes Kriterium des Produktschutzes ist die Wiederverschließbarkeit der Verpackung anzuführen. Durch die Wiederverschließbarkeit einer Verpackung kann die Haltbarkeit eines Produktes erhöht werden, wenn dadurch der Gasaustausch oder Aro-

maverlust verhindert und/oder reduziert wird. Generell kann zwischen wiederverschließbaren und nicht wiederverschließbaren Verpackungen unterschieden werden, wobei zusätzlich die Effektivität des Verschlusses berücksichtigt werden sollte.

Bei einer Bewertung von    kann der mechanische Schutz wie folgt eingeteilt werden:



Verpackung nicht wiederverschließbar.



Verpackung wiederverschließbar, jedoch ohne deutlich merkbaren, positiven Einfluss auf die Haltbarkeit nach Öffnung.



Verpackung wiederverschließbar, mit merkbarem positivem Einfluss auf die Haltbarkeit nach Öffnung.

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Produktschutz
Einheit	  
Kriterium	Wiederverschließbarkeit



Der Joghurtbecher lässt sich teilweise mit der Aluminiumplatte wiederverschließen.



Der Joghurtbecher lässt sich mithilfe des Stülpedeckels besser wiederverschließen.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Limonadenverpackung

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✘ 🟡 ✔
Kriterium	Wiederverschließbarkeit



Die Aluminiumdose lässt sich nicht wiederverschließen.



Die PET-Flasche lässt sich aufgrund des Drehverschlusses gut wiederverschließen.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 3: Verpackung für Reinigungstücher

Gruppe	Produktschutz
Einheit	✘ 🟡 ✔
Kriterium	Wiederverschließbarkeit



Der Beutel ist mittels Klebestellen wiederverschließbar, Feuchttücher können dennoch austrocknen.



Die Box mit Klickverschluss lässt sich einfach wiederverschließen und schützt besser vor Austrocknung.



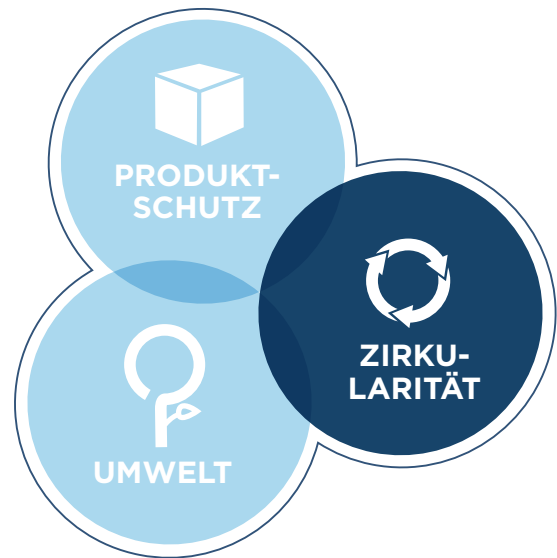
VORHER

NACHHER

3. ZIRKULARITÄT

Recyclingfähigkeit bzw. Design for Recycling ist ein Teil des zirkulären Produktdesigns und stellt eine wichtige Grundlage für die ganzheitliche **Nachhaltigkeitsbewertung** dar. Zirkularität bedeutet demnach, dass die Verpackung so gestaltet ist, dass eine möglichst hohe Wiederverwertung der eingesetzten Materialien erreicht wird. Ziele dabei sind die Ressourcenschonung, eine möglichst lange Lebensdauer, eine materialidentente Verwertung (**Closed-Loop-Recycling**) oder der Einsatz erneuerbarer Materialien. Zirkuläre Verpackungen sollen demnach so konstruiert und angefertigt werden, dass diese aus rezyklierten und/oder nachwachsenden Rohstoffen bestehen, wiederverwendet werden können (Mehrweglösung) und/oder die eingesetzten Rohstoffe nach der Gebrauchsphase in hohem Maße wieder als **Sekundärrohstoffe** verwertet werden können (Recycling).

Für die gesamtheitliche Bewertung der Zirkularität einer Verpackung gilt es somit die Recyclingfähigkeit, die Recyclingquote und den **Rezyklat-**



gehalt der Verpackung zu beachten. Auch der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen (**NAWA-RO**), die Eignung zur richtigen Entsorgung/Trennung (KonsumentInnen-Aktion) und Einweg-/Mehrweg-Verpackung sind wichtige Kriterien.

3.1 KonsumentInnen-Aktion

Eine KonsumentInnen-Aktion ist je nach Gestaltung der Verpackung unerlässlich für ein erfolgreiches Recycling. Die Trennbarkeit von Verpackungen ist hauptsächlich dann relevant, wenn sie aus mehreren Materialien bestehen, die unterschiedlich entsorgt werden müssen. In der Bewertung der technischen Recyclingfähigkeit kann jedoch nur bedingt die Rolle von KonsumentInnen in Bezug auf eine richtige Trennung abgebildet werden. Im Idealfall muss eine Verpackung von KonsumentInnen gar nicht getrennt werden, um im richtigen Entsorgungsstrom zu landen und anschließend recycelt zu werden. Müssen KonsumentInnen jedoch

händisch Verpackungselemente voneinander trennen, so sollte darauf großflächig auf der Verpackung hingewiesen werden. Als Beispiel hierfür kann ein Joghurtbecher aus **Polypropylen** mit einer Aluminiumplatte genannt werden. KonsumentInnen sind dazu angehalten, Aluminiumplatte und Polypropylen-Becher voneinander zu trennen und jeweils separat in den dafür vorgesehen Behältern zu entsorgen. Ein weiteres Beispiel wäre ein Polypropylen-Becher, der mit einem **Karton-Wickel** ummantelt ist. Auch hier sind KonsumentInnen für die Trennung des Karton-Wickels vom Polypropylen-Becher verantwortlich.

Bei einer Bewertung von kann der mechanische Schutz wie folgt eingeteilt werden:



Verpackungen, die ohne KonsumentInnen-Aktion nicht recyclingfähig sind.



Verpackungen, die zwar ohne Aktion nicht recyclingfähig sind, jedoch wird den KonsumentInnen diese Aktion erleichtert (z.B. durch Hinweise und/oder Perforationen).



Es ist keine KonsumentInnen-Aktion erforderlich.

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Zirkularität
Einheit	✗ 🔄 ✓
Kriterium	KonsumentInnen-Aktion



Der **OPS-Sleeve** ist nicht abtrennbar, der Becher ist nicht **recyclingfähig**.



Der Sleeve wurde durch direkte Bedruckung ersetzt, Platine und der Stülpedeckel werden bei bestimmungsgemäßem Gebrauch abgetrennt.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Müsliverpackung

Gruppe	Zirkularität
Einheit	✗ 🔄 ✓
Kriterium	KonsumentInnen-Aktion



Der Beutel ist ohne KonsumentInnen-Aktion recyclingfähig.



Faltschachtel und Beutel müssen getrennt entsorgt werden. Eine einfache Trennung ist jedoch möglich.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 3: Waschmittelverpackung

Gruppe	Zirkularität
Einheit	✗ ↻ ✓
Kriterium	KonsumentInnen-Aktion



PET-Flasche mit nicht abtrennbarem vollflächigem OPS-Sleeve ist nicht recyclingfähig.



Der Sleeve wurde mit einer Doppelperforation ausgestattet und es wurde ein KonsumentInnenhinweis zur Trennung der einzelnen Komponenten angebracht.



VORHER

NACHHER

3.2 Recyclingfähigkeit

Ob und in welchem Maß eine Verpackung recyclingfähig ist, hängt von mehreren Faktoren ab. Allen voran sind die verwendeten Verpackungsmaterialien von essenzieller Bedeutung. Zusätzlich spielt die Zusammensetzung (**Mono-material**, **Multilayer**, Etiketten, Klebstoffe) eine entscheidende Rolle. Letztendlich müssen noch die Recyclingströme und Recyclingmöglichkeiten in Betracht gezogen werden. Für jede Verpackung kann unter Berücksichtigung der

einzelnen Bestandteile sowie der Trennbarkeit dieser Bestandteile voneinander die Recyclingfähigkeit der Verpackung berechnet werden. Daraus ergibt sich ein prozentueller Anteil des Gesamtgewichts der Verpackung, der technisch recyclingfähig ist.⁷ Eine Einschätzung der **Recyclingfähigkeit** kann mithilfe der *ECR Empfehlung Packaging Design for Recycling* oder mithilfe der FH Campus Wien Circular Packaging Design Guideline erfolgen.⁸

BEISPIEL: Joghurtbecher

Gruppe	Zirkularität
Einheit	%
Kriterium	Recyclingfähigkeit

7

Aufgrund des vollflächigen Sleeves wird das Recycling des Bechers verhindert. Die Aluminiumplatte kann theoretisch recycelt werden, weshalb sich in Summe eine Recyclingfähigkeit von 7 % ergibt.



100

Durch die Designänderungen ist der Becher nun zu 100 % recyclingfähig. (Annahme: Becher ohne Barrierschicht)



VORHER

NACHHER

3.3 Recyclingquote

Die Recyclingquote bezeichnet das Verhältnis der tatsächlich recycelten Menge (Output einer Recyclinganlage) zu der in Verkehr gebrachten Verpackungsmenge. Verluste im Sortier- und Recyclingprozess werden somit mitberücksichtigt.

Diese wird für jede **recyclingfähige Verpackungskomponente** einzeln bestimmt und daraus anhand

der unterschiedlichen Komponentengewichte ein Gesamtwert errechnet.

Sollten alle zu vergleichenden Verpackungen Gesamtwerte unter 10 % aufweisen, so sollte dieses Kriterium unberücksichtigt bleiben, um eine allfällige Auswertung nicht zu verzerren.⁷

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Zirkularität
Einheit	%
Kriterium	Recyclingquote

5

Recyclingquote Becher: 0 %
(80 % des Gesamtgewichts)
Becher nicht **recyclingfähig**.

Recyclingquote Sleeve: 0 %
(7 % des Gesamtgewichts)

Recyclingquote Platine: 39 %
(13 % des Gewichts)

Recyclingquote gesamt:
 $0\% \cdot 80\% + 0\% \cdot 7\% + 39\% \cdot 13\% = 5\%$



14

Recyclingquote Becher: 14 %⁹
(66 % des Gesamtgewichts)

Recyclingquote Stülpedeckel: 10 %
(28 % des Gesamtgewichts)

Recyclingquote Platine: 39 %
(6 % des Gewichts)

Recyclingquote gesamt:
 $14\% \cdot 66\% + 10\% \cdot 28\% + 39\% \cdot 6\% = 14\%$



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Waschmittelverpackung

Gruppe	Zirkularität
Einheit	%
Kriterium	Recyclingquote

17

Recyclingquote Mono-PE-Beutel: 19%
(87% des Gesamtgewichts)

Recyclingquote Ausgusshilfe und Verschluss: 0%
(13% des Gesamtgewichts)

Recyclingquote gesamt:
 $19\% \cdot 87\% + 0\% \cdot 13\% = 17\%$



10

Recyclingquote PP-Flasche: 14%
(74% des Gesamtgewichts)

Recyclingquote Ausgusshilfe und Verschluss: 0%
(24% des Gesamtgewichts)

Recyclingquote Etikett: 0%
(2% des Gesamtgewichts)

Recyclingquote gesamt:
 $14\% \cdot 74\% + 0\% \cdot 24\% + 0\% + 2\% = 10\%$



VORHER

NACHHER

⁷ Werden z.B. zwei Verpackungen verglichen, Verpackung A mit 1 % und Verpackung B mit 2 % Recyclingfähigkeit, so hätte Verpackung B ein doppelt so gutes Ergebnis im Vergleich zu Verpackung A. In der Praxis sollte dies dann jedoch nicht so interpretiert werden.

⁸ Weitere Hilfestellung bieten frei zugängliche Online-Tools, wie z.B. RecyClass (www.recyclclass.eu, gültig nur für Kunststoffverpackungen in Europa).

⁹ Van Eygen, E., Laner, D., Fellner, J. Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. Waste Management (2018), <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.040>

3.4 Rezyklatgehalt

Mit dem Rezyklatanteil wird der gewichtsmäßige Anteil an **Rezyklat** der Verpackung angegeben. Der Rezyklatanteil wird in Gewichtsprozent (Gew. %) des Rezyklats gegenüber dem Gesamtgewicht der Verpackung angegeben. Hierfür werden die Herstellerangaben der Verpackung zur Berechnung herangezogen. Sollten die Herstellerangaben keinen Aufschluss über den Rezyklatanteil geben,

können die in Österreich geläufigen Rezyklatgehalte angenommen werden.

Sollten alle zu vergleichenden Verpackungen Werte unter 10 % aufweisen, so sollte dieses Kriterium unberücksichtigt bleiben, um eine allfällige Auswertung nicht zu verzerren.¹⁰

BEISPIEL: Joghurtbecher

Gruppe	Zirkularität
Einheit	%
Kriterium	Rezyklatgehalt

0

Rezyklatgehalt Becher: 0 %
(80 % des Gesamtgewichts)

Rezyklatgehalt Sleeve: 0 %
(7 % des Gesamtgewichts)

Rezyklatgehalt Platine: 0 %
(13 % des Gewichts)

Rezyklatgehalt gesamt:
 $0 \% \cdot 80 \% + 0 \% \cdot 7 \% + 0 \% \cdot 13 \% = 0 \%$



30

Rezyklatgehalt Becher: 0 %
(66 % des Gesamtgewichts)

Rezyklatgehalt Stülpedeckel: 100 %
(28 % des Gesamtgewichts)

Rezyklatgehalt Platine: 0 %
(6 % des Gewichts)

Rezyklatgehalt gesamt:
 $0 \% \cdot 66 \% + 100 \% \cdot 28 \% + 39 \% \cdot 6 \% = 30 \%$



VORHER

NACHHER

3.5 Anteil nachwachsender Rohstoffe (NAWARO)

Nachwachsende Rohstoffe (kurz: **NAWARO**) stammen aus land- oder forstwirtschaftlicher Produktion und sind im Gegensatz zu mineralischen oder fossilen Rohstoffen erneuerbar. Prominente Beispiele sind der Einsatz von Holz zur Herstellung von Papier, oder der von Zuckerrohr für die schlussendliche Herstellung von Kunststoffen. Bestimmt wird der NAWARO-Anteil durch Herstellerangaben über die Bestandteile der Verpackung.

Der Anteil nachwachsender Rohstoffe wird in Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht der Verpackung angegeben (analog zum Rezyklatgehalt).

Sollten alle zu vergleichenden Verpackungen Werte unter 10 % aufweisen, so sollte dieses Kriterium unberücksichtigt bleiben, um eine allfällige Auswertung nicht zu verzerren.¹⁰

¹⁰ Werden z.B. zwei Verpackungen verglichen, Verpackung A mit 1 % und Verpackung B mit 2 % Rezyklatgehalt, so hätte Verpackung B ein doppelt so gutes Ergebnis im Vergleich zu Verpackung A. In der Praxis sollte dies dann jedoch nicht so interpretiert werden.

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Zirkularität
Einheit	%
Kriterium	NAWARO

0

Die Verpackung beinhaltet keine nachwachsenden Rohstoffe.



0

Die Verpackung beinhaltet keine nachwachsenden Rohstoffe.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Getränkeverbundkarton

Gruppe	Zirkularität
Einheit	%
Kriterium	NAWARO

fossil-basiertes Polyethylen

fossil-basiertes Polyethylen

Holzfasern

fossil-basiertes Polyethylen



80

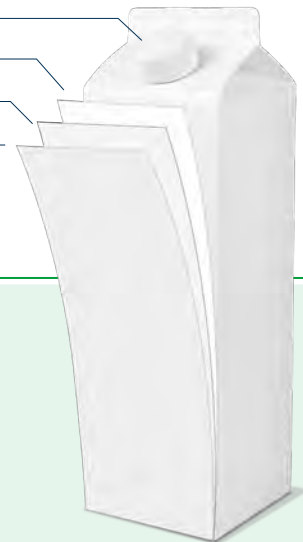
Karton in diesem Beispiel: 80 %
des Gesamtgewichts,
NAWARO gesamt -> 80 %

bio-basiertes Polyethylen

bio-basiertes Polyethylen

Holzfasern

bio-basiertes Polyethylen



100

NAWARO gesamt -> 100 %

VORHER

NACHHER

3.6 Mehrweg

Während Einweg-Verpackungen bereits nach einer Verwendung das Ende ihres **Lebenszyklus** erreicht haben, können Mehrweg-Verpackungen nach der Vorbereitung zur Wiederverwendung (in der Regel Reinigung) erneut eingesetzt werden.

Prominentes Beispiel für Mehrweg-Verpackungen sind Glasflaschen für Getränke.

Da es sich um ein „entweder-oder“-Kriterium handelt, kann dieses mit einem Punktesystem mit 0 oder 1 oder 3 wie folgt eingeteilt werden:



Einweg-Verpackung



Mehrweg-Verpackung

BEISPIEL 1: Joghurtbecher

Gruppe	Zirkularität
Einheit	✗ 🔄 ✓
Kriterium	Mehrweg



Es handelt sich um eine Einweg-Verpackung.



Es handelt sich um eine Einweg-Verpackung.



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Getränk

Gruppe	Zirkularität
Einheit	✗ 🔄 ✓
Kriterium	Mehrweg



Es handelt sich um eine Einweg-Verpackung.



Es handelt sich um eine Mehrweg-Verpackung.

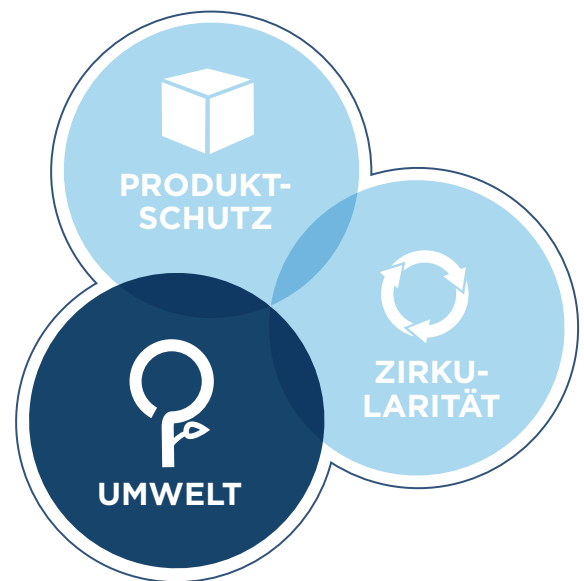


VORHER

NACHHER

4. UMWELT

Im Sinne dieser Empfehlung wird zwischen direkten und indirekten Umweltauswirkungen unterschieden. Direkte Umweltauswirkungen, die mit der Herstellung und Entsorgung des Verpackungsmaterials in Zusammenhang stehen, können mit einer **Ökobilanz** quantifiziert werden. Zu den indirekten Umweltauswirkungen zählen beispielsweise Produktverluste, welche durch vorzeitigen Produktverderb oder mangelnde **Restentleerbarkeit** hervorgerufen werden, die durch eine nicht optimierte Verpackung entstehen. Einen weiteren positiven Beitrag zu einer nicht in Ökobilanzen ausdrückbaren **Nachhaltigkeit** bei Verpackungen kann der Einsatz zertifizierter Materialien darstellen. Im Gegensatz dazu steht das „Littering-Potenzial“ (Verschmutzung), wenn Verpackungen oder **Verpackungskomponenten** statt fachgerecht entsorgt zu werden, in der Umwelt verbleiben.



4.1 Direkte Umweltauswirkungen

Ökobilanzen, auch **Lebenszyklusanalysen** oder Life Cycle Assessments (kurz: LCA), haben sich in den letzten Jahren oder bald Jahrzehnten als fundiertes Instrument zur ökologischen Bewertung etabliert. Sie beschreiben potenzielle Umweltauswirkungen, die mit der Herstellung und Entsorgung eines Produktes (oder einer Dienstleistung) verbunden sind. Eine vollständige LCA umfasst immer den gesamten Lebensweg eines Produktes (inklusive aller Transporte und der Entsorgung der Produkte, also „**cradle to grave**“ bzw. „**cradle to cradle**“), endet nicht wenn das Produkt das produzierende Werk verlässt („**cradle to gate**“).

In Ökobilanzen kann eine Vielzahl unterschiedlicher Wirkungskategorien (Klimawandel, **Eutrophierung** oder Versauerung von Gewässern uvm.) berechnet werden, wobei die **CO₂-Bilanz** sicherlich die bekannteste ist. Diese beschreibt die mit dem jeweiligen Produkt zusammenhängende Entstehung von Treibhausgasemissionen, wodurch die globale Erwärmung beschleunigt wird. Wichtig zu wissen ist, dass mit der Entstehung des Produktes nicht nur Treibhausgasemissionen, sondern auch zahlreiche weitere Umweltbelastungen verbunden sind. So können Produkte, die aus Rohstoffen land- oder forstwirtschaftlicher Produktion hergestellt werden, möglicherweise weniger Treibhausgasemissionen verursachen, auf der anderen Seite jedoch mehr Schadstoffe in

Böden und Gewässer einbringen. Deshalb sollte eine CO₂-Bilanz nie allein, sondern im Verbund mit anderen Wirkungskategorien betrachtet werden, wie z.B. dem Verbrauch von Fläche, Wasser oder der Versauerung oder Eutrophierung von Gewässern und Böden. Die Einsparung von Verpackungsmaterial führt dabei naturgemäß zu einem besseren Ergebnis in diesem Kriterium. Ebenso sind Limitierungen von Ökobilanzen zu berücksichtigen. Bis dato ist es mit Ökobilanzen nur begrenzt bis gar nicht möglich, z.B. die Auswirkungen von **Littering** (Tod von Fischen oder Säugetieren bei Meereslittering) durch große Litteringobjekte, oder mögliche gesundheitliche Gefahren durch **Mikroplastik**, den Verlust an **Biodiversität** (z.B. Tod von Vögeln durch Windkraft, Fischen durch Wasserkraft oder Insekten durch industrielle Landwirtschaft), oder Endlagerung von radioaktiven Abfällen abzubilden.

Weiters ist es in Ökobilanzen oftmals notwendig, unterschiedliche wertbasierte Annahmen zu treffen, sodass ein untersuchtes Produkt dadurch begünstigt oder benachteiligt werden kann. Deshalb sollte im Hinblick auf diese Empfehlung besonders für Verpackungen eine Harmonisierung der Methodik von Ökobilanzen angestrebt werden. Ein detaillierter Vorschlag für FachexpertInnen oder interessierte LeserInnen ist hierzu im Anhang dokumentiert.

BEISPIEL 1: Getränk

Gruppe	Umwelt
Einheit	kg CO ₂ eq bzw. Einheit des LCA-Indikators
Kriterium	Direkte Umweltauswirkungen: Klimawandel



Einweg-Glasflasche, Weißblechverschluss und Papieretikett verursachen in Summe 200 g CO₂eq*



PET-Flasche, PE-Verschluss und PP-Etikett verursachen in Summe 100 g CO₂eq*



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 2: Joghurtbecher

Gruppe	Umwelt
Einheit	kg CO ₂ eq bzw. Einheit des LCA-Indikators
Kriterium	Direkte Umweltauswirkungen: Klimawandel



38g CO₂eq



46g CO₂eq



VORHER

NACHHER

BEISPIEL 3: Müsliverpackung

Gruppe	Umwelt
Einheit	kg CO ₂ eq bzw. Einheit des LCA-Indikators
Kriterium	Direkte Umweltauswirkungen: Klimawandel



19 g CO₂eq



49 g CO₂eq



VORHER

NACHHER

4.2 Indirekte Umweltauswirkungen

Durch eine nicht optimale Gestaltung einer Verpackung (zu wenig oder ungeeignetes Material) können Produktverluste entstehen, die ansonsten vermeidbar gewesen wären. Eine Quantifizierung dieser Verluste stellt oft eine große Herausforderung dar, kann jedoch zumindest im Falle der **Restentleerbarkeit** empirisch erhoben werden. Indirekte Umweltauswirkungen durch verpackungsbedingte Produktverluste sollten, wenn quantifizierbar, in die **Ökobilanz** einer Verpackung von Beginn an miteinfließen. Verbleiben z.B. in einer Ketchupflasche 20 % des Ketchups aufgrund mangelnder Restentleerbarkeit, so muss in Summe

ein Viertel mehr an Ketchup produziert werden:

$$\left(1 - \frac{1}{100\% - 20\%}\right) = 25\%$$

Die Ökobilanz einer Ketchupflasche setzt sich in diesem Beispiel dann wie folgt zusammen:

- Direkte Umweltauswirkungen: Ökobilanz (Herstellung bis Entsorgung) der Verpackung (inkl. Verschluss, Etikett, etc.)
- Indirekte Umweltauswirkungen:
 - Ökobilanz von 125 g Ketchup (25 % des Inhalts)
 - Ökobilanz von 25 % der Verpackung (Herstellung bis Entsorgung)

BEISPIEL: Ketchup

Gruppe	Umwelt
Einheit	kg CO ₂ eq bzw. Einheit des LCA -Indikators
Kriterium	Direkte Umweltauswirkungen: Klimawandel



Die Restentleerbarkeit der **PP-Flasche** beträgt 20 %, wodurch 185 g CO₂eq pro 500 g Ketchup verursacht werden.



Die Restentleerbarkeit der **Glasflasche** beträgt 4 %, wodurch 4 g CO₂eq pro 500 g Ketchup verursacht werden.



VORHER

NACHHER

4.3 Einsatz zertifizierter Materialien

Werden zertifizierte Materialien bezogen, so können diese als Beitrag zur **Nachhaltigkeit** des **Verpackungssystems** und somit als Kriterium in einer holistischen Nachhaltigkeitsbewertung gelten. Dies umfasst nicht Labels, die eine Produkteigenschaft, wie z.B. die Möglichkeit einer industriellen oder Heimkompostierung bestätigen.

Bis dato konnten sich jedoch im Bereich der Verpackungsmaterialien nur für Papier (inkl. Pappe und Karton) anerkannte und extern zertifizierte Labels etablieren, die Kriterien für nachhaltige Forstwirtschaft umfassen. Deshalb sollte dieses Kriterium auch nur zur Anwendung gelangen, wenn papierbasierte Verpackungen untereinander verglichen werden, und zwar mit „1“ für kein und „2“ für mit Label.

BEISPIEL: Faltschachtel

Gruppe	Umwelt
Einheit	✗ ☹️ ✔️
Kriterium	Einsatz zertifizierte Materialien



Karton ohne Zertifizierung.



Karton mit Fasern aus zertifizierter Forstwirtschaft.



VORHER

NACHHER

4.4 Littering

Unter „**Littering**“ versteht man das achtlose Wegwerfen von Müll in die Umgebung und des damit verbundenen Eintritts in die Umwelt. Mangelhafte Abfallsammlung beziehungsweise unzureichende Entsorgungsmöglichkeiten verstärken die Gefahr von „Littering“ zusätzlich. Auswertungen „gelitterter“ Objekte zeigen, dass Verpackungen einen besonders großen Teil dieser Menge darstellen.¹¹

Methoden, das „Littering“-Potenzial von Verpackungen zu evaluieren, sind derzeit noch stark limitiert. Um eine geeignete Methode zu implementieren, müssen verschiedenste Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit des „Littering“ betreffen, in Betracht gezogen werden. Zusätzlich spielen Faktoren wie die Dauer des Abbaus in der Umwelt sowie die Auswirkungen auf diese eine entscheidende Rolle.

Wenn alle Faktoren berücksichtigt werden, könnte man künftig das „Littering“-Potenzial für eine Verpackung bestimmen.

Eine Maßnahme, die zur Eindämmung von gelitterten **Verpackungskomponenten** beitragen kann und ab 2024 für alle in der EU in Verkehr gebrachten Getränkebehälter Pflicht ist, ist dafür zu sorgen, dass Verschlüsse während ihrer vorgesehenen Verwendungsdauer an den Behältern befestigt bleiben. Derzeit wird an der FH Campus Wien an einer Methode geforscht, um eben genanntes „Littering“-Potenzial für Verpackungen zu evaluieren. Bis dahin hat noch kein anderer Indikator die notwendige Stabilität, um das Littering-Potenzial zu bestimmen, gewährleisten können. Das Kriterium sollte deshalb in der Zwischenzeit unbewertet bleiben.

BEISPIEL 1: PET-Flasche

Gruppe	Umwelt
Einheit	✘ 🔄 ✔
Kriterium	Littering



Verschluss kann gelittered werden.



Verschluss verbleibt bis zur Entsorgung auf der Flasche.



VORHER

NACHHER

¹¹ https://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/single-use_plastics_factsheet.pdf

5. ZUSAMMENFASSUNG

Das **EU-Kreislaufwirtschaftspaket** forciert unter anderem die Reduktion des Ressourceneinsatzes, die Wiederverwendung von Verpackungen, die deutliche Erhöhung **stofflicher Recyclingquoten** als auch den Einsatz von Recyclingmaterial als **Sekundärrohstoff**.

Ein erster wichtiger Schritt für ein Unternehmen ist es daher, dem Prinzip „Reduce – Reuse – Recycle“ zu folgen. Das ist nicht nur sinnvoll für die Gesamtmenge an Verpackungsanfall, die in das System eingebracht wird, sondern folgt auch den Richtlinien der EU in Bezug auf Reduktion und Rezyklierung. Gleichzeitig wird der Entwicklung von materialeffizienten Verpackungen Rechnung getragen, bei dem möglichst wenig Materialien verwendet werden, diese aber bestmöglich allen drei Kriterien Produktschutz, Zirkularität und Umwelt gerecht wird. Dabei ist jedes Produkt/jede Produktgruppe eines Sortiments durch den Hersteller oder Händler einzeln zu betrachten und zu optimieren.




In der gesamten Empfehlung wird am Beispiel der beiden Ausführungen des gezeigten Joghurtbe-

chers die subjektive Natur der Entscheidung für eine Verpackung deutlich. Ein solcher weist nämlich durch die Verwendung eines Stülpdeckels zwar bessere Produktschutzeigenschaften auf, durch die erhöhte Verpackungsmenge jedoch auch schlechtere Ergebnisse in der **Ökobilanz**.

Das hier außerdem dargestellte Beispiel des Müslis zeigt auf, dass durch eine Verbesserung des mechanischen Produktschutzes und der Wiederverschließbarkeit durch eine zusätzliche Faltschachtel in der Gruppe Produktschutz deutlich erhöhte Nachteile bei den direkten Umweltauswirkungen erreicht werden. Wenn ein Unternehmen in so einem Fall eine Entscheidung für weniger Materialeinsatz treffen sollte, ist es gleichzeitig gefordert, durch geeignete Maßnahmen in Produktion, Logistik und Vertrieb einen ausreichenden Produktschutz zu erzielen.



Zusammenfassendes Beispiel Müsli mit und ohne Faltschachtel

GRUPPE	KRITERIUM	EINHEIT	BEUTEL VORHER	BEUTEL + FS NACHHER
	mechanischer Schutz	✗ ⚠️ ✓	⚠️	✓
	nicht-mechanischer Schutz	✗ ⚠️ ✓	✓	✓
	Migrationspotenzial	✗ ⚠️ ✓	⚠️	⚠️
	Wiederverschließbarkeit	✗ ⚠️ ✓	✗	⚠️
	KonsumentInnen-Aktion	✗ ⚠️ ✓	✓	⚠️
	Recyclingfähigkeit	%	100	100
	Recyclingquote	%	0	71
	Rezyklat gehalt	%	0	
	NAWARO	%	0	85
	Mehrweg	✗ ✓	✗	✗
	Direkte Umweltauswirkungen: Klimawandel	g CO _{2eq}	19	49
	Direkte Umweltauswirkungen: Fossile Energieträger	MJ	0.34	0.78
	Direkte Umweltauswirkungen: Flächenverbrauch	Punkte	0.1	11.4
	Indirekte Umweltauswirkungen	-	-	-
	Einsatz zertifizierter Materialien	✗ ✓	-	-
	Littering	-	-	-

Während sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten **Ökobilanzen** als das Maß aller Dinge zur Bestimmung potenzieller Umweltauswirkungen von Produkten, also auch Verpackungen, immer stärker etabliert haben, ist auch im gleichen Maße die Kritik an der Methode gewachsen. So sind Ökobilanzen nur bedingt oder gar nicht in der Lage, bestimmte Umwelteffekte wie **Littering** oder **Biodiversitätsverlust** zu quantifizieren. Des Weiteren können Ökobilanzen nicht als tatsächliche **Nachhaltigkeitsbewertungen** angesehen werden, da sie üblicherweise den Status quo abbilden, die gleiche Bewertung in einigen Jahren möglicherweise andere Ergebnisse liefern könnte. So kann sogar die thermische Verwertung eines Produktes in einer Ökobilanz günstigere Werte produzieren als dessen Recycling, wenn bei der Verbrennung die Annahme getroffen wird, dass dadurch in unserem jetzigen System fossile Energieträger eingespart werden. Dies bedeutet in diesem Beispiel allerdings nicht, dass die Verbrennung von **recyclingfähigen** Produkten als nachhaltiger angesehen werden sollte. Denn sollte in einigen Jahren unsere Energiewirtschaft zu 100 % auf erneuerbaren Energieträgern basieren, so würde die Verbrennung dieses Produktes auch keine fossilen Energieträger mehr einsparen, ein Recycling wäre somit spätestens dann auch in einer Ökobilanz als nachhaltiger zu bewerten. Es zeigt sich, dass für die Einschätzung bestimmten Faktoren die Zirkularität einer Verpackung losgelöst von der Ökobilanz betrachtet werden sollte.

Zusätzlich ist auch der Produktschutz einer Verpackung nur unzulänglich in Ökobilanzen integrierbar, da genaue, mit der jeweiligen Verpackung in Verbindung stehende Produktverlusten nur in seltensten Fällen bekannt sind. Dies ist vor allem unter Berücksichtigung der Tatsache relevant, dass eine Verpackung im Vergleich zu ihrem Füllgut nur für geringe Umweltauswirkungen verantwortlich ist, der Produktschutz also im Vordergrund stehen sollte.

Aufgrund dieser Überlegungen leitet sich die vorliegende Empfehlung ab, die Kriterien zur Einstufung der (i) Produktschutzes, der (ii) Zirkularität und des (iii) Umweltauswirkungen beinhaltet. Neben Kriterien, die quantitativ (also in % oder kg CO₂eq) ausgedrückt werden, sind auch solche enthalten, die nur auf Basis einer qualitativen Bewertung mittels ExpertInneneinschätzung auf einer Skala (1 bis 3) abgebildet werden. Schlussendlich entsteht eine Liste an nachhaltigkeitsrelevanten Verpackungskriterien, die, unter Berücksichtigung der jeweiligen Wichtigkeit für das Produkt und der/dem EntscheidungsträgerIn, zur Auswahl der besten oder zur Verbesserung der bestehenden Verpackungen dienen soll. So könnten in einem ersten Schritt alle eingesetzten Verpackungen einem Screening (möglicherweise mit Unterstützung externer ExpertInnen) unterzogen werden, um Optimierungspotenziale zu identifizieren.

Unternehmen, die vertiefende Studien und Analysen ihrer Produktverpackungen in Bezug auf Nachhaltigkeit erstellen wollen, stehen hier als Serviceleistung eine Übersicht aus beratenden

Instituten und verschiedene Bewertungstools ohne Anspruch auf Vollständigkeit zur Verfügung. Diese können individuell kontaktiert werden.

Persönliche Beratung in Österreich

Altstoff Recycling Austria GmbH (ARA)

www.ara.at
office@ara.at, Tel: +43 1 599 97-555
Themengebiet: Recyclingfähigkeit

c7-consult e.U.

www.c7-consult.at
office@c7-consult.at, Tel: +43 2168 62 861
Themengebiet: LCA

FH Campus Wien

Verpackungs- und Ressourcenmanagement
www.fh-campuswien.ac.at/studium-weiterbildung/
studien-und-lehrgangsangebot/detail/
verpackungstechnologie.html
vpt@fh-campuswien.ac.at,
Tel: +43 1 606 68 77-3585
Themengebiet: LCA + Recyclingfähigkeit

Umweltbundesamt GmbH

www.umweltbundesamt.at
office@umweltbundesamt.at
Tel: +43 (0)1 313 04 - 0
Themengebiet: LCA

Circular Analytics TK GmbH

www.circularanalytics.com
office@circularanalytics.com
Themengebiet: LCA + Recyclingfähigkeit

Denkstatt GmbH

www.denkstatt.eu
office@denkstatt.at, Tel: +43 1 786 89 00
Themengebiet: LCA

footprint-consult e.U.

www.footprint-consult.com
Wolfgang.Pekny@footprint.at,
Tel: +43 (0)664 121 07 61
Themengebiet: LCA

Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Abfallwirtschaft
https://boku.ac.at/wau/abf/
abf@boku.ac.at, Tel: +43 1 47654 81300
Themengebiet: LCA

Bewertungstools

Recycling Compass

Unternehmen: ARApplus, Grüner Punkt
Themengebiet: LCA
Altstoff Recycling Austria GmbH (ARA)
www.araplus.at/araplus/leistungen/
ara-circular-design/

Circulate[®]easy

Unternehmen: Reclay Group GmbH
Themengebiet: LCA
www.circulate.eco

Packaging Calculator+

Unternehmen: Sphera
Themengebiet: LCA+Recyclingfähigkeit
www.thinkstep.com/de/software/gabi-software/gabi-packaging-calculator-plus

RecyClass

Unternehmen: Packaging Recyclers Europe
Themengebiet: Recyclingfähigkeit
www.recyclass.eu/tool/de/

Bilan Environmental des Emballages (BEE)

Unternehmen: Citeo SA
Themengebiet: Recyclingfähigkeit+LCA
www.bee.citeo.com/

EasyD4R

Unternehmen: Henkel CEE GmbH
Themengebiet: Recyclingfähigkeit
www.henkel.com/sustainability/sustainable-packaging/easyd4r

Packaging Cockpit

Unternehmen: Circular Analytics
Themengebiet: LCA+Recyclingfähigkeit
www.packagingcockpit.com (noch nicht online)

7. GLOSSAR

Abfallhierarchie

Die im Kreislaufwirtschaftsgesetz geregelte fünfstufige Abfallhierarchie legt für Maßnahmen zur Behandlung und Verwertung von Abfällen eine grundsätzliche Rangfolge fest: 1. Vermeidung, 2. Vorbereitung zur Wiederverwendung, 3. Recycling, 4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung, 5. Beseitigung.

Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG)

Die Richtlinie 2008/98/EG vom 19. November 2008 über Abfälle, die Abfallrahmenrichtlinie, ist eine Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft und setzt den rechtlichen Rahmen für die Abfallgesetzgebung der Mitgliedstaaten.

Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0098>

Abklatsch-Migration

Art der Migration, die durch Kontakt der bedruckten mit der unbedruckten Seite erfolgt, z. B. beim Stapeln oder Aufrollen der bedruckten Materialien.

Antimon

Ein chemisches Element, genauer gesagt ein Mineral, das schon in geringsten Mengen giftig sein kann. Antimon wird in der Herstellung von **PET** eingesetzt.

BCT-Wert Stapelstauchdruck

Der **Stapelstauchdruck** wird mittels BCT-Wert (Box compression test) angegeben und gibt Aufschluss darüber, welche Kraft eine Verpackung aufnehmen kann, bevor sie einknickt.

Biodiversität

Vielfalt von biologischen Arten oder deren Lebensräumen.

Bisphenol A

Bisphenol A (BPA) ist ein Stoff, welcher unter anderem als Weichmacher in der Kunststoffherstellung eingesetzt wird und der aufgrund seiner hormonaktiven Wirkung im menschlichen Körper als potenziell gesundheitsgefährdend gilt. Beispiele, wo Bisphenol A eingesetzt wird, sind etwa Beschichtungen auf Thermopapier (z.B. Kassabons) oder Innenbeschichtungen von Konservendosen.

Closed loop recycling

Recycling, bei dem das recycelte Material anschließend wieder in seiner ursprünglichen Funktion angewendet wird (z.B. Bottle to bottle recycling bei **PET**-Flaschen).

CO₂-Bilanz

Eine CO₂-Bilanz (auch Treibhausgasbilanz oder CO₂-Fußabdruck) wird üblicherweise im Rahmen einer **Ökobilanz** berechnet und gibt die Summe an Treibhausgasen an, die mit einem Produkt oder einer Dienstleistung in Verbindung stehen. Die Wirksamkeit von Treibhausgasen (neben CO₂ auch z.B. Methan oder Lachgas) werden dabei in Relation zum Treibhauseffekt von CO₂ gesetzt und addiert.

Cradle to cradle, cradle to grave, cradle to gate

Beschreibung des Umfangs der betrachteten Lebenswegabschnitte. „cradle to grave“ beschreibt den Lebensweg eines Produktes von der Entstehung bis zur Entsorgung, „cradle to cradle“ von der Entstehung bis zur Entstehung eines neuen Produktes durch Recycling und „cradle to gate“ von der Entstehung bis zum Verlassen des Fabrikts.

EPS

EPS (extrudiertes **Polystyrol**) ist ein zäher fester Schaum, welcher durch die chemische Extrusion von Polystyrol hergestellt wird und vor allem unter dem Handelsnamen Styropor bekannt ist.

ESL

ESL-Milch (englisch extended shelf life ‚längere Haltbarkeit im Regal‘) ist eine Milch, deren Haltbarkeit in ungeöffneter Verpackung zwischen der von pasteurisierter (fünf bis sieben Tage) und der von ultrahocherhitzter H-Milch (drei bis sechs Monate) liegt.

EU-Kreislaufwirtschaftspaket

Das im Juli 2018 in Kraft getretene EU-Kreislaufwirtschaftspaket (engl.: Circular Economy Package) enthält Vorgaben zur Förderung der europaweiten Kreislaufführung von Rohstoffen. Es legt europaweit neue rechtsverbindliche Ziele für das Abfallrecycling und die Verringerung der Deponierung mit konkreten Fristen fest.

Eutrophierung

Die Eutrophierung bezeichnet die Anreicherung von Nährstoffen in ursprünglich nährstoffarmen Gewässern bedingt durch menschliche Aktivitäten. Die Folge davon ist das übermäßige Wachstum von Algen und Wasserpflanzen, die anderen Pflanzenarten sowie Tieren die Lebensgrundlage entziehen.

EU-Verpackungs- und Verpackungsabfallrichtlinie (94/62/EG)

Ist eine europaweit gültige Richtlinie, die der einheitlichen, umwelt- und gesundheitsschonenden Beschaffenheit von Verpackungen und Verpackungsabfällen dient. Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CE-LEX%3A31994L0062>

Gesamter Lebenszyklus der Verpackung

Der Lebenszyklus beginnt mit der Rohstoffförderung und endet mit der Entsorgung der Verpackung.

HDPE, LDPE, MDPE, LLDPE

Anhand der unterschiedlichen Dichten unterscheidet man 4 Haupttypen von Polyethylen (PE):

HDPE - high-density Polyethylen: Polyethylen mit hoher Dichte.

MDPE - medium-density Polyethylen: Polyethylen mit mittlerer Dichte.

LDPE - low-density Polyethylen: Polyethylen mit niedriger Dichte.

LLDPE - linear, low-density Polyethylen: lineares Polyethylen mit niedriger Dichte.

Inertes Material

Inerte bzw. chemische inerte Materialien reagieren nicht oder kaum mit potenziellen Reaktionspartnern.

Karton-Wickel

Karton, der als Umhüllung einer Verpackung mit anderem Basismaterial, meist Kunststoff, dient.

Kunststoffgranulat

Ist die gängige Lieferform von thermoplastischen Kunststoffen für die kunststoffverarbeitende Industrie. Der Kunststoff wird in Extrudern erhitzt/ geschmolzen, über Düsen zu Strängen geformt, in wenige Millimeter lange Abschnitte geschnitten und abgekühlt. Das so entstandene Granulat kann als Schüttgut einfach transportiert werden.

Lebenszyklusanalyse, LCA, Ökobilanz

Methode, mit der die potenziellen Umweltauswirkungen eines Produktes über dessen gesamten Lebenszyklus berechnet werden können.

Littering

Littering bezeichnet das Wegwerfen oder Liegenlassen kleiner Mengen Siedlungsabfall, ohne dabei die bereitstehenden Entsorgungsstellen zu benutzen. Definition nach Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU)

MAP - Modified Atmosphere Packaging

(Deutsch: Verpacken unter Schutzatmosphäre) Gezielte Veränderung der Gaszusammensetzung in einer gasdichten Verpackung mit dem Ziel, die Haltbarkeit eines Produktes zu verlängern.

Mikroplastik

Als Mikroplastik werden im Allgemeinen kleine Kunststoffteilchen bezeichnet, jedoch ist derzeit keine weltweit gültige Definition samt Größenbegrenzung festgelegt. Laut österreichischem und deutschem Umweltbundesamt, handelt es sich bei Mikroplastik um „Feste, wasserunlösliche Kunststoffpartikel, die fünf Millimeter und kleiner sind“. Mikroplastik entsteht im Laufe der Zeit aus größeren Plastikteilen durch Abrieb und Erosion z.B. durch Reifenabrieb, beim Waschen von synthetischen Textilien oder durch die Zersetzung von Kunststoffabfall im Meer.

Mineralöle (MOSH/MOAH)

MOSH (Mineral Oil Saturated Hydrocarbons, deutsch: gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe) und MOAH (Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons, deutsch: aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe) sind Gruppen chemischer Verbindungen, die in Druckfarben enthalten sein können. Diese stehen im Verdacht, krebserregend zu sein.

Monomaterial - Verpackung

Einstoffverpackung - Verpackung, deren Komponenten im Wesentlichen aus einem Packstoff oder zumindest aus einem Werkstoff einer Packstoffgruppe bestehen. Zum Beispiel eine Blisterverpackung, bei der sowohl der warmgeformte Unterteil als auch die Deckelfolie aus **Polypropylen** besteht.

Multilayer/ Mehrschichtverbund/ Verbundmaterialien

Kombination von mehreren Packstoffen, die von Hand nicht trennbar sind und von denen keine einen Masseanteil von mehr als 95 % aufweist. (Definition nach dem deutschen Verpackungsgesetz)

Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden. Dabei ist es wichtig, die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit - wirtschaftliche Effizienz, soziale Gerechtigkeit und ökologische Tragfähigkeit - gleichberechtigt zu betrachten.

NAWARO

Kurz für „nachwachsende Rohstoffe“

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.

OPS

Orientiertes Polystyrol (OPS) wird durch Strecken einer Polystyrolfolie hergestellt, und weist im Vergleich zur nicht verstreckten Polystyrolfolie verbesserte Materialeigenschaften (z.B. erhöhte Steifigkeit) auf.

Oxo-abbaubarer Kunststoff

Beschreibt einen Kunststoff, der gewisse Zusatzstoffe enthält (z.B. Mangan), die durch Oxidation einen Zerfall des Kunststoffs in Mikropartikel oder einen chemischen Abbau herbeiführen. Es besteht das Problem, dass sich diese Art von Kunststoff nicht hinreichend biologisch abbaut und so zur Verschmutzung der Umwelt durch **Mikroplastik** beiträgt bzw. sich negativ auf das Recycling herkömmlicher Kunststoffe auswirkt, insofern die Artikel einer Verwertung zukommen.

PET

Polyethylenterephthalat ist ein üblicherweise transparenter Kunststoff, welcher besonders stabil ist und gute Barriereigenschaften aufweist. PET verfügt mitunter über eine hohe Aromadichte und gute Fettbeständigkeit. Es wird hauptsächlich zur Herstellung von Flaschen für kohlenensäurehaltige Getränke verwendet, aber auch für Salatschalen, Clear Cups und zur Folienherstellung.

Phthalate

Stoffe, die vorrangig als Weichmacher für Kunststoffe verwendet werden und im Verdacht stehen, krebserregend und hormonell wirksam zu sein.

Primärrohstoffe

Primärrohstoffe sind natürliche Ressourcen, die aus einer primären Gewinnung bzw. Förderung stammen. Sie sind unbearbeitet – abgesehen von den Schritten, die nötig sind, um sie zu gewinnen.

Primärverpackung

Die Primärverpackung beinhaltet, bzw. umschließt das Füllgut und wird auch als VerbraucherInnenverpackung bezeichnet (Bsp. Getränkeflasche).

PP

Polypropylen ist ein Kunststoff der chemisch betrachtet Polyethylen ähnelt, jedoch fester und temperaturbeständiger ist. Er weist gute Barriereigenschaften gegenüber Fett und Feuchtigkeit auf und zählt ebenfalls zu den meist verbreiteten Kunststoffen bei Lebensmittelverpackungen. Als Beispiele sind Flaschenverschlüsse, Schalen und Folien zu nennen.

PS

Polystyrol ist ein Kunststoff mit relativ hoher Gas- und Wasserdampfdurchlässigkeit, der sehr formstabil und klar ist. Er kann je nach Einsatzzweck in der Verarbeitung gespritzt, tiefgezogen oder geschäumt werden. Typische Anwendungsbeispiele sind Joghurtbecher, Kunststoffbesteck und CD-Hüllen.

PVC

Polyvinylchlorid ist ein Kunststoff mit sehr breitem Einsatzgebiet, vor allem im Non-Food Bereich. Er ist üblicherweise sehr hart, spröde und wird durch die Zugabe von Weichmachern formbarer. PVC wird zum Beispiel als Schrumpffolie im Transport oder für die Herstellung von Rohren verwendet. Im Kontakt mit Lebensmitteln besteht jedoch die Gefahr, dass die zugesetzten Weichmacher in das Lebensmittel übergehen.

Rezyklat

Der Begriff Rezyklat steht für alle Stoffe, welche einem Recyclingprozess entstammen. Als Beispiel kann **Kunststoffgranulat** welches aus gebrauchten PET-Flaschen- gewonnen wurde genannt werden. Im Sinne dieser Empfehlung bezieht sich der Begriff primär auf Post Consumer Rezyklate (PCR) - Rezyklate welche aus Haushalts- und Industrieabfällen gewonnen werden.

Recyclingfähigkeit

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

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

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

Recyclingstrom

Strom, der einer Verpackung oder einem Material zugewiesen wird, um dort gemeinsam mit anderen Verpackungen oder Materialien recycelt zu werden.

Restentleerbarkeit

Restentleerbarkeit bezeichnet die Eignung einer Verpackung hinsichtlich der bestimmungsgemäßen Entnahme des Füllgutes durch LetztverbraucherInnen.

Rohmaterialien

Ein Rohmaterial bezeichnet einen Grund- bzw. Rohstoff, der für eine oder eine weitere Be- oder Verarbeitung bestimmt ist.

RPET

RPET bzw. rPET bezeichnet recyceltes **PET**. Diese wird derzeit hauptsächlich aus gebrauchten PET-Getränkeflaschen gewonnen.

Sekundärmaterial

Sekundärmaterial oder -rohstoffe werden durch Wiederaufbereitung der **Primärrohstoffe** gewonnen. Es handelt sich also um Stoffe, die zum zweiten oder wiederholten Mal genutzt werden.

Sekundärverpackung

Die Sekundärverpackung fasst die **Primärverpackungen** zusammen und wird auch als Umverpackung bezeichnet (Bsp. Umkarton aus Wellpappe).

Single-use Plastics Directive

Die Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt (2019/904/EG) – kurz Einwegkunststoff-Richtlinie oder englisch „Single-use Plastics Directive“ ist 2019 in Kraft getreten und gibt zahlreiche Maßnahmen zum Gebrauch bestimmter Einwegkunststoffprodukte vor. So werden beispielsweise bestimmte Produkte wie Wattestäbchen, Einmalbesteck und Trinkhalme zukünftig verboten und Hersteller stärker in die Verantwortung genommen. Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52018PC0340>

Sleeve

Überziehetikett – schlauchförmiges Etikett aus schrumpfbarem Kunststoff, welches von oben über den Rumpf des Packmittels gezogen und durch Schrumpfen eng verbunden wird.

Stapelstauchdruck

Stapelstauchdruck stellt eine typische statische Belastungsart dar, nämlich die Druckbelastung, die z.B. bei übereinander gestauten Packstücken auftritt. Diese Druckbelastung wirkt auf die Deckelflächen der belasteten Packstücke und muss über die Wände und Böden der Packstücke abgeleitet werden.

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.

Verpackungskomponenten/ Packhilfsmittel

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. Es bildet sozusagen die Basis. 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.

Verpackungssystem

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

Die folgenden Erläuterungen richten sich an fachlich versierte Personen in den Bereichen **Ökobilanz** und **Nachhaltigkeits**bewertung.

A.1 Ökobilanz – Vereinheitlichung der Berechnungsmethodik

Die verwendeten Daten und Annahmen beeinflussen die Ergebnisse einer Ökobilanz maßgeblich. Primärdaten (tatsächlich erhobene bzw. bekannte Daten zu Rohstoffen, Hilfs- und Betriebsstoffen, Transportdistanzen, uvm.) sollen wann immer möglich erhoben und für die Berechnung verwendet werden. Eine Ökobilanz besteht jedoch nie nur aus Primärdaten. Für diesen Zweck werden Ökoinventurdatenbanken verwendet, die bereits erhobene Daten beinhalten. Die beiden gebräuchlichsten Datenbanken sind: Ecoinvent und GaBi („Ganzheitliche Bilanzierung“). Die zur Bilanzierung verwendete Datenbank sowie deren Versionsnummer sollte angegeben werden und jedwede Modifikation eines Datensatzes argumentiert und beschrieben werden.

Bei allen Bilanzierungsregeln sollte eine Orientierung an den aktuell gültigen Richtlinien des Pro-

duct Environmental Footprints (kurz: „PEF“) erfolgen (aktuell: Version 6.3 [1,2]). Dies betrifft vor allem die „Circular Footprint Formula“ für die Bilanzierung von **Rezyklat** und der Entsorgung. Die verwendeten Faktoren für die Circular Footprint Formula (A, B, Qualitätsfaktoren) sind dem Annex C der PEF Guidance zu entnehmen, oder falls argumentierbar, auf Basis anderer Datengrundlagen zu ermitteln, jedenfalls aber zu dokumentieren. Sind Produktkategorieregeln im Rahmen des PEF verfügbar (z.B. Milch, Bier, Nudeln, Haustierfutter, u.e.m. [3]), so sind diese heranzuziehen.

Es sollte eine sinnvolle und zweckmäßige funktionelle Einheit in der Ökobilanz von Verpackungen verwendet werden. Eine solche kann zum Beispiel „Bereitstellung von X g/kg/Liter von Produkt Y in einem österreichischen Haushalt“ lauten.

A.1.1 Vordergrundsystem und Systemgrenzen

Das modellierte Vordergrundsystem in der Ökobilanz einer Verpackung sollte folgende Lebenswegabschnitte für alle ihre Komponenten sowie die eingesetzte Sekundärverpackung umfassen:

- Herstellung der **Rohmaterialien** (z.B.: Kunststoff: Granulat; Faltschachtel: Rohkarton, etc.)
- Transport der Rohmaterialien zur Verarbeitung
- Verarbeitungsverfahren (z.B. Kunststoff: Spritzguss oder Blasformen, Aluminium: z.B. Folienwalzen)
- Transport der finalen Verpackung zum abfüllenden Unternehmen
- Abfüllung des Füllgutes in die Verpackung (sofern bekannt)

- Distribution
 - Transport von abfüllendem Unternehmen zu Lager des LEH
 - Transport von LEH-Lager zu Filiale
- Entsorgung der Verpackung (Recycling, städtische/industrielle thermische Verwertung, Deponierung)

Im Falle von Mehrwegverpackungen sind zusätzlich (i) der Leerguttransport zwischen Filiale und Lager sowie (ii) Lager und abfüllendem Unternehmen inklusive des Stromverbrauchs für die Aufbewahrung des Leerguts in Lager und Filiale und (iii) die Reinigung von **Primär-** und **Sekundärverpackung** zur anschließenden Wiederbefüllung.

A.1.2 Auswahl der Wirkungskategorien

Nach den Regeln des PEF sollten folgende 16 Wirkungskategorien anhand der jeweiligen Methoden berechnet werden:

WIRKUNGSKATEGORIE	INDIKATOR	EINHEIT	METHODE ¹¹	NORMALISIERUNGSFAKTOR	GEWICHTUNG [%]
Climate change	Radiative forcing as Global Warming Potenzial	kg CO ₂ eq	Baseline model of 100 years of the IPCC (based on IPCC 2013)	8.40 E+03	22.19
Ozone depletion	Ozone depletion potential	kg CFC-11eq	Steady-state ODPs	2.34 E-02	6.75
Human toxicity, cancer	Comparative Toxic for humans (CTUh)	CTUh	USEtox model	3.85 E-05	0.00
Human toxicity, non-cancer	Comparative Toxic for humans (CTUh)	CTUh	USEtox model	4.75 E-04	0.00
Particulate matter	Impact on human health	Disease incidence	PM method recommended by UNEP	7.18 E-04	9.54
Ionising radiation, human health	Human exposure efficiency relative to U235	kBq U235eq	Human health effect model as developed by Dreicer et al. 1995	4.22 E+03	5.37
Photochemical ozone formation, human health	Tropospheric ozone concentration increase	kg NMVO-Ceq	LOTOS-EUROS model	4.06 E+01	5.10
Acidification	Accumulated Exceedance	mol H+eq	Accumulated Exceedance	5.55 E+01	6.64
Eutrophication, terrestrial	Accumulated Exceedance	mol Neq	Accumulated Exceedance	1.77 E+02	3.91
Eutrophication, freshwater	Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (P)	kg Peq	EUTREND model	7.34 E-01	2.95
Eutrophication, marine	Fraction of nutrients reaching marine end compartment (N)	kg Neq	EUTREND model	2.83 E+01	3.12
Ecotoxicity, freshwater	Comparative Toxic Unit for ecosystems (CTUe)	CTUe	USEtox model	1.18 E+04	0.00
Land use	Soil quality index	Pt	Soil quality index based on LANCA	1.40 E+06	8.42
Water use	User deprivation potential (deprivation-weighted water consumption)	m ³ worldeq	Available Water Remaining (AWARE)	1.15 E+04	9.03
Resource use, minerals and metals	Abiotic resource depletion (ADP ultimate reserves)	kg Sbeq	CML 2002	6.36 E-02	8.08
Resource use, fossils	Abiotic resource depletion - fossil fuels (ADP-fossil)	MJ	CML 2002	6.53 E+04	8.92

Tabelle 2: Zu berechnende Wirkungskategorien

¹¹ Der Einfachheit halber wurden die Literaturverweise zur jeweiligen Methodik an dieser Stelle nicht eingefügt. Diese können jedoch in Version 6.3 der PEF Guidance [2] nachgeschlagen werden

Für die Interpretation der Ergebnisse und die Berücksichtigung in der späteren holistischen **Nachhaltigkeitsbewertung** sollten jedoch nur die als „relevant“ identifizierten Wirkungskategorien herangezogen werden. Für diese Identifikation werden die Ergebnisse aller Wirkungskategorien zuerst normalisiert (durch einen Referenzwert dividiert) und dann gewichtet (mit einem Gewichtungsfaktor

multipliziert)¹². Anschließend werden die die Beträge der dimensionslosen Resultate der Wirkungskategorien zu einem Gesamtwert addiert. Die Wirkungskategorien, die gemeinsam zumindest 80 % zu diesem Gesamtwert beitragen (begonnen mit der Wirkungskategorie mit dem größten Beitrag) sind als relevant einzustufen.

A.1.3

Modellierung der Verwendung elektrischer Energie

Gemäß ISO 14044 sollte der jeweilige Strom-Mix zur Bilanzierung herangezogen werden, jedoch wird nicht angegeben, welche Art von Strom-Mix. Zu unterscheiden gibt es dabei prinzipiell [4]:

- **Erzeugermix:** prozentuale Aufteilung der Energieträger für die erzeugten Strommengen eines Kraftwerksparks, eines stromproduzierenden Unternehmens oder eines Landes
- **Aufbringungsmix:** umfasst die Summe des mit dem österreichischen Kraftwerkspark erzeugten Stroms inklusive Stromimporten aus anderen Ländern
- **Versorgungsmix:** Anteile der einzelnen Primärenergieträger am gesamten Lieferumfang eines Stromlieferanten an alle EndkundInnen

Die Wahl des Strom-Mixes kann substantziellen Einfluss auf die Ergebnisse einer **Ökobilanz** ausüben, insbesondere, wenn Produkte miteinander verglichen werden, deren Stromverbrauch sich pro funktionelle Einheit stark unterscheidet. Während das österreichische Umweltbundesamt zur Bilanzierung mittels Aufbringungsmix rät [4], lautet die Empfehlung im Rahmen des PEF, den Versorgungsmix zu verwenden. Für die Nachhaltigkeitsbewertung im Rahmen der ECR soll den Empfehlungen des österreichischen Umweltbundesamt entsprechend der österreichische (bzw. der des jeweiligen Herstellungslandes) Aufbringungsmix herangezogen werden.

A.1.4

Allokation

Allokation beschreibt den Vorgang der Zuteilung von Bürden (z.B. Rohstoffverbrauch, erzeugte Emissionen) und Gutschriften (Reduktion des Verbrauchs von z.B. Energieträgern, deren Einsatz im ursprünglichen Fall geschehen wäre) zwischen verschiedenen Produktsystemen. Für die Anwendung bei der Ökobilanz von Verpackungen betrifft dies vor allem:

- Recycling von **Verpackungskomponenten**
- Thermische Verwertung von Verpackungskomponenten in einer Müllverbrennungsanlage (MVA)
- Thermische Verwertung von Verpackungskomponenten im Zementwerk oder einer sonstigen Verbrennungsanlage

Zur Anwendung gelangt dabei die sogenannte „Circular Footprint Formula“ (kurz CFF) aus der aktuellen Version 6.3 des PEF:

PRODUKTIONS-SCHRITT	FORMEL
Material	$(1-R_1) \times E_v + R_1 \times (AE_{recycled} + (1-A) \times E_v^* \times Q_{sit}/Q_p) + (1-A) \times R_2 \times (E_{recyclingEoL} - E_v^* \times Q_{Sout}/Q_p)$
Energie	$(1-B) \times R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec})$
Deponie	$(1-R_2-R_3) \times E_D$

Tabelle 3: Circular Footprint Formula (CFF)

¹² Die Wirkungskategorien zu Human- und Okotoxizität sind zum momentanen Zeitpunkt noch nicht als robust genug anzusehen und werden daher mit einer Gewichtung von Null versehen.

Zur Erklärung der Parameter sollte folgende Tabelle dienen:

PARAMETER	BESCHREIBUNG
A	<p>Allokationsfaktor zwischen Bereitsteller und Verwender von recycelten Materialien, der zwischen 0.2 und 0.8 liegen darf.</p> <ul style="list-style-type: none"> • A=0.2: Geringes Angebot an recycelten Materialien und hohe Nachfrage. Die Formel „belohnt“ eher ein Recycling als den Einsatz von Sekundärmaterial • A=0.8: Hohes Angebot an recycelten Materialien und geringe Nachfrage: Die Formel „belohnt“ eher die Verwendung von Sekundärmaterial als ein Recycling • A=0.5: Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage. Die Formel „belohnt“ ein Recycling und die Verwendung von Sekundärmaterial gleichermaßen
B	Allokationsfaktor für Energierückgewinnungsprozesse Festsetzung mit 0 [2]
Qsin	Qualität des eingehenden Sekundärmaterials
Qsout	Qualität des ausgehenden Sekundärmaterials
Qp	Qualität des Primärmaterials
R1	Rezyklatgehalt (aus Post Consumer Waste)
R2	Recyclingquote (Verhältnis zwischen dem Markt zur Verfügung gestelltem Rezyklat und der Marktmenge), berücksichtigt Verluste im Sortier- und Recyclingprozess
R3	Verhältnis der Menge an Produkt, welche thermisch verwertet wird
Erecycled	Emissionen und verbrauchte Ressourcen des Recyclingprozesses von eingehendem Sekundärmaterial
ErecyclingEoL	Emissionen und verbrauchte Ressourcen des Recyclingprozesses von ausgehendem Sekundärmaterial (entspricht Erecycled bei closed loop)
Ev	Emissionen und verbrauchte Ressourcen von Primärmaterial
E*v	Emissionen und verbrauchte Ressourcen der Bereitstellung von Primärmaterial entsteht, welches durch Sekundärmaterial ersetzt wird (entspricht Ev bei closed loop)
EER	Emissionen und verbrauchte Ressourcen des Energierückgewinnungsprozesses
ESE,heat/ ESE,elec	Emissionen und verbrauchte Ressourcen, die andernfalls zur Erzeugung von thermischer und elektrischer Energie entstanden wären
ED	Emissionen und verbrauchte Ressourcen der Entsorgung ohne Energierückgewinnung.
XER,heat/ XER,elec	Effizienz des Energierückgewinnungsprozesses für elektrische und thermische Energie
LHV	Unterer Heizwert des verwerteten Produktes

Folgende Parameter sollten für entsprechende **Verpackungskomponenten** gewählt werden, die, abseits des A-Faktors für **PET**, den vorgeschlagenen Werten in der jeweiligen Literatur entsprechen [5]:

VERPACKUNGSMATERIAL	A	Q
Glas	0.2	1.00
Metall	0.2	1.00
PET	0.2	Für Food Grade Rezyklat : 1.00 für non-food grade Rezyklat: Verhältnis zwischen Preis von Sekundär- und Primärmaterial
Andere Kunststoffe	0.5	Verhältnis zwischen Preis von Sekundär- zu Primärmaterial (max. 1.00)
Papier, Pappe und Karton, Kartonanteil in einem Getränkeverbundkarton	0.2	0.85 (falls Verkürzung der Fasern im Recyclingprozess nicht bereits berücksichtigt wurde)

Tabelle 5: CFF-Parameter für Verpackungsmaterialien

Für die thermische Verwertung muss zwischen einer Verwertung in Müllverbrennungsanlagen und einer solchen als Ersatzbrennstoff im Rahmen einer industriellen Verbrennung unterschieden werden.

A.1.4.1 Thermische Verwertung: städtische Müllverbrennung

Als Wirkungsgrade in österreichischen Müllverbrennungsanlagen (Xer) sollten 14 % für elektrische Energie und 53 % für thermische Energie angenommen werden [6]. Als Substitutionsprodukte für Energieerzeugung in MVAs (ESE) sollte Erdgas für

thermische und der österreichische Aufbringungsmix für elektrische Energie angenommen werden. Der untere Heizwert des jeweiligen Materials sollte der Literatur entnommen werden.

A.1.4.2 Thermische Verwertung: industrielle Verbrennung

Für die industrielle Abfallverbrennung sollte angenommen werden, dass die jeweilige Verpackungskomponente als Ersatzbrennstoff in der Klinkerproduktion dient. Bürden und Gutschriften dieser

Art der Verwertungen können z.B. mit dem kostenfreien Tool LCA4Waste Cementkiln [7] modelliert werden.

- Herstellung von **Verpackungskomponenten**
 - Im besten Fall werden Primärdaten der Herstellung aller Verpackungskomponenten verwendet. Sollten diese nicht verfügbar sein, so sind die jeweils aktuellen Datensätze aus den erwähnten Ökoinventurdatenbanken oder solche, die direkt von Industrievereinigungen (z.B. PlasticsEurope, FEVE, FEFCO, etc.) bezogen werden können und extern überprüft wurden, einzusetzen.
- Reinigung und Abfüllung
 - Im besten Fall werden Primärdaten zur Reinigung und Abfüllung verwendet. Im zweitbesten Fall sollten Default Werte aus Produktkategorieeregeln [3] eingesetzt werden. Im drittbesten Fall sollten Werte aus anderer Literatur herangezogen werden.
- Transporte
 - Im besten Fall werden Primärdaten zu allen Transporten verwendet. Im zweitbesten Fall sollten Default Werte herangezogen werden. Zwischen Hersteller und Abnehmer von Verpackungskomponenten (beide innerhalb Europas, exkl. Glas) lauten diese [2]:
 - 230 km per LKW (EURO4 >32t, Auslastung 64 %)
 - 280 km per Bahn
 - 360 km per Schiff
 - Für Hersteller außerhalb Europas:
 - 1 000 km per LKW (EURO4 >32t, Auslastung 64 %)
 - 18 000 km per Schiff (oder 10 000 km per Flugzeug)
- Distribution
 - Abfüller zu LEH-Lager: Im besten Fall werden Primärdaten zu mittlerer Distanz und Auslastung der Transportmittel verwendet. Im zweitbesten Fall sollte mit einer Distanz von 190 km per LKW [8] bei einer Auslastung von 62 % gerechnet werden, wenn es sich um ein Produkt handelt, das für die Beladung eines LKW als masselimitierend gilt. Für volumenlimitierte Transporte sollte die Auslastung ermittelt werden, indem die maximale mögliche Beladung berechnet und anschließend die Auslastung mit der Berücksichtigung eines Leerfahrtenanteils von 38.2 % [9] ermittelt wird.
 - LEH-Lager zu Filiale: Im besten Fall werden Primärdaten zur mittleren Distanz und Auslastung der Transportmittel verwendet. Im zweitbesten Fall sollte mit einer Distanz von 50 km [8] gerechnet werden, wobei für Einweg-Produkte die gleiche Strecke als Leerfahrt angenommen werden soll. Für Mehrwegprodukte ist der Leerguttransport gesondert zu ermitteln, mit der Annahme, dass keine zusätzliche Leerfahrt erzeugt wird, sondern die Produkte bei der Rückfahrt des LKW transportiert werden.
- Entsorgung
 - Für das Recycling, die thermische Verwertung oder die Beseitigung von Verpackungsabfällen sollen verpackungsspezifische Quoten für Österreich, sofern verfügbar, herangezogen werden. Verluste in der Sortierung und im Recycling müssen dabei berücksichtigt werden.

Evaluierung der Kriterien anhand eines Fallbeispiels

Nachdem alle erforderlichen Kriterien gesammelt und in einer Tabelle aufgelistet wurden, stellt sich nun die Frage der Interpretation und Auswertung. Eine solche kann unter Anwendung einer multi-kriteriellen Entscheidungsanalyse (engl.: Multi Criteria Decision Analysis, kurz MCDA) erfolgen. Mit Hilfe von MCDA können verschiedene Alternativen miteinander evaluiert werden. Im Laufe der Jahre wurde eine Vielzahl unterschiedlicher MCDA-Methoden entwickelt, die unterschiedliche Vor- und

Nachteile aufweisen. Während diese Guideline keine allgemeingültige Aussage über die Festlegung auf eine bestimmte MCDA-Methode trifft, bzw. ob zur Auswertung überhaupt eine MCDA angewendet werden sollte. Zur besseren Verständlichkeit wird nun folgendes Fallbeispiel anhand der sogenannten „TOPSIS“-Methode präsentiert. Dabei wird zur besseren Lesbarkeit auf eine Darstellung in Formelschreibweise verzichtet.

A.2.1 Aufstellung der Kriterien

Als Beispiel sollen die beiden Varianten des Joghurtbechers dienen.

A.2.2 Auswertung der Kriterien

Wie bereits eingangs erwähnt werden die aufgelisteten Kriterien zum Zwecke der Veranschaulichung mit „TOPSIS“ (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ausgewertet. Dabei werden Vorteile von verschiedenen Alternativen bewertet, indem der Abstand der jeweiligen Alternative sowohl zur besten, als auch zur schlechtesten Alternative ermittelt wird. Die Alternative, die in Summe am nächsten an der besten und am entferntesten gegenüber der schlechtesten Alternative ist, ist als beste Lösung anzusehen. Dabei kann ein Wert zwischen 0 und 1 erreicht werden, wobei 1 eine optimale Lösung darstellt. Im ersten Schritt wird die sogenannte Entscheidungsmatrix aufgestellt, also die Liste aller Alternativen und Kriterien. Kriterien werden anschließend als vorteilhaft (je höher

der Wert, desto besser) oder nicht-vorteilhaft (je niedriger der Wert, desto besser) eingestuft. Im nächsten Schritt muss eine Gewichtung der Kriterien vorgenommen werden, die in diesem Beispiel mit 50 % Umwelt, 25 % Zirkularität und 25 % Produktschutz gewählt wird. Innerhalb dieser Gruppen wird eine gleiche Gewichtung der Kriterien für dieses Beispiel gewählt, abgesehen von den **LCA**-Wirkungskategorien, deren Gewichtung aus PEF-Dokumenten entnommen. Die Kriterien **NAWARO** und Recyclingquote werden dabei vernachlässigt (beide <10 %), ebenso wie das Kriterium „Mehrweg“ (beide Verpackungen sind Einweg) und „Littering“ (fehlende Methodik). Zertifizierte Materialien bleiben ebenfalls unberücksichtigt, da es sich nicht um faserbasierte Verpackungen handelt.

GRUPPE	KRITERIUM	EINHEIT	BECHER, VORHER	BECHER, NACHHER
Umwelt	Klimawandel	g CO2eq	38	46
	Fossile Energieträger	MJ	0.63	0.75
	Eutrophierung , Süßwasser	kg Peq	2.5 E-6	5.4 E-6
Produktschutz	mechanischer Schutz	1-3	2	3
	nicht-mechanischer Schutz	1-3	3	3
	Migrationspotenzial	1-3	2	2
	Wiederverschließbarkeit	1-3	2	3
Zirkularität	KonsumentInnen-Aktion	1-3	1	3
	Recyclingfähigkeit	%	7	100
	Recyclingquote	%	5	5
	Rezyklat gehalt	%	0	28

Tabelle 9: Auswertung des Fallbeispiels mit TOPSIS (VK=vorteilhaftes Kriterium, NK=nicht vorteilhaftes Kriterium)

Im nächsten Schritt wird die sogenannte „standardisierte Matrix erstellt“. Dabei werden alle Werte einer Zeile zuerst quadriert, und dann die Wurzel aus ihrer Summe gebildet. Am Beispiel des Kriteriums Klimawandel:

$$\sqrt{(38^2+46^2)}=60$$

Die einzelnen Werte in einer Zeile werden nun durch diesen Wert dividiert.
Man erhält die standardisierte Matrix:

GRUPPE	KRITERIUM	VK/NK	GEWICHTUNG	BECHER, VORHER	BECHER, NACHHER
Umwelt	Klimawandel	NK	25.00%	0.64	0.77
	Fossile Energieträger	NK	12.50%	0.64	0.77
	Eutrophierung, Süßwasser	NK	12.50%	0.42	0.91
Produktschutz	mechanischer Schutz	VK	6.25%	0.55	0.83
	nicht-mechanischer Schutz	VK	6.25%	0.71	0.71
	Migrationspotenzial	VK	6.25%	0.71	0.71
	Wiederverschließbarkeit	VK	6.25%	0.55	0.83
Zirkularität	KonsumentInnen-Aktion	VK	8.33%	0.32	0.95
	Recyclingfähigkeit	VK	8.33%	0.07	1.00
	Rezyklatgehalt	VK	8.33%	0.00	1.00

Tabelle 10: Auswertung des Fallbeispiels mit TOPSIS (VK=vorteilhaftes Kriterium, NK=nicht vorteilhaftes Kriterium), standardisierte Matrix

Im nächsten Schritt wird die standardisierte, gewichtete Matrix erstellt, also Werte mit den jeweiligen Gewichtungen multipliziert.

GRUPPE	KRITERIUM	VK/NK	BECHER, VORHER	BECHER, NACHHER
Umwelt	Klimawandel	NK	0.1592	0.1927
	Fossile Energieträger	NK	0.0804	0.0957
	Eutrophierung, Süßwasser	NK	0.0525	0.1134
Produktschutz	mechanischer Schutz	VK	0.0347	0.0520
	nicht-mechanischer Schutz	VK	0.0442	0.0442
	Migrationspotenzial	VK	0.0442	0.0442
	Wiederverschließbarkeit	VK	0.0347	0.0520
Zirkularität	KonsumentInnen-Aktion	VK	0.0264	0.0791
	Recyclingfähigkeit	VK	0.0058	0.0831
	Rezyklatgehalt	VK	0.0000	0.0833

Tabelle 11: Auswertung des Fallbeispiels mit TOPSIS (VK=vorteilhaftes Kriterium, NK=nicht vorteilhaftes Kriterium), standardisierte und gewichtete Matrix

Nun wird für jedes Kriterium die Alternative mit dem besten sowie die Alternative mit dem schlechtesten Wert ermittelt. Im Fall von Klimawandel wäre dies in diesem Beispiel „Becher, vorher“. Als Nächstes wird der Abstand jedes Kriteriums von eben er-

mittelten besten und schlechtesten Lösungen ermittelt mit „(Wert des jeweiligen Kriteriums – beste Lösung) ^ 2“ sowie (Wert des jeweiligen Kriteriums – schlechteste Lösung) ^ 2“. Es ergibt sich folgende Matrix für die Entfernung zur jeweils besten Lösung:

GRUPPE	KRITERIUM	VK/NK	BECHER, VORHER	BECHER, NACHHER
Umwelt	Klimawandel	NK	0.000000	0.001124
	Fossile Energieträger	NK	0.000000	0.000235
	Eutrophierung, Süßwasser	NK	0.000000	0.003711
Produktschutz	mechanischer Schutz	VK	0.000300	0.000000
	nicht-mechanischer Schutz	VK	0.000000	0.000000
	Migrationspotenzial	VK	0.000000	0.000000
	Wiederverschließbarkeit	VK	0.000300	0.000000
Zirkularität	KonsumentInnen-Aktion	VK	0.002778	0.000000
	Recyclingfähigkeit	VK	0.005977	0.000000
si' (Wurzel aus der Summe aller potenzierten Werte einer Spalte)			0.096725	0.071198

Tabelle 12: Auswertung des Fallbeispiels mit TOPSIS, Entfernungen zur jeweils besten Lösung

Und folgende Matrix zu den jeweiligen Entfernungen zur schlechtesten Lösung:

GRUPPE	KRITERIUM	VK/NK	BECHER, VORHER	BECHER, NACHHER
Umwelt	Klimawandel	NK	0.001124	0.000000
	Fossile Energieträger	NK	0.000235	0.000000
	Eutrophierung, Süßwasser	NK	0.003711	0.000000
Produktschutz	mechanischer Schutz	VK	0.000000	0.000300
	nicht-mechanischer Schutz	VK	0.000000	0.000000
	Migrationspotenzial	VK	0.000000	0.000000
	Wiederverschließbarkeit	VK	0.000000	0.000300
Zirkularität	KonsumentInnen-Aktion	VK	0.000000	0.002778
	Recyclingfähigkeit	VK	0.000000	0.005977
	Rezyklatgehalt	VK	0.000000	0.006944
si* (Wurzel aus der Summe aller potenzierten Werte einer Spalte)			0.071198	0.127672

Tabelle 13: Auswertung des Fallbeispiels mit TOPSIS, Entfernungen zur jeweils schlechtesten Lösung

Der finale Wert für die beiden Verpackungen kann nun jeweils als $\frac{si'}{si'+s_i^*}$ errechnet werden:
 Becher, vorher: 0.42
 Becher, nachher: 0.64

In diesem Fallbeispiel würde die **Nachhaltigkeits**bewertung zugunsten des Bechers mit Stülpedeckel ausfallen, obwohl dieser durch den Einsatz eines Stülpedeckels mehr Kunststoffverbrauch und dadurch eine schlechtere ökobilanzielle Ergebnisse aufweist.

A.3 LITERATURVERZEICHNIS

1. Castellani, V.; Diaconu, E.; Fazio, S.; Sala, S.; Schau, E.M.; Secchi, M.; Zampori, L. Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment methods: New methods and differences with ILCD; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2018.
2. European Commission. PEFCR Guidance document, Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3; 2017. Available online: http://ec.europa.eu/environment/eusds/smgp/pdf/PEFCR_guidance_v6.3.pdf (accessed on 17 April, 2019).
3. European Commission. Single Market for Green Products - The Product Environmental Footprint Pilots - Environment - European Commission; 2019. Available online: http://ec.europa.eu/environment/eusds/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm (accessed on 4 July, 2019).
4. Kranzl, S.; David, F.; Henninger, E.; Lichtblau, G.; Pölz, W.; Schreiber, H. Treibhausgasemissionen von Strom, Empfehlungen zur Öko-Bilanzierung; 2018. Available online: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REPO654.pdf> (accessed on 5 February, 2020).
5. European Commission. Product Environmental Footprint Guidance, Annex C - List of default values for A, R1, R2, R3 and Qs/Qp; 2019. Available online: http://ec.europa.eu/environment/eusds/smgp/pdf/CFF_Default_Parameters_March2018.xlsx (accessed on 31 October, 2019).
6. van Eygen, E.; Laner, D.; Fellner, J. Integrating High-Resolution Material Flow Data into the Environmental Assessment of Waste Management System Scenarios: The Case of Plastic Packaging in Austria. *Environmental science & technology* 2018, 52, 10934-10945, DOI: 10.1021/acs.est.8b04233.
7. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. LCA4Waste - Chair of Ecological Systems Design | ETH Zürich; 2020. Available online: <https://esd.ifu.ethz.ch/downloads/lca4waste.html> (accessed on 10 February, 2020).
8. Kauertz, B.; Döhner, A.; Detzel, A. Ökobilanz von Getränkeverpackungen in Österreich, Sachstand 2010; 2011. Available online: https://www.wko.at/service/netzwerke/ifeu_oekobilanz__getraenkeverpackungen_a_lang_2.pdf (accessed on 7 February, 2020).
9. eurostat. Road freight transport by characteristics of journeys; 2018. Available online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/e/e9/SE_Journeys_charact_2018.xlsx (accessed on 7 February, 2020).
10. FH Campus Wien. Circular Packaging Design Guideline, Design recommendations for recyclable packaging; 2019. Available online: https://www.fh-campuswien.ac.at/fileadmin/redakteure/Veranstaltungen/Circular_Packaging_Day/FH-Campus-Wien_Circular-Packaging-Design-Guideline_VO2.pdf (accessed on 8 November, 2019).
11. van Eygen, E.; Laner, D.; Fellner, J. Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. *Waste management (New York, N.Y.)* 2018, 72, 55-64, DOI: 10.1016/j.wasman.2017.11.040.



GS1 Austria GmbH / ECR Austria
Brahmsplatz 3, A-1040 Wien
+43 (0)1 505 86 01
ecr@ecr-austria.at
www.ecr-austria.at