

KUNSTSTOFF- VERPACKUNGEN IN ÖSTERREICH

Kreislaufwirtschaft und
Nachhaltigkeitsbewertung

November 2022

PACKFORCE AUSTRIA
das österreichische verpackungsforum



KUNSTSTOFFVERPACKUNGEN IN ÖSTERREICH

Lola-Charlotte Wenger (CA,FH), Viktoria Gabriel (CA,FH), Pauline Spatt (CA), Manfred Tacker (CA) und Raffaella Zuliani (CA,FH)

Projektkoordination und für den Inhalt verantwortlich:

Packforce GmbH
1010 Wien, Canovagasse 7/14
Kontakt: manfred.tacker@circularanalytics.com

Wissenschaftliche Partner:

CA: Circular Analytics TK GmbH
1010 Wien, Canovagasse 7/14

FH: Fachhochschule Campus Wien
Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement
1100 Wien, Favoritenstraße 226

Auftraggeber für Markterhebung und Erhebung der Sortierquoten:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
1030 Wien, Radetzkystraße 2

Mit Unterstützung durch:

Alpla Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG
6971 Hard, Mockenstraße 34

Altstoff Recycling Austria AG
1060 Wien, Mariahilfer Straße 123

Greiner Packaging International GmbH
4652 Sattledt, Gewerbestraße 15

Mayr Melnhof Service GmbH
1040 Wien, Brahmplatz 6

Plattform Verpackung mit Zukunft
1010 Wien, Lugeck 7/12

Verein Getränkekarton Austria
1040 Wien, Brucknerstraße 8

Vetropack Austria GmbH
3380 Pöchlarn, Manker Straße 49

ÜBERSICHT

EXECUTIVE SUMMARY	0
1. EINLEITUNG	1
2. ERHEBUNG DER MARKTMENGEN, DEM RECYCLING ZUGEFÜHRTEN MENGEN & SORTIERQUOTEN	7
2.1. METHODIK.....	8
2.2 ANNAHMEN	15
2.3. ERGEBNISSE	17
3. GANZHEITLICHE NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG VON VERPACKUNGEN	29
3.1. Methode.....	30
3.2. Produktgruppen	42
3.2.1. Ausgewählte Fallbeispiele	46
3.2.2. Verpackungsspezifikationen und Annahmen	47
3.3. Ergebnisse.....	59
4. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	121

Abkürzungsverzeichnis

A	Wertstoff A
a	Jahr
Alu	Aluminium
AP	Arbeitspaket
ARA	Abfall Recycling Austria
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
BMK	Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität Innovation und Technologie
C_A Brutto	Sammelmenge des Wertstoffes A inklusive Kontaminanten (Sammelmenge netto)
C_A Netto	Sammelmenge des Wertstoffes A exklusive Kontaminanten
C_{AV}	Verluste Wertstoff A
CEP	Circular Economy Action Plan
CFF	Circular Footprint Formula
CO₂	Kohlenstoffdioxid
ECR	Efficient Consumer Respons
EFSA	European Food Safety Authority
EPS	Expandiertes Polystyrol
eq	Equivalent
EU	Europäische Union
Eurostat	European Statistical Office
EW	Einweg
exkl.	Exklusiv
fE	Funktionale Einheit
FTIR	Fourier-Transform-Infrarotspektrometer
g	Gramm
Gew.	Gewicht
GVK	Getränkverbundkarton
GWP	Global Warming Potential
HDPE	High Density Polyethylen
inkl.	Inklusiv
ISO	International Organization for Standardization
K_{CA}	Kontamination und Verunreinigung des Wertstoffes A nach Gebrauchsphase & während des Sammelprozesses
kg	Kilogramm
km	Kilometer
K_{SA}	Kontaminanten aus vorgelagerten Stufen (Verunreinigungen, Fremdstoffe, Störstoffe, Restfeuchte, etc.) in der Zielfraktion des Wertstoffes A im Sortierprozess Verunreinigungen und Kontaminanten in der Zielfraktion des Wertstoffes A
kt	Kilotonnen
L	Liter
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory

LDPE	Low Density Polyethylen
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
LKW	Lastkraftwagen
LLDPE	Linear Low Density Polyethylen
lt.	Laut
LVP	Leichtverpackungen
M	Masse
M_A	Marktmenge des Wertstoffes A inkl. Materialverbunde bei Hauptbestandteil >95%Marktmenge des Wertstoffes A
Max	Maximum
Min	Minimum
mL	Milliliter
MW	Mehrweg
NAWARO	Nachwachsende Rohstoffe
Nr.	Nummer
O_A	Recyclingoutput des Wertstoffes A
O_{AV}	Recyclingverluste des Wertstoffes A
PE	Polyethylen
PEF	Product Environmental Footprint
PET	Polyethylenterephthalat
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
Q_{RIA}	Recyclingquote des Wertstoffes A lt. EU = Sortierquote netto
Q_{ROA}	Recyclingrate (Output)
Q_{SAB}	Sortierquote Brutto des Wertstoffes A
r	Rezyklat
RF	Recyclingfähigkeit
RI_A	Recyclingmenge Input des Wertstoffes A = Sortiermenge netto
RO_A	Recyclingmenge Output des Wertstoffes A
RQ	Materialspezifische Recyclingquote je Land
S_A Brutto	Zielfraktion des Wertstoffes A inklusive Kontaminanten
S_A Netto	Zielfraktion des Wertstoffes A (Sortiermenge netto)
S_{AV}	Sortierverluste des Wertstoffes A
SML	Specific Migration Limits
SUP	Single Use Plastic
t	Tonnen
UV	Ultraviolett
uvm.	Und vieles mehr
VP	Verpackung
WKO	Wirtschaftskammer Österreich
z.B.	Zum Beispiel

EXECUTIVE SUMMARY

Die vorliegende Kunststoffstudie soll einen Beitrag zur Ermittlung des Status Quo von Kunststoffverpackungen in Österreich leisten. Dazu wurden Marktmengen und Sortiermengen von Kunststoffverpackungen ermittelt und Sortierquoten_(Brutto) für verschiedene Polymer- und Verpackungstypen berechnet. Die Ermittlung der österreichischen Sortierquoten_(brutto) für definierte Polymertypen beinhaltet die Abschätzung von Marktmengen auf Basis von Literaturdaten, sowie Primärdatenerhebung von dem Recycling zugeführten Mengen und Berechnungen von Sortierquoten für das Jahr 2019. Die Ergebnisse wurden mit der letzten vorliegenden Untersuchung der Recycling_(Output)-quoten von Van Eygen et al. (2017) verglichen (Bezugsjahr dieser Studie war 2013)¹. Im zweiten Teil der Studie wurden die Methode der multikriteriellen Nachhaltigkeitsbewertung eingesetzt, um ausgewählten Kunststoffverpackungen von hoher Mengenrelevanz mit Verpackungen aus anderen Packstoffen zu vergleichen. Ergebnisse dieser Studie beziehen sich ausschließlich auf Österreich. Mit Hilfe der multikriteriellen Nachhaltigkeitsbewertung wurden Kunststoffverpackungen und mögliche, am Markt etablierte Alternativverpackungen für definierte Produktgruppen analysiert. Dabei gingen Ergebnisse aus der Berechnung der österreichischen Sortierquoten_(brutto) in die Berechnung der multikriteriellen Nachhaltigkeitsbewertung ein.

Dabei hat sich gezeigt, dass fast alle Produkte vor mechanischen Einflüssen durch die am Markt befindlichen und ausgewählten Verpackungen geschützt werden. Aufgrund der flexiblen Materialeigenschaften von Kunststoffen schützen Verpackungen, die voll oder nur teilweise aus Kunststoff, z.B. Kunststoffschicht im Falle von Getränkeverbundkartons, das Produkt am besten vor mechanischen Einflüssen. Glasverpackungen haben aufgrund spröder Materialeigenschaften Nachteile im Bereich mechanischer Schutz. Die Farbwahl einer Verpackung kann Einfluss auf den Schutz vor UV/Licht-Einfall und so den Verderb von Lebensmitteln haben. Transparente Verpackungsvarianten sind diesbezüglich oft schlechter im Bereich nicht mechanischer Schutz zu bewerten. Auch das Produktdesign kann sich negativ auf den Verderb des Lebensmittels auf Grund von Mikroorganismen auswirken. Inerte Materialien, wie z.B. Glas haben den Vorteil keinen Austausch mit dem Lebensmittel zu verursachen und sind in Kombination mit PVC freien Twist-Off Deckeln eine gute Alternative im Bereich Migrationspotential. Alle Varianten werden gesetztes-konform produziert und entsprechen den von der EUKommission geregelten Anforderungen für Lebensmittelverpackungen. Alle untersuchten Varianten weisen durch ihr Design eine sehr gute Konsument*Innen-Aktion auf. Die technische Recyclingfähigkeit ist bei den meisten Verpackungsvarianten sehr gut. Bezieht man jedoch die die österreichischen Recyclingquoten für die Berechnungen mit ein, wird deutlich, dass die Glas- Kartonvariante durch hohe Glasrecyclingquoten in Österreichs oft Vorteile im Vergleich zu Kunststoffvarianten haben.

Der Einsatz von Rezyklat ist in Europa streng reguliert. Im Kunststoffbereich dürfen nur PET-Rezyklate aus Post Consumer Recycling für den Lebensmittelbereich eingesetzt werden, auch im Bereich Glas können Rezyklate eingesetzt werden, jedoch nicht im Papier/Kartonbereich. Der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen ist bei Getränkeverbundkartons und anderen faserbasierten Varianten durch den Anteil an Kartonfasern sehr gut zu bewerten. Zudem

¹ Van Eygen et al., (2017). Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. [abgerufen am 11.05.2022]

wurde festgestellt, dass durch den Einsatz von Mehrweg-Glas Einsparung von primären Ressourcen stattfinden. Durch das geringe Verpackungsgewicht im Vergleich zum Füllgut sind jedoch nach wie vor Kunststoffe und Karton/Kunststoffkombinationen klar im Vorteil zu Alternativen im Bereich Ressourceneffizienz. Besonders hervorzuheben ist die Mehrweg PET Flasche 1 Liter.

Im Bereich Klimawirkung zeichnen sich Vorteile für Kunststoffverpackungen und Kunststoff-Kartonkombinationen im Vergleich zu Glasverpackungen ab. Der Einsatz von Mehrwegvarianten kann sich (unter den angenommenen Rahmenbedingungen) positiv auf die Klimawirkung auswirken. Übermäßiger Einsatz von Materialien führt im Bereich Klimawirkung zu negativen Effekten, daher ist darauf zu achten auf Überverpackung zu verzichten.

1. EINLEITUNG

Die Europäische Union hat 2019 den Weg zum ersten klimaneutralen Kontinent bis 2050 mit dem **Green Deal** geebnet. Dieser stellt die nachhaltige Wachstumsstrategie der europäischen Kommission dar. In Summe werden acht Aktionsfelder zusammengefasst, mit welchen eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 55 % bis 2030 erreicht werden soll, um klimaneutral bis 2050 zu werden². Im Jahr 2019 wurde unter dem Green Deal der erste Circular Economy Action Plan (CEP) als Strategiepapier veröffentlicht. Mit diesem sollte ein gemeinsamer Weg und Ziele hin zu einer kreislaforientierten Wirtschaft im europäischen Raum erarbeitet werden. In Folge des CEP wurden mehrere gesetzliche Richtlinien der Europäischen Kommission verabschiedet, die folglich in allen EU-Mitgliedsstaaten in nationale Gesetze übergeführt werden müssen.

Das Kreislaufwirtschaftspaket legt seinen Fokus unter anderem auf den Verpackungsbereich. Mit 173 kg Verpackungsabfällen pro Europäer und Jahr steht die Europäische Union vor großen Herausforderungen zur Erreichung einer optimalen Kreislaufwirtschaft³. Der CEP definiert für Verpackungen unter anderem folgende Rahmenbedingungen:

- Verringerung von (übertrieben aufwendigen) Verpackungen und Verpackungsabfällen
- Förderung eines Designs mit Blick auf die Wiederverwendung und Recyclingfähigkeit von Verpackungen
- Prüfung der Verringerung der Komplexität von Verpackungsmaterialien, einschließlich der Anzahl der verwendeten Materialien und Polymere
- Prüfung einer EU-weiten Harmonisierung der Getrennsammlung
- Regeln für das sichere Recycling von anderen Kunststoffen zur Verwendung als Lebensmittelkontaktmaterialien

Im Bereich Kunststoffe wurde vor allem auf verbindliche Anforderungen an den Recyclinganteil, sowie auf Maßnahmen zur Abfallreduzierung für wichtige Produkte wie Verpackungen Wert gelegt.⁴ Ein Instrument zur Messung der Kreislauffähigkeit von bestimmten Materialien ist, neben der Wiederverwendung, das Recycling.

Um diese Zielvorgaben zu erreichen, wurden folgende Milestones im Kreislaufwirtschaftspaket festgelegt (siehe Tabelle 1):

² Europäische Kommission, 2019. Delivering the European Green Deal. Verfügbar in: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en#key-steps. [abgerufen am 05.05.2022]

³ Europäische Kommission, 2020. Circular Economy Action Plan European Green Deal. Verfügbar in: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/863182/EU_Greendeal_Circular_economy_en.pdf.pdf. [aufgerufen am 02.05.2022]

⁴ Europäische Kommission, 2020. Circular economy action plan. Verfügbar in: https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en. [abgerufen am 05.05.2022]

Tabelle 1: Milestones Kreislaufwirtschaftspaket (nach CEP)

WENIGER ABFALL, MEHR WERT	
Zielvorgaben für die Abfallreduzierung bei bestimmten Abfallströmen und andere Maßnahmen zur Abfallvermeidung	2022
EU-weit harmonisiertes Modell für die getrennte Sammlung von Abfällen und die Kennzeichnung zur Erleichterung der getrennten Sammlung	2022
Methoden zur Ermittlung und Minimierung des Vorhandenseins besorgniserregender Stoffe in recycelten Materialien und daraus hergestellten Erzeugnissen	2021
Harmonisierte Informationssysteme für das Vorhandensein besorgniserregender Stoffe	2021
Festlegung des Rahmens für die Entwicklung weiterer EU-weiter Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft und für Nebenprodukte	2021
Überarbeitung der Vorschriften für die Verbringung von Abfällen	2021

Das Kreislaufwirtschaftspaket führte folglich zur Anpassung folgender Richtlinien:

1. **Waste Directive 2018/851**
2. **Packaging and Packaging Waste Directive 2018/152**
3. **Single Use Plastic Directive 2019/904**

Um Ressourcen optimal zu nutzen und eine kreislauffähige EU zu ermöglichen, legt die **Waste Directive** eine klare Abfallhierarchie vor, beginnend mit Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recyclingfähigkeit von Verpackungen, sonstige Verwertung (z.B. energetisch) und Beseitigung. Zudem werden mit Hilfe der **Packaging and Packaging Waste Directive** europaweite Recyclingziele definiert, die ab 2025 bzw. 2030 umgesetzt werden müssen. Diese höhere Recyclingquoten gelten für alle Verpackungsmaterialien⁵ (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Recyclingquoten für Verpackungsmaterialien ab 2025 / 2030

	Bis 2025	Bis 2030
Alle Verpackungen	65 %	70 %
Kunststoff	50 %	55 %
Holz	25 %	30 %
Eisenmetalle	70 %	80 %
Aluminium	50 %	60 %
Glas	70 %	75 %
Papier und Pappe/Karton	75 %	85 %

Im Kunststoffverpackungsbereich müssen bis 2025 rund 50 % und bis 2030 rund 55 % der in Verkehr gebrachten Kunststoffverpackungen stofflich rezykliert werden⁶, aktuell betragen die Recyclingquoten meist je nach Mitgliedsstaat zwischen 25 bis 70 % (Berechnung der Recyclingquoten erfolgte allerdings noch nicht der neuen EU-Berechnungsmethode- s. Kap. 2.1.)⁷.

⁵ Europäische Kommission, 2022. Packaging waste. Verfügbar in: https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/packaging-waste_en, [abgerufen am 02.05.2022]

⁶ Altstoff Recycling Austria AG, 2019. Rohstoff Kunststoff. Verfügbar in: https://www.ara.at/uploads/Dokumente/EU-Kreislaufwirtschaftspaket/Kunststoffbroschuere/ARA_Kunststoffbroschuere.pdf. [abgerufen am 02.05.2022]

⁷ Europa Parliament, 2019. Kunststoffabfälle und Recycling in Europa. Verfügbar in: [Recycling rate of plastic packaging waste, 2019 \(%\) v3.png \(1568x1151\) \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2444) [abgerufen am: 28.07.2022]

Ab 2030 dürfen somit nicht recyclingfähige Verpackungen und Verbunde, welche Kunststoffe enthalten, nicht mehr auf den Markt gebracht werden und Verpackungen müssen daher technisch recyclingfähig gestaltet werden⁸.

Unklar bleibt jedoch vorerst, welche Definitionen in den einzelnen Mitgliedsstaaten für recyclingfähige Verpackungen vorgenommen werden. Neben Verbesserungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für das Recycling von Kunststoffen und der Förderung des recyclingfreundlichen Designs, muss es laut CEP auch zu einem verstärkten Ausbau von möglichst einheitlichen Sammel- und Verwertungssysteme in der gesamten Europäische Union kommen.

Neben der Forderung nach höheren Recyclingquoten wurde von der Europäischen Kommission die Methode zur Berechnung der Recyclingquoten vereinheitlicht und gegenüber der bisher geübten Vorgangsweise in einigen EU-Staaten deutlich verschärft (Durchführungsbeschluss (EU) 2019/665 der Kommission vom 7. Juni 2019 zur Festlegung der Vorschriften für die Berechnung, die Prüfung und die Übermittlung von Daten über Abfälle⁹). Eine weitere EU-weite Bestrebung ist die Reduktion bzw. das Verbot von bestimmten Einwegverpackungen in ausgewählten Anwendungsbereichen, um das Ausmaß an Meeresverschmutzung zu reduzieren. Diese wurde mittels der **Single Use and Single Use Plastics Directive** festgelegt¹⁰.

Einige Mitgliedsstaaten haben deshalb Reduktionsziele für Einwegverpackungen aus Kunststoff formuliert. In Österreich wurde festgelegt, dass bis 2025 der Einsatz von Kunststoffverpackungen um 20 % gegenüber 2018 reduziert werden soll¹¹. Österreich erreicht bereits jetzt für alle Verpackungsmaterialien mit Ausnahme von Kunststoffen die europäischen Recyclingziele, wie man der folgenden Grafik der Abfallrecycling Austria (ARA) entnehmen kann (Abbildung 1).

⁸ WKO, 2022. Information zur Verpackungsverordnung 2014. Verfügbar in: <https://www.wko.at/service/umwelt-energie/information-verpackungsverordnung.html>. Abgerufen am: 01.08.22

⁹ European Law EUR- LEX (2019): Durchführungsbeschluss (EU) 2019/665 der Kommission vom 7. Juni 2019 zur Festlegung der Vorschriften für die Berechnung, die Prüfung und die Übermittlung von Daten über Abfälle. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32019D0665>, abgerufen am 02.05.2022

¹⁰ European Law EUR- LEX (2019): Richtlinie (EU) 2019/904 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32019L0904>, abgerufen am 02.05.2022

¹¹ Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (2022): AWG-Novelle Kreislaufwirtschaftspaket. Verfügbar in: <https://www.oesterreich.gv.at/Gesetzliche-Neuerungen/Bundesgesetzblatt/AWG-Novelle-Kreislaufwirtschaftspaket.html>. [abgerufen am 10.05.2022]

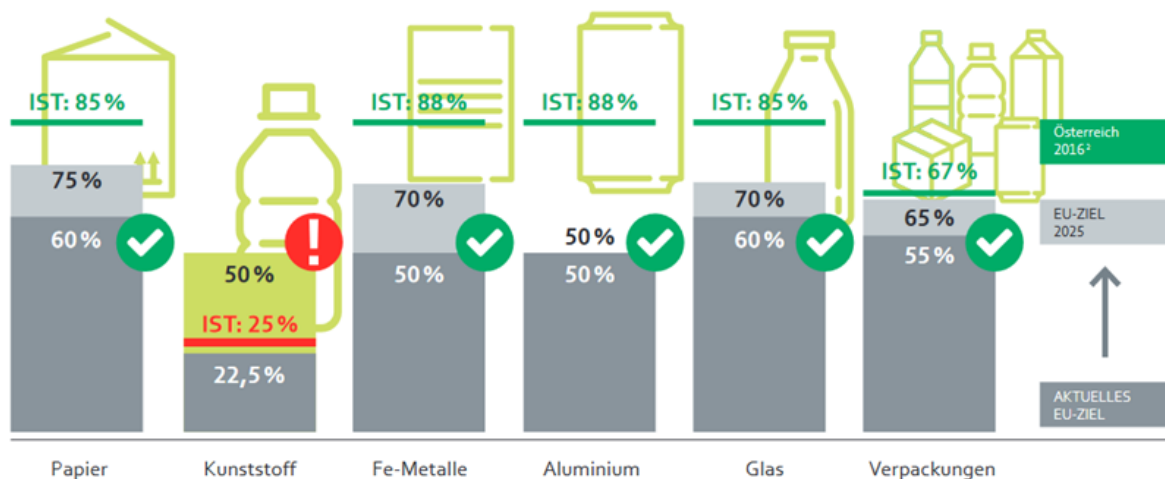


Abbildung 1: Recyclingziele EU- Österreich Status Quo vs. EU-Recyclingziele¹²

Sowohl das EU-Kreislaufwirtschaftspaket als auch die EU-Richtlinie über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt (SUP-Richtlinie) wurden in der Abfallwirtschaftsgesetz Novelle (AWG Novelle) umgesetzt. Die wichtigsten festgelegten Ziele sind die Mehrwegquote bzw. ein verbindliches Mehrwegangebot bei Getränken für den Lebensmitteleinzelhandel. Weiters wird zusammengefasst:

- Verpflichtendes Einwegpfand für Einweggetränkeflaschen (Kunststoff und Metall) ab dem Jahr 2025
- Verbot des erstmaligen Inverkehrbringens bestimmter Einwegkunststoffprodukte sowie von Produkten aus oxo - abbaubaren Kunststoffen
- Maßnahmen zur Reduktion von Einwegkunststoff-Verpackungen um 20% bis 2025 gegenüber 2018
- Festlegung von Mindestanforderungen für Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung
- Information über verwertungsgerechte Konstruktion, Trennung und sachgemäße Entsorgung von Produkten¹³

Weitere Ziele des CEP und der SUP wurden in der österreichischen Verpackungsverordnung umgesetzt, so auch die Mindestrecyclingquoten für Verpackungen (Tabelle 2). Für Kunststoffverpackungen weitere relevante Pflichten sind laut Verpackungsverordnung vor allem:

- Primärverpflichtete dürfen ab 1. Jänner 2030 nur noch Kunststoffverpackungen auf den Markt bringen, die wiederverwendbar oder recyclingfähig sind. Die auf den Markt gebrachten Verpackungen sind dabei so zu designen, dass sie einer entsprechenden Verwertung zugeführt werden können.

¹² Altstoff Recycling Austria AG (2019): Rohstoff Kunststoff. Verfügbar in: https://www.ara.at/uploads/Dokumente/EU-Kreislaufwirtschaftspaket/Kunststoffbroschuere/ARA_Kunststoffbroschuere.pdf. [abgerufen am 05.05.2022]

¹³ Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (2022): AWG-Novelle Kreislaufwirtschaftspaket. Verfügbar in: <https://www.oesterreich.gv.at/Gesetzliche-Neuerungen/Bundesgesetzblatt/AWG-Novelle-Kreislaufwirtschaftspaket.html>. [abgerufen am 10.05.2022]

- Ab 3. Juli 2024 müssen Verschlüsse und Deckel aus Kunststoff von Einwegkunststoff-Getränkebehälter während der gesamten Verwendungsdauer am Behälter angebracht sein.
- Ab 2025 müssen PET Flaschen im Durchschnitt mindestens zu 25 % aus recyceltem Kunststoff bestehen¹⁴.

Mit der Verabschiedung der Novellen zum österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz und zum Verpackungsgesetz im Jahr 2021 wurde somit ein weitreichendes Regelwerk für Verpackungen geschaffen, welches großen Einfluss auf die österreichische Wirtschaft hat.

Die vorliegende Kunststoffstudie soll einen Beitrag zur Ermittlung des Status Quo von Kunststoffverpackungen in Österreich leisten. Dazu werden Marktmengen und Sortiermengen von Kunststoffverpackungen ermittelt und Sortierquoten_(Brutto) (Definition siehe Kapitel 2.1. Methodik) für verschiedene Polymer- und Verpackungstypen berechnet. Die Ergebnisse wurden mit der letzten vorliegenden Untersuchung der Recycling_(Output)-quoten von Van Eygen et al. (2017) verglichen (Bezugsjahr dieser Studie war 2013)¹⁵. Im zweiten Teil der Studie wurden die Methode der multikriteriellen Nachhaltigkeitsbewertung eingesetzt, um ausgewählten Kunststoffverpackungen von hoher Mengenrelevanz mit Verpackungen aus anderen Packstoffen zu vergleichen.

Ergebnisse dieser Studie beziehen sich ausschließlich auf Österreich. Die Ermittlung der österreichischen Sortierquoten_(brutto) für definierte Polymertypen beinhaltet die Abschätzung von Marktmengen auf Basis von Literaturdaten, sowie Primärdatenerhebung von dem Recycling zugeführten Mengen und Berechnungen von Sortierquoten für das Jahr 2019. Mit Hilfe der multikriteriellen Nachhaltigkeitsbewertung wurden Kunststoffverpackungen und mögliche, am Markt etablierte Alternativverpackungen für definierte Produktgruppen analysiert. Dabei gingen Ergebnisse aus der Berechnung der österreichischen Sortierquoten_(brutto) in die Berechnung der multikriteriellen Nachhaltigkeitsbewertung ein.

Diese Studie hat zum einen das Ziel eine detaillierte Aufstellung der in Österreich eingesetzten Kunststoffverpackungen, aufgegliedert nach Polymeren und Verpackungstypen, zu erstellen. Zum anderen soll eine umfassende Nachhaltigkeitsanalyse durchgeführt werden, um Kunststoffverpackungen mit Alternativen am Markt umfassend vergleichen zu können. Dazu wurde eine multikriterielle Nachhaltigkeitsbewertung durchgeführt, die von FH Campus Wien in Zusammenarbeit mit ECR Austria erstellt wurde und deren wissenschaftliche Basis von Pauer et al. (2019)¹⁶ geschaffen wurde.

Die multikriterielle Nachhaltigkeitsanalyse ermöglicht einen umfassenden Blick auf Produktschutz, Zirkularität und Umweltaspekte von Verpackungen. Mit Hilfe dieser sollen auch in Zukunft die Auswirkungen einer Reduktion von Kunststoffverpackungen durch Vergleich mit

¹⁴ Rechtsinformationssystem (RIS) (2014): Gesamte Rechtsvorschrift für Verpackungsverordnung 2014. Verfügbar in:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008902>, abgerufen am 11.05.2022.

¹⁵ Van Eygen et al., (2017). Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. [abgerufen am 11.05.2022]

¹⁶ Pauer et al. (2019): Assessing the Environmental Sustainability of Food Packaging: An Extended Life Cycle Assessment including Packaging-Related Food Losses and Waste and Circularity Assessment. Verfügbar in: <https://pub.fh-campuswien.ac.at/obvfcwacc/download/pdf/3550469?originalFilename=true>, abgerufen am 10.05.2022.

Alternativen bewertet und Zielkonflikte, etwa zwischen Zirkularität und den Umweltwirkungen der Verpackungen sichtbar gemacht werden.

2. ERHEBUNG DER MARKTMENGEN, DEM RECYCLING ZUGEFÜHRTEN MENGEN & SORTIERQUOTEN

In Österreich sind für die getrennte Sammlung von Leichtverpackungen unterschiedliche Sammelsysteme in den Bundesländern präsent. Einerseits erfolgt eine gemeinsame Sammlung aller Leichtverpackungen im Holsystem (Gelber Sack), andererseits gibt es in Österreich auch ein sogenanntes Bringsystem (Gelbe Tonne). Zudem gibt es eine zusätzliche getrennte Sammlung von Kunststoffflaschen (Hohlkörpersammlung). In Wien werden Kunststoffflaschen und Metallverpackungen gemeinsam gesammelt, während in einigen anderen Bundesländern auch Leichtverpackungen (LVP) mitgesammelt werden¹⁷. Die Masse der im Haushalt und Gewerbe gesammelten LVP- Abfällen (netto) betrug im Jahr 2019 rund 144.000¹⁸ Tonnen Leichtfraktion aus der Verpackungssammlung.

Die Qualität der gesammelten LVP - Abfälle ist stark vom jeweiligen Erfassungssystem abhängig. Im Aufbereitungs- und Sortierungsprozess werden sogenannte Zielfraktionen abgetrennt. Dabei erfolgt eine Fraktionierung in Kunststofftypen (PE, PP, PET, PS) und Größen (Folien groß, Folien klein, Hohlkörper groß, Hohlkörper klein).

Die einzelnen Zielfraktionen werden in Ballen gepresst und meist per LKW zur stofflichen Verwertung verbracht - insgesamt waren das 2019 rund 79.900¹⁹ Tonnen Leichtverpackungsabfälle.²⁰ Die laut Anhang III der Verpackungsverordnung²¹ zu meldenden Mengen sind jene von Betreibern von Großanfallstellen und Eigenimporteuren, welche nicht an einem Sammel- und Verwertungssystem teilnehmen.

Für die Ermittlung der Kunststoffrecyclingquoten ist laut neuer EU-Berechnung die sortenreine Menge an Wertstoffen, die in das Recycling eingebracht werden, relevant. Die recycelte Menge entspricht laut Durchführungsbeschluss (EU) 2019/665²² der Abfallmenge an einem sogenannten „Berechnungspunkt“. Dieser ist für Kunststoffe wörtlich wie folgt definiert:

„Nach Polymeren getrennte Kunststoffe, die vor dem Einbringen in einen Pelletier-, Extrusions- oder Formvorgang keiner weiteren Verarbeitung unterzogen werden.“ „Kunststoffflakes, die vor ihrer Verwendung in einem Enderzeugnis keiner weiteren Verarbeitung unterzogen werden.“²³

¹⁷ Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2019). Verfügbar in: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:04ca87f4-fd7f-4f16-81ec-57fca79354a0/BAWP_Statusbericht2021.pdf, abgerufen am 11.05.2022

¹⁸ Primärdaten wurden vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) zur Verfügung gestellt.

¹⁹ Primärdaten wurden vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) zur Verfügung gestellt.

²⁰ Neubauer, C., Stoifl, B., Tesar, M., Thaler, P. (2020): Sortierung und Recycling von Kunststoffabfällen in Österreich: Status 2019. Wien 2020

²¹ Rechtsinformationssystem (RIS) (2014): Verpackungsverordnung. Verfügbar in: <https://www.ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008902&Anlage=3>, abgerufen am 09.05.2022

²² European Law EUR-LEX (2019): Durchführungsbeschluss (EU) 2019/665 der Kommission vom 7. Juni 2019 zur Festlegung der Vorschriften für die Berechnung, die Prüfung und die Übermittlung von Daten über Abfälle. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32019D0665>, abgerufen am 02.05.2022

²³ BMK (2021): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich-Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2019). Verfügbar in: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:04ca87f4-fd7f-4f16-81ec-57fca79354a0/BAWP_Statusbericht2021.pdf, abgerufen am 27.04.2022

In Österreich liegen den Studienautoren keine Daten zu rezyklierten Mengen vor, die der neuen EU-Definition entsprechen. Es wurden Sortiermengen inklusive Stör- und Fremdstoffen (Sortiermengen_(brutto)) der Sammel- und Verwertungssysteme übermittelt und für diese Studie erfasst. Anstelle der dem Recycling zugeführten Mengen (lt. neuer EU Definition) wurden Sortiermengen_(brutto) zur Annäherung an österreichische Recyclingquoten nach neuer EU-Definition herangezogen. Laut Sammel- und Verwertungssystemen liegt der geforderte Reinheitsgrad der Zielfraktionen zwischen 95-98%²⁴.

Im Zuge dieser Studie wurden deshalb die österreichischen Recyclingquote gegliedert nach Polymerart und Verpackungstyp näherungsweise durch die Sortierquoten_(brutto) abgeschätzt.

2.1. METHODIK

In diesem Abschnitt wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der Marktmengen, der dem Recycling zugeführten Mengen (Sortiermenge inklusive Kontaminanten) und der Abschätzung der österreichischen Sortierquoten_(brutto) nach definierten Polymertypen beschrieben.

Zur Ermittlung der Marktmengen wurden öffentliche Daten des Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) herangezogen und mit Hilfe von einer Studie von Van Eygen *et al.*(2017), sowie einer kommerziellen Marktstudie von Ceresana (2017) Abschätzungen zur Zusammensetzung und Verteilung der Polymertypen gemacht. Die verwendete Literatur wird im Kapitel Datenquellen aufgelistet.

In Abbildung 2 wird eine systematische Darstellung der Markt-, Sammel-, Sortier- und Recyclingmengen skizziert. In Tabelle 3 sind die dazugehörigen Teilschritte näher erläutert. Allgemein gilt, dass Leichtverpackungsmaterialien, die auf den Markt gebracht werden (M_A), anschließend in Österreich gesammelt ($C_{A(brutto)}$) und sortiert ($S_{A(brutto)}$) werden, um folgend einem entsprechenden Recycling (RI_A) zugeführt werden zu können. Im abgebildeten Verwertungsschemata (Abbildung 2) kommt es jedoch auch zu Verlusten von Wertstoffen A in den unterschiedlichen Teilschritten der Sammlung, Sortierung und des Recyclings. Leichtverpackungen enthalten nach Gebrauch Stör- und Fremdstoffe, folgend als Kontaminanten (K_{CA} , K_{SA}) benannt, daher wird in dieser Studie zwischen Brutto- und Nettomengen unterschieden. Bruttomengen sind jene Sammel- und Sortiermengen, die Mengen des reinen Wertstoffes inkl. Kontaminanten enthalten. Nettomengen sind jene Mengen, die sich auf den reinen Wertstoff A exkl. Kontaminanten beziehen. Während des Recyclingprozesses kommt es zu Materialverlusten, die folglich zu einer Reduktion der Recycling_{Input}-Menge zu einer entsprechenden Recycling_{Output}-Menge führen.

²⁴ Umweltbundesamt, 2019. Verfügbar in: https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0744_anhang.pdf. [abgerufen am: 29.07.2022]

Abbildung 2: Systematische Darstellung österreichischen LVP Markt-, Sammel-, Sortier- und Recyclingmengen und -schritte

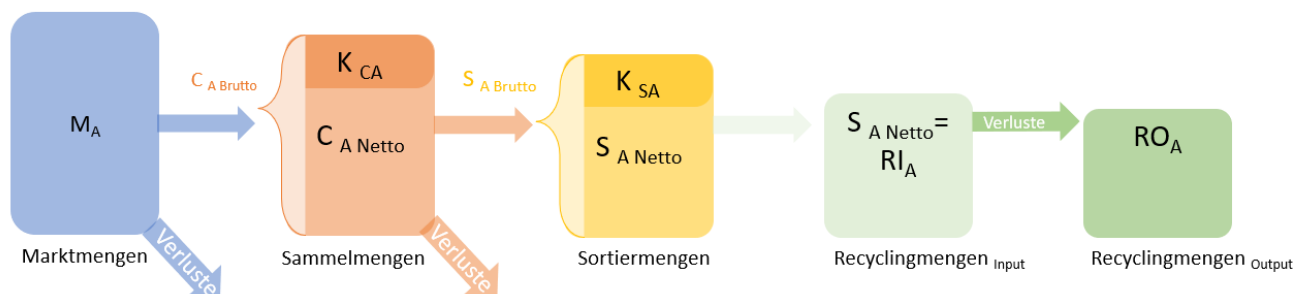


Tabelle 3: Nomenklatur der systematische Darstellung der Markt-, Sammel-, Sortier- und Recyclingmengen

A	Wertstoff A
M_A	Marktmenge des Wertstoffes A inkl. Materialverbunde bei Hauptbestandteil >95%
C_A Brutto	Sammelmenge des Wertstoffes A inklusive Kontaminanten
K_{CA}	Kontamination und Verunreinigung des Wertstoffes A nach Gebrauchsphase & während des Sammelprozesses
C_A Netto	Sammelmenge des Wertstoffes A exklusive Kontaminanten
S_A Brutto	Sortiermenge der Zielfraktion des Wertstoffes A inklusive Kontaminanten
K_{SA}	Kontaminanten aus vorgelagerten Stufen (Fremdstoffe, Störstoffe, Restfeuchte, etc.) in der Zielfraktion des Wertstoffes A im Sortierprozess
S_A Netto	Zielfraktion des Wertstoffes A = Sortiermenge Netto
RI_A	Recyclingmenge Input des Wertstoffes A = Sortiermenge Netto
RO_A	Recyclingmenge Output des Wertstoffes A
Q_{RIA}	Recyclingquote Input des Wertstoffes A lt. EU-Berechnungsvorgabe
Q_{ROA}	Recyclingquote Output* *(in dieser Studie weiters als Recyclingrate bezeichnet)

Laut Durchführungsbeschluss der Europäischen Kommission ist die neue Berechnungsmethode der Recyclingquote von Kunststoffen unter Einbeziehung der in Abbildung 2 ersichtlichen Systematik folgend durchzuführen²⁵.

$$\text{Recyclingquote}_{\text{Input}} \text{ lt. EU-Vorgabe } (Q_{RIA}) = \frac{RI_A}{M_A}$$

Es handelt sich bei der Menge RI_A also um „... die nach Polymeren getrennten Kunststoffen, die vor dem Einbringen in eine Palletier-, Extrusions-, oder Formvorgang keiner weiteren

²⁵ Europäische Kommission, 2019. Commission Implementing Decision (EU) 2019/665 of 17 April 2019 amending Decision 2005/270/EC establishing the formats relating to the database system pursuant to European Parliament and Council Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste (notified under document C(2019) 2805) (Text with EEA relevance.) Verfügbar in: EUR-Lex - 32019D0665 - EN - EUR-Lex (europa.eu). [abgerufen am: 28.07.2022]

Verarbeitung unterzogen werden; Kunststoffflakes, die vor ihrer Verwendung in einem Erzeugnis keiner weiteren Verarbeitung unterzogen werden.“²⁶

Die Recyclingquote_{Output} wurde im Zuge dieser Studie weiters als Recyclingrate bezeichnet, um eine bessere Abgrenzung unterschiedlicher Datenquellen schaffen zu können. Diese wurde, wie folgt berechnet:

$$\text{Recyclingrate } (Q_{ROA}) = \frac{ROA}{M_A}$$

Auf Grund der vorliegenden Primärdaten für unterschiedliche Polymertypen dieser Studie wurde die Sortierquote_(brutto) errechnet. Die Formel zur Berechnung dieser lautet, wie folgt:

$$\text{Sortierquote}_{(\text{brutto})} (Q_{SAB}) = \frac{S_A + K_{SA}}{M_A}$$

2.1.1. Ermittlung der Marktmengen 2013 - 2019

Marktmengen wurden auf Basis der kommerziellen Marktstudie Ceresana (2017)²⁷, sowie einer Studie von Van Eygen *et al.* (2017)²⁸ und Daten des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie abgeschätzt und berechnet. Im ersten Schritt wurde eine Verteilungen auf Basis von Verbrauchsmengen starrer Kunststoffverpackungen nach unterschiedlichen Produktgruppen & Zuteilung zu Polymertypen laut Ceresana Studie (2017) vorgenommen und anschließend Wachstumsraten, in Ergänzung von österreichspezifischen Daten von Van Eygen *et al.* (2017) ermittelt. Eine Zuteilung nach Ceresana (2017) erfolgte zu verschiedenen Polymertypen für die folgenden Produktgruppen²⁹:

- Limonaden
- Wasser
- Säfte
- Sonstige Getränke
- Haushaltchemikalien
- Kosmetik und Pharma
- Nahrungsmittel
- Industrie und Transport

Die ermittelten Wachstumsraten wurden für Daten der Kunststoffleichtverpackungsabfälle angewendet- Datenbasis für die Abfallmengen wurden aus dem Statusbericht 2021 für die Jahre 2013-2019³⁰ entnommen. Marktdaten wurden für diese Studie auf Basis abfallseitiger Kunststoffmengen hochgerechnet.

²⁶ Europäische Kommission, 2019. Commission Implementing Decision (EU) 2019/665 of 17 April 2019 amending Decision 2005/270/EC establishing the formats relating to the database system pursuant to European Parliament and Council Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste (notified under document C(2019) 2805) (Text with EEA relevance.) Verfügbar in: EUR-Lex - 32019D0665 - EN - EUR-Lex (europa.eu). [abgerufen am: 28.07.2022]

²⁷ Ceresana (2017): lizenzierte Marktstudie Kunststoffbehälter – Europa. Deutschland.

²⁸ Van Eygen *et al.*, (2017). Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. [abgerufen am 11.05.2022]

²⁹ Ceresana, 2017. Marktstudie Kunststoffbehälter-Europa. Deutschland

³⁰ Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2018). Verfügbar in: https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/01-bvse/2020/06-Juni/0615-BAWP_Statusbericht_2020-1.pdf, abgerufen am 11.05.2022

Die Aufgliederung der Marktdaten erfolgte nach Polymertypen- PET, HDPE, LDPE, LLDPE, PP, PS, EPS & PVC- und weiteren Verpackungskriterien- PET-Getränkeflaschen, Hohlkörper klein, Hohlkörper groß, Folien klein und Folien groß, EPS groß und Others. Die Zuteilung zu Polymertypen, sowie entsprechende Marktdaten-Hochrechnung wurde auf Basis von Sekundärdaten durchgeführt. Es wurden keine Primärdatenerhebung der auf Basis Restmüllanalysen im Zuge dieser Studie durchgeführt.

Die Berechnung der detaillierten Marktdaten für das Jahr 2019 erfolgten stufenweise durch Heranziehen abfallseitiger Mengen der Leichtstoffverpackungen für 2019 (= Marktmenge). Marktmengen für die jeweiligen Bezugsjahre wurden dem Statusbericht entnommen, Ausnahme bildete hier das Bezugsjahr 2013, für dieses wurde auf Gesamtmengen für starre Verpackungen von Van Eygen *et al.* zurückgegriffen. Weiters wurden Hochrechnungen mit Daten der WKO-Nachhaltigkeitsagenda 2014-2019³¹ abgeglichen und fallweise durch diese ergänzt. Marktmengen wurden mit Hilfe der kommerziellen Marktstudie Ceresana (2017) zu Produktgruppen und Polymertypen vorgenommen. Marktmenge für flexible Verpackungen wurde als Differenz der abfallseitig erhobenen Gesamtmarktmenge abzüglich der starren Verpackungen errechnet.

³¹ Wirtschaftskammer Österreich (2014): Lösungen für die Zukunft- Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft, Umsetzungsbericht. Verfügbar in: https://www.wko.at/service/netzwerke/Umsetzungsbericht_Nachhaltigkeitsagenda_11-13_FINAL.pdf, abgerufen am 11.05.2022

2.1.2. Ermittlung der dem Recycling zugeführten Mengen an Kunststoffverpackungen 2019

Um die dem Recycling zugeführten Mengen an Kunststoffverpackungen ermitteln zu können, wurden vom BMK und den Abfall- und Verwertungssystemen³² detaillierte Daten für das Jahr 2019 zur Verfügung gestellt.

Die Daten enthielten einerseits Gesamtmengen der gesammelten und sortierten Kunststoffverpackungen der Leichtfraktion und der dem Recycling zugeführten Gesamtmengen. Letztere wurden zudem aufgegliedert nach Polymertypen von den Sammel- & Verwertungssystemen konsolidiert übermittelt. Alle übermittelten Daten sind als Bruttomengen zu verstehen (daher inklusive Kontaminanten und Füllgutresten).

$$\text{Sortiermenge brutto} = S_A + K_{SA}$$

S_A = Sortiermenge des Wertstoffes A ohne Kontamination

K_{SA} = Kontamination (aus vorgelagerten Prozessen) der Sortiermenge des Wertstoffes A

Die konsolidierten Mengen waren teilweise in Polymer-Mischfraktionen zusammengefasst, beispielsweise PS & PP Fraktion, so dass eine Aufteilung in einzelnen Polymerfraktionen abgeschätzt werden musste. Für die Ermittlung der dem Recycling zugeführten Mengen der jeweiligen Kategorie Hohlkörpern, Folien klein und Folien groß mussten deshalb Mengenabschätzungen nach Polymerart innerhalb Mischfraktionen durchgeführt werden. Da diese Abschätzungen nur aus Expert*Inneneinschätzungen abgeleitet werden konnten, wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um Schwankungsbreiten und Unsicherheiten der Abschätzung ermitteln zu können.

2.1.3. Ermittlung der Sortierquoten

Die hochgerechneten Marktmengen und die dem Recycling zugeführt Kunststoffmengen Sortiermengen_(brutto) waren Basis für die Ermittlung der Sortierquoten_(brutto) aufgeschlüsselt nach einzelnen Polymerarten und Verpackungstypen.

Die Sortierquoten_(brutto) wurden, gegliedert nach den Kategorien Hohlkörper < 5 Liter, Hohlkörper > 5 Liter und flexible Verpackungen < 1 m² und > 1 m² für die Polymertypen PET, PET others, PP, HDPE und PS ermittelt. Für die Berechnung der Sortierquote_(brutto) (Q_{SAB}) wurde folgende Formel angewendet:

$$Q_{SAB} = \frac{S_A + K_{SA}}{M_A}$$

S_A = Sortiermenge des Wertstoffes A ohne Kontamination

K_{SA} = Kontamination (aus vorgelagerten Prozessen) der Sortiermenge des Wertstoffes A

M_A = Marktmenge des Wertstoffes A ohne Kontamination

³² Konsolidierte Daten der Abfall- und Verwertungssystem vom BMK zur Verfügung gestellt.

Die Sortierquote_(brutto) des Wertstoffes A (Q_{SAB}) ist die Summe der sortenreinen Sortiermenge des Wertstoffes A (S_A) und der Kontaminanten aus vorgelagerten Prozessen (K_{SA}) dividiert durch die Marktmenge des Wertstoffes (M_A).

Es handelt sich bei den berechneten Sortierquoten um Quoten inklusive Füllgutresten und Kontaminationen, demnach Sortierquoten_(brutto). Durch vorliegende Daten war eine Berechnung nach neuer EU-Berechnungsmethode für Kunststoffrecyclingquoten ausgeschlossen, da die sortenreinen Nettomengen, nach Polymertypen gegliedert, für diese Studie nicht zur Verfügung standen. Die Sortierquote_(brutto) (Q_{SAB}) ist demnach höher als die Recyclingquoten nach neuer EU-Berechnungsmethode.

2.1.4. Datenquellen

Für die Ermittlung der einzelnen Mengenströme von Leichtverpackungen wurde auf folgende Studien und Datenquellen zurückgegriffen:

Datentyp	Quelle
<ul style="list-style-type: none"> • Marktmengen für die Bezugsjahre 2013-2019 	<ul style="list-style-type: none"> • Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität Innovation und Technologie (BMK) (2020): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2018)³³ • Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität Innovation und Technologie (BMK) (2021): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2019)³⁴ • Van Eygen et al. (2017): Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria.³⁵
<ul style="list-style-type: none"> • Wachstumsraten je Produktgruppe • Verteilung nach Verpackungs- & Polymertypen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceresana e. K., Konstanz (2017): Marktstudie Kunststoffbehälter – Europa.³⁶

³³Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2018). Verfügbar in: https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/01-bvse/2020/06-Juni/0615-BAWP_Statusbericht_2020-1.pdf, abgerufen am 11.05.2022

³⁴ Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2019). Verfügbar in: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:04ca87f4-fd7f-4f16-81ec-57fca79354a0/BAWP_Statusbericht2021.pdf, abgerufen am 11.05.2022

³⁵ Van Eygen et al. (2017); Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. abgerufen am 11.05.2022

³⁶ Ceresana (2017): lizenzierte Marktstudie Kunststoffbehälter – Europa

Datentyp	Quelle
<ul style="list-style-type: none"> Abgleich und Ergänzung von Kunststoffmengen ausgewählter Verpackungstypen für die Bezugsjahre 2014-2021 	<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaftskammer Österreich (WKO) (2014): Lösungen für die Zukunft- Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft, Umsetzungsbericht.³⁷ Wirtschaftskammer Österreich (WKO) (2017): Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft- Umsetzungsbericht³⁸ Wirtschaftskammer Österreich (WKO) (2019): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen³⁹ Wirtschaftskammer Österreich (WKO) (2020): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen⁴⁰
<ul style="list-style-type: none"> Aufteilung flexibler und starrer Verpackungen für das Bezugsjahr 2013 Recyclingraten für das Bezugsjahr 2013 nach definierten Polymertypen und Kategorien 	<ul style="list-style-type: none"> Van Eygen et al. (2017): Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria.⁴¹
<ul style="list-style-type: none"> Sortierte Mengen nach Polymerart und Verpackungskategorie gegliedert 	<ul style="list-style-type: none"> Konsolidierte Daten von Sammel- und Verwertungssystemen wurden vom BMK übermittelt

³⁷ Wirtschaftskammer Österreich (2014): Lösungen für die Zukunft- Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft, Umsetzungsbericht. Verfügbar in: https://www.wko.at/service/netzwerke/Umsetzungsbericht_Nachhaltigkeitsagenda_11-13_FINAL.pdf, abgerufen am 11.05.2022

³⁸ Wirtschaftskammer Österreich (2017): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen. Verfügbar in: https://www.wko.at/service/netzwerke/Umsetzungsbericht_Nachhaltigkeitsagenda-2014-2016_fin.pdf, abgerufen am 11.05.2022

³⁹ Wirtschaftskammer Österreich (2019): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen. Verfügbar in: <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2018.pdf>, abgerufen am 11.05.2022

⁴⁰ Wirtschaftskammer Österreich (2020): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen. Verfügbar in: <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2019.pdf>, abgerufen am 11.05.2022

⁴¹ Van Eygen et al. (2017); Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. abgerufen am 11.05.2022

Für die Mengenerhebungen wurden Produktgruppen & Polymertypen zu folgenden Kategorien zugeordnet (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht Kategorien, Produktgruppen und Polymertypen

Kategorien	Produktgruppen	Polymertypen*
Hohlkörper rigid < 5 Liter	<ul style="list-style-type: none"> • Getränkeverpackungen: Limonaden, Wasser, Säfte und sonstige Getränke • Haushaltschemikalien • Kosmetik & Pharma • Nahrungsmittel 	PET, PP, HDPE, LDPE, PS, PVC
Hohlkörper rigid > 5 Liter	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie & Transport 	PET, PP, HDPE, LDPE, PS, PVC
Flexible Verpackungen < 1 m² und > 1 m²	<ul style="list-style-type: none"> • Folien 	LDPE, LLDPE, PP

* bei der weiteren Ermittlung der Mengen und errechneten Ergebnissen wird PVC nicht näher berücksichtigt.

2.2 ANNAHMEN

Eigene Annahmen mussten auf Grund fehlenden Daten im Zuge dieser Studie vorgenommen werden. In diesem Kapitel werden alle Annahmen, welche aufgrund der fehlenden Daten getroffen wurden, zusammengefasst. Die Annahmen wurden sowohl bei der Ermittlung der Marktmengen als auch bei den dem Recycling zugeführten Mengen vorgenommen. Folgend werden diese beschrieben

1. Für diese Studie wurden in Übereinstimmung mit dem BMK, die für das Jahr 2019 gemeldeten Kunststoffmengen laut Anhang 3 als 100 % rezykliert angenommen.
2. Bei der Berechnung der Sortierquoten_(brutto) für flexible Verpackungen wurde eine Zuordnung von kleinen und großen Folien vorgenommen. Für das Bezugsjahr 2013 wurde eine Verteilung von **50 %** kleine und **50 %** große Folien angenommen. Für das Bezugsjahr 2019 wurden drei Szenarien für die Sortierquoten_(brutto) für Folien klein zu Folien groß gebildet **65:35 %**, **70:30 %** und **75:25%**. Die in der Haushaltssammlung aussortierten Mengen wurden als „Folien klein“ eingestuft, die Folien in der Gewerbesammlung als „Folie groß“.
3. Bei der Zuordnung der Marktmengen PP & HDPE zu Hohlkörpern < 5 Liter wurde angenommen, dass der Anteil von Hohlkörpern klein im Haushaltsbereich bei 90 % und im gewerblichen Bereich bei 50 % liegt.

4. Dem Recycling zugeführte Mengen: Sortenreine-Mischfraktionen wurden teilweise als PP&PS Fraktionen oder HDPE&PP Fraktionen übermittelt. Um eine Abschätzung der Sortierquoten_(brutto) vornehmen zu können, wurde eine Verteilung der Mischfraktionen zu Polymertypen vorgenommen. Bei den sortierten Mischfraktionen wurde daher eine Verteilung der jeweiligen Polymere nach Marktmengen, unter Berücksichtigung der Zuordnung zu < und > 5 L Hohlkörper, vorgenommen:
- a. Starre Hohlkörper < 5 l: **71 % PP und 29 % PS**
 - b. Starre Hohlkörper > 5 l: **64 % HDPE und 36 % PP**

2.3. ERGEBNISSE

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Marktmengen, dem Recycling zugeführten Mengen und der Sortierquoten_(brutto) erläutert. Zur besseren Verständlichkeit werden die Produktgruppen⁴² hier aufgelistet und näher definiert.

- Limonaden:** Die Produktgruppe Limonaden beinhaltet alle nicht alkoholischen Getränke und jene, die mit Kohlensäure versetzt und teilweise gesüßt wurden. Darunter sind auch Energie- und Sportgetränke und Verdünnungssäfte zu verstehen.
- Wasser:** Die Produktgruppe Wasser beinhaltet stilles Wasser und Wasser, welches mineralhaltig bzw. kohlenstoffhaltig ist. Auch abgefülltes Heilwasser oder Trinkwasser wird unter dem Begriff Wasser zusammengefasst.
- Säfte:** Die Produktgruppe Säfte besteht aus reinen Fruchtsäften sowie aus Säften aus Konzentrat. Auch Mischgetränke aus Fruchtsaft und Wasser sind in dieser Gruppe vorhanden. Obst- und Gemüsesäfte sind ebenfalls in der Produktgruppe der Säfte enthalten.
- Sonstige Getränke:** Unter sonstige Getränke fallen alle Getränke, die nicht einer anderen Produktgruppe zugeordnet werden können, wie zum Beispiel alkoholische Getränke und Ready-to-drink Teegetränke.
- Haushaltschemikalien:** Starre Behältnisse wie Haushaltsreiniger, Waschmittelbehälter und Desinfektionsmittel sind in dieser Kategorie zusammengefasst.
- Kosmetik und Pharma:** Behältnisse der Kosmetik und pharmazeutische Produkte, wie zum Beispiel Shampoo- und Duschbehälter.
- Nahrungsmittel:** Die Gruppe der Nahrungsmittel beinhaltet Verpackungen von Lebensmitteln, wie Joghurt, Fleisch, Fertiggerichte, Saucen & Dressing, Süßigkeiten, Obst und Gemüse.
- Industrie und Transport:** Die letzte Kategorie umfasst Kisten, Schachteln, Fässer, Eimer, Tanks, Kanister, intermediäre Schüttgutbehälter oder ähnliche Behältnisse, die nicht in direktem Kontakt mit dem Füllgut stehen, und dem Transport oder der Lagerung von Produkten dienen.

⁴² Ceresana (2017): lizenzierte Marktstudie Kunststoffbehälter – Europa

2.3.1 Marktmengen 2013 - 2019

Die Marktmengen, für die in den Jahren 2013 bis 2019 in Österreich in Verkehr gebrachten Kunststoffverpackungen, wurden wie in Kapitel 2.1.1. angeführt, ermittelt und nach Polymertypen aufgeschlüsselt.

In Tabelle 5 ist das Abfallaufkommen von Kunststoffverpackungen für den Zeitraum 2013 bis 2019 laut Statusbericht und EUROSTAT dargestellt. Die Daten geben einen Überblick über das Abfallaufkommen von österreichischen Kunststoffverpackungen der Jahre 2013 bis 2019.

Laut Van Eygen et al. (2017) gab es im Bezugsjahr 2013 Kunststoffverpackungsmengen von 295.390 t/a. Es kommt daher zu einer Diskrepanz zwischen Van Eygen et al. (2017) zu den Daten des Statusberichtes. Die Ursachen dieser Abweichung konnten nicht restlos aufgeklärt werden. Für die Vergleiche der Recyclingraten 2013 mit den Sortierquoten_(brutto) 2019 wurden die Daten von Van Eygen et al. (2017) für 2013 herangezogen.

Tabelle 5 Abfallaufkommen von Kunststoffverpackungen 2013-2019 (inklusive Anhang III-Meldungen)

Jahr	2013*	2014*	2015*	2016*	2017*	2018*	2019**
Verpackungsabfälle (t/a)	288.714	291.968	294.888	297.837	302.306	302.000	295.752

*BMK Statusberichte 2020,2021⁴³; **EUROSTAT⁴⁴

Ergebnisse der errechneten Marktmengen gegliedert nach Polymertypen 2013 und 2019

Die errechneten Marktmengen in Kilotonnen pro Jahr bezogen auf die einzelnen Polymertypen sind in Tabelle 6 für das Jahr 2013 und 2019 gegenübergestellt. Es wurde angenommen, dass die Marktmengen, sowohl im Jahr 2013 auf Basis von Van Eygen et al. (2017), als auch die Marktmengen im Jahr 2019 auf Basis des BMK, inklusive Meldung laut Anhang 3 zu sehen sind. Für das Jahr 2019 wurden die Berechnungen exkl. Anhang 3 Meldung ergänzt-Meldungen der Anhang 3 Mengen im Jahr 2019 wurden mit 11.136 t/a angesetzt, Primärdaten dazu wurden von BMK geliefert.

In weiterer Folge werden Ergebnisse exkl. Anhang 3 Meldungen näher erläutert. Da die Verteilung nach Verpackungs- & Polymertypen von Ceresana (2017) keine Anhang 3 Meldungen berücksichtigt, wurden die Sortierquoten_(brutto) auf Basis von Marktmengen exkl. Anhang 3 für das Jahr 2019 berechnet.

Die Gesamtmarktmenge der starren Verpackungen (Hohlkörper) aller untersuchten Polymertypen beträgt 2019 rund 142.800 Tonnen. PET (Getränkeflaschen, andere Flaschen, Trays etc.) hat einen Marktanteil von 42,4 % mit rund 61.000 Tonnen pro Jahr. Die Marktmenge von PP-Hohlkörpern liegt bei rund 40.000 Tonnen pro Jahr, HDPE bildet die

⁴³ BMK (2021): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich-Statusbericht 2021 (Referenzjahr 2019). https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:04ca87f4-fd7f-4f16-81ec-57fca79354a0/BAWP_Statusbericht2021.pdf; abgerufen am 27.04.2022, BMK (2020): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich-Statusbericht 2020 (Referenzjahr 2018). https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/01-bvse/2020/06-Juni/0615-BAWP_Statusbericht_2020-1.pdf; abgerufen am 27.04.2022

⁴⁴ EUROSTAT (2022): Packaging waste by waste management operations. Statistics | Eurostat (europa.eu) abgerufen am 29.04.2022

drittgrößte Marktmenge mit 23.500 Tonnen pro Jahr. PS und EPS wurden mit einem Anteil von 14.200 Tonnen ermittelt, die Polymertypen LDPE und LLDPE liegen bei rund 4.500 Tonnen. Die Marktmengen für PET, PP, LDPE und LLDPE und PS und EPS sind von 2013 bis 2019 gestiegen, bei HDPE kam es zu einem Rückgang der Marktmengen.

Gesamt mengen flexibler Verpackungen wurden mit einer Menge von 141,81 Tonnen pro Jahr⁴⁵ für Polypropylen, LDPE & LLDPE berechnet.

Tabelle 6 Gegenüberstellung hochgerechneter Marktmengen rigid und flexible Verpackungen 2013 und 2019 in Polymertypen gegliedert

Verpackungen rigid (kt/a)	2013 inkl. Anhang 3	2019 inkl. Anhang 3	2019 exkl. Anhang 3
PET	56,70	62,90	60,53
PP	36,99	41,49	39,92
HDPE	31,12	24,4	23,48
LDPE & LLDPE	4,50	4,74	4,56
PS & EPS	13,46	14,75	14,19
PVC	0,12	0,11	0,11
Summe Rigid	142,90	148,39	142,80
Verpackungen flexibles (kt/a)			
Flexible Verpackungen	152,49	147,36	141,81
GESAMT	295,39	295,75	284,61

Es muss speziell betont werden, dass die auf den Polymertyp und Verpackungsart bezogenen Marktmengen nur auf Hochrechnungen aus den Daten von Eygen et al. (2017; Datenbasis aus dem Jahr 2013) und kommerziell erhältlichen Marktstudien basiert und auf keine aktuellen empirisch erhobenen Daten für das Jahr 2019 zurückgegriffen werden konnte. Damit ist die Datenunsicherheit als hoch einzuschätzen.

⁴⁵ Wirtschaftskammer Österreich (2020): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen. Verfügbar in: <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2019.pdf>, abgerufen am 11.05.2022

Ergebnisse der Gesamtmarktmengen der Produktgruppen und Polymertypen 2019

Im Getränkebereich ist die Produktgruppe *Limonaden* mit 22.000 Tonnen am stärksten vertreten, gefolgt von *Wasser* (16,38 kt) und *sonstigen Getränken* (11,73 kt). Die Produktgruppe *Säfte* weist die am niedrigsten errechnete Marktmenge (1,61 kt) auf. Im Bereich *Limonaden*, *Wasser* und *Säfte* werden vor allem die Materialien PET, sowie HDPE und PP verwendet. Es kommen jedoch auch LDPE, PS und EPS, sowie PVC im Getränkebereich zum Einsatz. In Summe wurde eine Gesamt-Marktmenge von 51.72 kt an Getränkeverpackungen für das Jahr 2019 ermittelt. Getränkeverpackungen machen mit rund 51.700 Tonnen 36% der Gesamtmarktmenge an Hohlkörperverpackungen aus. Laut Nachhaltigkeitsagenda belaufen sich die Marktmengen an PET bottles in Summe auf 41.100 Tonnen für das Jahr 2019. Für die weitere Berechnung der Sortierquote (brutto) wurde diese berücksichtigt.

Im Nahrungsmittelsektor (40,21 kt) werden hauptsächlich PET und PP eingesetzt, in der Produktgruppe Industrie und Transport dominiert Polypropylen. In Tabelle 7 werden die Marktmengen für Hohlkörper in Kilotonnen pro Jahr anhand der Produktgruppen und Polymertypen für 2019 (exklusive Mengen laut Anhang 3) aufgliedert.

Tabelle 7 Marktmengen rigid Verpackungen 2019 exklusive Anhang 3 Meldungen

Polymertypen (kt/a) 2019		PET	PP	HDPE	LDPE & LLDPE	PS & EPS	PVC	Summe
Getränke- verpackungen	Limonaden	18,72	3,24	0,01	0,01	0,03	0,00	22,00
	Wasser	15,70	0,02	0,62	0,01	0,03	0,00	16,38
	Säfte	1,06	0,02	0,50	0,01	0,03	0,00	1,61
	Sonstige Getränke	4,37	1,30	4,80	0,20	1,07	0,00	11,73
Weitere Produktgruppen	Haushalts- chemikalien	1,94	0,12	2,09	0,28	0,03	0,01	4,46
	Kosmetik & Pharma	3,24	3,71	4,40	1,10	0,67	0,03	13,15
	Nahrungsmittel	15,18	15,58	2,09	1,22	6,12	0,02	40,21
	Industrie & Transport	0,34	15,94	8,97	1,75	6,21	0,06	33,27
GESAMT		60,53	39,92	23,48	4,56	14,19	0,11	142,80

2.3.2 Die dem Recycling zugeführten Mengen an Kunststoffverpackungen 2019

Die dem Recycling zugeführten Mengen (sortierte Bruttomengen) wurden von Sammel-Verwertungssystemen für das Jahr 2019 übermittelt. Für die Mengen laut Anhang 3 liegen keine näheren Informationen vor, es wurde angenommen, dass 100% dieser Mengen dem Recycling zugeführt werden. Die folgenden Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf die von den Verwertungs- und Abfallsystemen gemeldeten Mengen exkl. Anhang 3.

Die Tabellen 8 – 10 geben einen Überblick über die dem Recycling zugeführten Mengen und veranschaulichen eine Zusammenfassung der Mengen für Haushaltssammlung und gewerbliche Sammelmengen. Tabelle 8 stellt die sortierte Bruttomengen der Haushaltssammlung und der gewerblichen Sammlung dar.

Tabelle 8 Die dem Recycling zugeführten Mengen (Sortierquoten(brutto)) Haushalt und Gewerbe

Haushalts- und gewerblich sortierte Mengen 2019	
Kategorie	Summe (t)
Hohlkörper rigid < 5 Liter	37.897
Hohlkörper rigid > 5 Liter	5.295
Flexible Verpackungen >/< 1 m ²	36.675
GESAMT	79.867*

*konsolidierte Mengen der Abfall- und Verwertungssysteme

Tabelle 9 stellt die sortierten Bruttomengen der Haushaltssammlung 2019 in Tonnen dar und beinhaltet folgende Polymertypen in den jeweiligen Kategorien:

- Kategorie Hohlkörper rigid < 5 Liter: PET Getränkeflaschen, PET sonstiges, PP, PS und HDPE
- Kategorie Hohlkörper rigid > 5 Liter: PP, HDPE und EPS
- Flexible Verpackungen < 1 m²: LDPE

Tabelle 9 Die dem Recycling zugeführten Mengen (Sortierquoten(brutto))getrennte Haushaltssammlung

Die dem Recycling zugeführten Mengen: getrennte Haushaltssammlung 2019*			
Kategorie	Polymertyp	(t)	Summe Kategorien (t)
Hohlkörper rigid < 5 Liter	PET- Getränkeflaschen	23.060	37.652
	PET Sonstiges	3.495	
	PP	5.573	
	PS	1.742	
	HDPE	3.781	
Hohlkörper rigid > 5 Liter	PP	1.334	3.760
	HDPE	1.664	
	EPS	763	
Flexible Verpackungen < 1 m²	LDPE	20.371	20.371
GESAMT			61.784

*konsolidierte Mengen der Abfall- und Verwertungssysteme

Tabelle 10 stellt die sortierten Bruttomengen der gewerblichen Sammelmengen 2019 in Tonnen dar und beinhaltet folgende Polymertypen in den jeweiligen Kategorien:

- Kategorie Hohlkörper rigid < 5 Liter: PET sonstiges, PP, PS und HDPE
- Kategorie Hohlkörper rigid > 5 Liter: PP, HDPE und EPS
- Flexible Verpackungen > 1 m²: LDPE

Tabelle 10 Die dem Recycling zugeführten Mengen (Sortierquoten(brutto)): Gewerbe

Die dem Recycling zugeführten Mengen: gewerbliche Sammlung 2019			
Kategorie	Polymertyp	(t)	Summe Kategorien (t)
Hohlkörper rigid < 5 Liter	<i>PET sonstiges</i>	148	245
	<i>PP</i>	70	
	<i>PS</i>	13	
	<i>HDPE</i>	14	
Hohlkörper rigid > 5 Liter	<i>PP</i>	551	1.534
	<i>HDPE</i>	472	
	<i>EPS</i>	511	
Flexible Verpackungen > 1 m²	<i>LDPE</i>	16.304	16.304
GESAMT			18.083

Ergebnisse die dem Recycling zugeführten Mengen (sortierte Bruttomengen)

Die dem Recycling zugeführte Menge aus Haushalts- und Gewerbeverpackungen, welche stofflich verwertet wurden, beträgt in Summe über 79.800 Tonnen. Den größten Anteil haben PET-Getränkeflaschen und kleine und große Folien. Im Bereich Haushalt wurden im Jahr 2019 rund 61.800 Tonnen gesammelt und stofflich verwertet. Im Gewerbebereich wurden rund 18.000 Tonnen stofflich verarbeitet. Aufgrund der übermittelten Daten konnten die sortierten Ströme den vorab errechneten Marktmengen gegenübergestellt werden und daraus eine Abschätzung der Sortierquoten_(brutto) aufgeschlüsselt nach Polymertypen vorgenommen werden. Die Ergebnisse können dem nächsten Kapitel *Ergebnisse- Sortierquoten_(brutto) für 2019* entnommen werden.

2.3.3. Sortierquoten(brutto) 2019

Tabelle 11 gibt einen Überblick über veröffentlichte und übermittelte Daten von Marktmengen und dem Recycling zugeführten Mengen (sortierte Bruttomengen) von Kunststoffleichtverpackungen für das Jahr 2019.

Tabelle 11 Überblick Kunststoffsortierquoten inklusive und exklusive Anhang III 2019

2019	Mengen inklusive Anhang 3 (t)	Mengen exklusive Anhang 3 (t)	Anhang 3 Mengen (t)
Marktmengen	295.752 ⁴⁶	284.612 ⁴⁷	11.140 ⁴⁸
Dem Recycling zugeführte Mengen	91.003 ⁴⁹	79.867 ⁵⁰	11.140
Sortierquote (brutto)	30,77 %	28,06 %	100 %

Die Ergebnisse der Tabelle 11 veranschaulichen die Sortierquote_(brutto) von Kunststoff unter Berücksichtigung von nach Anhang 3 gemeldeten Daten. Die Sortierquote_(brutto) inklusive Meldungen laut Anhang 3 beträgt 30,77 % und exklusive Mengen laut Anhang 3 28,06 %. In Übereinstimmung mit der Praxis des BMK wurden die gesamten Mengen laut Anhang 3 als dem Recycling zugeführt eingestuft (das heißt die Sortierquote_(brutto) beträgt für Mengen laut Anhang 3 100 %). Die Sortierquoten_(brutto) der einzelnen Polymertypen wurden in der Kunststoffverpackungsstudie exklusive Mengen laut Anhang 3 berechnet und werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

2.3.4.1. Quoten exklusive Anhang III bei Hohlkörpern < 5Liter und > 5Liter

Unter folgendem Kapitel werden die Recyclingraten für 2013 und Sortierquoten_(brutto) 2019 dargestellt und analysiert. Die Sortierquoten_(brutto) 2019 basieren auf den hochgerechneten Marktmengen und der dem Recycling zugeführten Mengen. Diese Sortierquoten enthalten Restfüllgut und Kontaminanten. Da keine entsprechenden Daten über die Masse an Kontaminanten vorlagen, konnte die Sortiermenge_(Netto) (= Recyclingmenge_(Input)) nicht berechnet werden. Die Ergebnisse der Studie von Van Eygen et al. (2017) spiegeln die Recyclingmenge_(Output) wider, welche sich aus der Sortiermenge_(Netto) abzüglich etwaiger Recyclingverluste ergibt. Durch diese Diskrepanz in vorliegenden Daten der Jahre 2013 und 2019 ist deren Vergleichbarkeit daher nur eingeschränkt möglich.

Zusätzlich liegen Unterschiede im Umfang der erfassten Mengen vor. Die Ergebnisse von 2013 (Van Eygen et al. 2017) beinhalten die Meldungen laut Anhang 3. Für 2019 konnten durch die fehlenden Datenlage zu den Meldungen laut Anhang 3 (Polymertypen und

⁴⁶ EUROSTAT (2022): Packaging waste by waste management operations. Verfügung in: [Statistics | Eurostat \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat) abgerufen am 29.04.2022

⁴⁷ Hochgerechnete Daten der Kunststoffverpackungsstudie

⁴⁸ Vom BMK übermittelte Daten

⁴⁹ Vom BMK übermittelte Daten

⁵⁰ Von den Abfall- Verwertungssystemen zur Verfügung gestellte Daten

Verpackungsarten sind nicht bekannt) Auswertungen zur Sortierquoten_(brutto) nur für jene von den Sammelsystemen erfassten Mengen (exklusive Anhang 3) erstellt werden.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden trotz der problematischen Datenlage ein Vergleich der Recyclingrate 2013 und Sortierquoten_(brutto) 2019 dargestellt.

Tabelle 12 zeigt die Recyclingrate für 2013 und Sortierquote_(brutto) für 2019 der Kategorie Hohlkörper < 5 Liter auf. Anschließend stellt die Tabelle 13 die Recyclingrate und Sortierquote_(brutto) der Kategorie Hohlkörper > 5 Liter dar.

Tabelle 12 Hohlkörper rigid < 5 Liter

Hohlkörper rigid < 5 Liter	Van Eygen et al. (2017) Recyclingrate*	Errechnete Sortierquote _(brutto) **
Polymertyp	2013	2019
PET Getränkeflaschen	44,75 %	55,70 %
PET Sonstiges	9,64 %	18,34 %
PP	14,25 %	19,36 %
HDPE	28,45 %	21,63 %
PS	13,00 %	14,87 %

*Inklusive Anhang 3, ** exklusive Anhang 3

Tabelle 13 Hohlkörper rigid > 5 Liter

Hohlkörper rigid > 5 Liter	Van Eygen et al. (2017) Recyclingrate*	Errechnete Sortierquote _(brutto) **
Polymertyp	2013	2019
PET Getränkeflaschen	-	-
PET Sonstiges	-	-
PP	20,19 %	18,18 %
HDPE	36,29 %	35,96 %
PS	-	-

*Inklusive Anhang 3, ** exklusive Anhang 3

Ergebnisse 2019 für Hohlkörper < 5 Liter und Hohlkörper > 5 Liter

Im Bereich der Hohlkörper < 5 Liter weisen PET- Getränkeflaschen die höchste Sortierquote_(brutto) mit 55,70 % auf. HDPE Hohlkörper werden in dieser Kategorie am zweithäufigsten aussortiert und haben eine Sortierquote_(brutto) von 21,63 %. Die Polymertypen PET sonstige, PP und PS wurden jeweils mit einer Sortierquote_(brutto) von 18,34 %, 19,36 % und 14,87 % ermittelt. In der Kategorie Hohlkörper > 5 Liter betragen die Sortierquoten_(brutto) für 2019 für PP 18,18 % und für HDPE 35,96 %.

2.3.4.2. Folien < 1m² und Folien > 1m²

Die Berechnung der Sortierquote_(brutto) ist nur mit großen Unsicherheiten möglich, da zwar die gesamte Marktmengen an Folien berechnet werden kann (durch die Differenz der Marktmenge an Kunststoffverpackungen gesamt, abzüglich der Hohlkörper), die Verteilung der Marktmenge in die respektiven Marktmengen Folien groß bzw. Folien klein jedoch nicht genau bekannt ist.

Im Jahr 2019 wurden mit unterschiedlichen Verteilungen der kleinen und großen Folien bei der Zuteilung dieser zu den Marktmengen gerechnet, um die Auswirkung der Schwankungsbreiten besser zu verdeutlichen.

- kleine Folien (< 1 m²): **65 %, 70 % und 75 %**
- große Folien (> 1 m²): **35 %, 30 % und 25 %**.

Die folgenden Tabellen 14 und 15 stellen die Recyclingrate und die Sortierquote_(brutto) 2019 von kleinen und großen Folien dar.

Tabelle 14 kleinen Folien <1 m² 2013 und 2019

Folien < 1m ²	Recyclingrate 2013*	Errechnete Sortierquote _(brutto) 2019**		
Anteil kleiner Folien	50 %	65 %	70 %	75 %
Ergebnisse	17,89 %	22,10 %	20,52 %	19,15 %

*Inklusive Anhang 3, ** exklusive Anhang 3

Tabelle 15 Folien > 1m² 2013 und 2019

Folien > 1m ²	Recyclingrate 2013*	Errechnete Sortierquote _(brutto) 2019**		
Anteil großer Folien	50 %	35 %	30 %	25 %
Ergebnisse	38,95 %	32,85 %	38,32 %	45,99 %

*Inklusive Anhang 3, ** exklusive Anhang 3

Im Vergleich der Szenarien ist zu sehen, wie sich in Abhängigkeit der jeweiligen Marktmengen die Sortierquote_(brutto) von kleinen und großen Folien verändern. Als wahrscheinlichstes Szenario wurde angenommen, dass 70 % der Marktmenge durch kleine Folien abgebildet werden und 30 % durch große Folien. Die Sortierquoten_(brutto) betragen für kleine Folien 20,52% und für große Folien 38,32 %. Besonders bei großen Folien schwankt die Sortierquote_(brutto) stark und liegt je nach gewähltem Szenario zwischen 32,85 % und 45,99 %. Bei kleinen Folien sind die Schwankungsbreiten nicht so stark ausgeprägt und liegen zwischen 19 % und 23 %.

2.3.4.3. Sensitivitätsanalyse Sortierquote PP

Um Schwankungsbreiten darstellen zu können wurden zwei Szenarien für den Polymertyp PP der Kategorie Hohlkörper < 5 Liter und > 5 Liter gebildet. Bei beiden Szenarien wurden die Marktmenge und die Verteilung von Hohlkörpern < 5 Liter im Haushalts- bzw. gewerblichen Bereich variiert.

Szenario 1: Es wurde angenommen, dass die Marktmenge für PP-Hohlkörper gesamt um 10 % niedriger liegt als im wahrscheinlichsten Szenario. Zusätzlich wurde angenommen, dass die Verteilung zwischen Hohlkörpern < 5 Liter in den Sortiermengen Haushalt um 10 % und im Gewerbe um 20 % überschätzt wurde (Best case Szenario für PP-Hohlkörper klein).

Szenario 2: Es handelt sich bei Szenario 2 um das realistischste Szenario. Es wurde die berechnete Marktmenge für PP-Hohlkörperverpackungen lt. Tabelle 4 verwendet. Die Verteilung zwischen Hohlkörpern < 5 Liter und Hohlkörpern > 5 Liter erfolgte in Anlehnung der Studie von Van Eygen et al.⁵¹

Szenario 3: Es wurde angenommen, dass die Marktmenge für PP-Hohlkörper gesamt um 10% höher liegt als im Szenario 2. Zusätzlich wurde angenommen, dass die Verteilung zwischen Hohlkörpern < 5 Liter in der Sortiermengen Gewerbe um 20 % unterschätzt wurde. Es handelt sich somit um das „worst case Szenario“ für PP-Hohlkörper klein).

Folgende Ergebnisse der Tabellen 16 und 17 können aus den Szenarien abgebildet werden.

Tabelle 16 Recyclingrate PP 2013 und Sortierquote(brutto) 2019 < 5 Liter

PP 2013 und 2019 < 5 Liter	Recyclingrate 2013*	Errechnete Sortierquote _(brutto) 2019**		
Szenarien	Van Eygen et al. (2017)	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Ergebnisse	14,87 %	26,52 %	19,36 %	15,89 %

*Inklusive Anhang III, ** exklusive Anhang III

Tabelle 17 Recyclingrate PP 2013 und Sortierquote(brutto) 2019 > 5 Liter

PP 2013 und 2019 > 5 Liter	Recyclingrate 2013*	Errechnete Sortierquote _(brutto) 2019**		
Szenarien	Van Eygen et al. (2017)	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Ergebnisse	20,19 %	13,13 %	18,18 %	23,87 %

*Inklusive Anhang III, ** exklusive Anhang III

Durch die Szenarien-Bildung wurde versucht Schwankungsbreiten sichtbar zu machen und zu verdeutlichen mit welchen Unsicherheiten aufgrund der nicht genau bekannten Marktmenge an PP-Hohlkörpern und der ebenfalls nicht vorliegenden Verteilung zwischen Hohlkörpern > 5

⁵¹ Van Eygen et al. (2017); [Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria](#), abgerufen am 05.05.2022

Liter und < 5 Liter in den Zielfractionen PP-Hohlkörper Haushalt und Gewerbe zu erwarten sind. Die Sortierquote_(brutto) für PP-Hohlkörper < 5 Liter liegt bei 19,4 % mit errechneten Schwankungsbreiten zwischen 15,9 % und 26,5 %. Bei PP-Hohlkörpern > 5 Liter liegt die Sortierquote_(brutto) bei 18,2 %, die höchste Schwankungsbreite zwischen 13,1 % und 23,9 %.

Um weitere detailliertere Aussagen treffen zu können ist die Datenlage nicht ausreichend.

3. GANZHEITLICHE NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG VON VERPACKUNGEN

Die ganzheitliche ökologische Nachhaltigkeitsbewertung ist eine multikriterielle Bewertungsmethode. Diese stellt eine Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen auf Basis der Säulen Produktschutz, Zirkularität & Umwelt (siehe Abbildung 3) dar und wurde in Zusammenarbeit mit Efficient Consumer Respons (ECR) und fachlicher Expertise der FH Campus Wien entwickelt.⁵²



Abbildung 3 Holistische Nachhaltigkeitsbewertung nach ECR (Quelle: ECR Austria)

Für die vorliegende Studie wurden Verpackungssysteme für die Säulen Produktschutz, Zirkularität und Umwelt anhand von unterschiedlichen Kriterien untersucht. Die in Abbildung 4 ersichtlichen Kriterien stellen eine Weiterentwicklung der ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung nach ECR 2020 dar und bilden den Methodenstand der FH Campus Wien Fachbereich für Verpackungstechnologie und Nachhaltiges Ressourcenmanagement von Jänner 2022 ab.

⁵² Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

Kriterien der ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen



Abbildung 4 Ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung nach FH Campus Wien (Stand Jänner 2022)⁵³

Langfristiges Ziel der ganzheitlichen ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung ist es, alle wesentlichen Faktoren der Nachhaltigkeit von Verpackungen bewerten zu können, um eine nachhaltige Verpackungsgestaltung für länderspezifische Sammel- und Verwertungssysteme unter Einbeziehung von Produktschutz und Umweltbewertungen für alle Verpackungen durchführen zu können. Denn nur unter Betrachtung aller Aspekte kann ein Beitrag für die nachhaltige Entwicklung im Verpackungsbereich geleistet werden, welche im Einklang mit sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Prinzipien der Nachhaltigkeit stehen.

Neben dem mechanischen Schutz, dem nicht-mechanischen Schutz, dem Migrationspotenzial und der Wiederverschließbarkeit wurden für diese Studie die Konsument:inneneinbindung, die technische Recyclingfähigkeit, das Recycling der (Einzel-)Verpackung, der Rezyklat-Gehalt, Einsatz nachwachsender Rohstoffe, Mehrwegfähigkeit sowie die direkten Umweltwirkungsabschätzung der Verpackungen mittels (streamlined) Life Cycle Assessment Methode und die Verpackungseffizienz berücksichtigt. **Nicht analysiert** wurden die **indirekten Umwelteffekte der Füllgüter, der Einsatz zertifizierter Materialien und das Litteringpotenzial von Verpackungen**. Im Kapitel Methoden werden die Kriterien der holistischen Nachhaltigkeitsbewertung sowie die Bewertungsmethode selbst näher beschrieben.

3.1. METHODE

Die ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung beinhaltet sowohl quantitative als auch qualitative Kriterien. Kriterien des Produktschutzes sowie die Konsument:inneneinbindung, das Kriterium Mehrweg und Einsatz von zertifizierten Materialien sind qualitative Kriterien, die durch Einschätzungen von Expert:innen auf Basis von Verpackungsspezifikationen & -design vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der technischen Recyclingfähigkeit, das Recycling der (Einzel-)Verpackung, der Rezyklat-Gehalt des Verpackungssystems, der Anteil an nachwachsende Rohstoffe,

⁵³ FH Campus Wien (2021): Circular Design Guideline- Empfehlungen für die Gestaltung recyclinggerechter Verpackungen. https://www.fh-campuswien.ac.at/fileadmin/redakteure/Forschung/FH-Campus-Wien_Circular-Packaging-Design-Guideline_V04_DE.pdf, abgerufen am 11.05.2022

direkte Umwelteffekte, indirekte Umwelteffekte und Verpackungseffizienz können berechnet und quantitativ ausgedrückt werden.

Für das Kriterium Littering liegen zum aktuellen Zeitpunkt noch keine wissenschaftlichen Methoden vor, um einzelne Verpackungen bewerten zu können. Littering ist jedoch ein sehr bedeutendes Thema in der öffentlichen Wahrnehmung und kann auch zu vielfältigen Umweltproblemen führen. Das unachtsame Wegwerfen von Verpackungsabfällen in der Natur hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren ab, so gehören unter anderem das Produkt selbst, Konsument:innenverhalten, länderspezifische Sammel- und Verwertungsstrukturen, Materialeinsatz, Zusammensetzung der Verpackungskomponenten, uvm. dazu. Im Zuge dieser Studie wurde keine Bewertung von Littering aufgrund fehlender Bewertungsmethodik vorgenommen.

Im Folgenden werden die untersuchten Bewertungskriterien der Bereiche Produktschutz, Zirkularität und Umwelt näher erläutert. Indirekte Umweltauswirkungen blieben für diese Studie unberücksichtigt.

Produktschutz

Um Auskunft über den Schutz des Füllgutes durch das Verpackungssystem zu geben, wurde das Migrationspotenzial, die Wiederverschließbarkeit, der mechanische und der nicht-mechanische Schutz der Verpackung qualitativ bestimmt. Die Bewertung wurde immer in Abhängigkeit des jeweiligen Füllgutes vollzogen und erfolgte anhand von Expert:innen-Einschätzungen.

Mechanischer Schutz

Der mechanische Schutz gibt an, wie gut das Füllgut durch das Verpackungssystem vor Druck, Stoß, Reibung und Deformation geschützt wird.⁵⁴

Nicht-mechanischer Schutz

Mithilfe der Bewertung des nicht-mechanischen Schutzes kann aufgezeigt werden, wie gut das Füllgut durch das Verpackungssystem vor äußeren Einflüssen geschützt wird. Zu diesen zählen, in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit des verpackten Gutes, Wasserdampf, Mikroorganismen, UV, Licht und Sauerstoff.⁵⁵

Migrationspotenzial

Mit dem Kriterium Migrationspotenzial wird abgeschätzt, ob **potentielle Risiken** vorliegen, sodass unerwünschte Substanzen aus der Verpackung in das Füllgut übergehen können. Dies hängt maßgeblich davon ab, ob **potentiell** unerwünschte Substanzen in der Verpackung vorliegen können und ob diese Bestandteile in das Lebensmittel migrieren können⁵⁶.

Es ist wichtig, festzuhalten, dass **alle am Markt befindlichen Verpackungen lebensmittelrechtlich zulässig sein müssen und entsprechend geprüft sind**. Damit ist

⁵⁴ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

⁵⁵ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

⁵⁶ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

sichergestellt, dass die strengen Vorgaben der EFSA (European Food Safety Authority)⁵⁷ und der jeweiligen nationalen Lebensmittelbehörden erfüllt sind und **kein gesundheitliches Risiko für Konsument:innen vorliegen**.

Mit dem Migrationspotenzial wird über diese Anforderungen hinaus das Risiko („hazard“) abgeschätzt, ob potentiell kritische Substanzen in Konzentrationen vorliegen können, die aber jedenfalls unterhalb der gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte (typischerweise in SML – Specific Migration Limits – ausgedrückt) liegen. Als Beispiele können Schwermetalle (in Glas) oder endokrin aktive Substanzen (in Papier oder Kunststoffen) genannt werden.⁵⁸

Wiederverschließbarkeit

Die Wiederverschließbarkeit von Verpackungen kann dazu beitragen, dass Lebensmittel in bereits geöffneten Verpackungen länger haltbar sind, etwa um die mikrobielle Kontamination und damit Lebensmittelabfall beim Konsumenten zu reduzieren⁵⁹. Bei dem Kriterium der Wiederverschließbarkeit wird grundsätzlich zwischen wiederverschließbaren und nicht wiederverschließbaren Verpackungen differenziert, die Dichtheit des Wiederverschlusses fließt in die Bewertung mit ein.⁶⁰

Bei der durchgeführten Nachhaltigkeitsbewertung der verschiedenen Produktgruppen im Lebensmittelbereich wurden alle angeführten Kriterien für den Produktschutz ausgewertet.

Zirkularität

Zirkularität stellt eine wichtige Grundlage für die ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung dar. Sie bedeutet, dass eine Verpackung so gestaltet ist, dass eine möglichst hohe Kreislaufführung der eingesetzten Materialien erreicht wird. Für die Bewertung wurden deswegen technische Recyclingfähigkeit, Recycling der (Einzel-)Verpackung, Rezyklatgehalt der Verpackung, Anteil an nachwachsenden Rohstoffen, die Konsument:innen-Einbindung und Einweg-Mehrweg-Verpackungen bestimmt.

Technische Recyclingfähigkeit:

Die Berechnungsmethode der technischen Recyclingfähigkeit ist im Detail dem ANNEX zu entnehmen. Es können jedoch folgende Basis-Bewertungskriterien zusammengefasst werden:

- Für die Verpackung liegt in Österreich eine Sammelstruktur vor.
- Das Verpackungssystem kann mit der in österreichisch befindlichen Sortieranlagen vorhandenen Infrastruktur in definierte Materialströme sortiert werden.
- Das sortierte Material kann in einem stofflichen Recyclingprozess zu Rezyklat verwertet werden.

⁵⁷ European Food Safety Authority, 2022. Lebensmittelkontaktmaterialien. Verfügbar in: <https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/food-contact-materials>. Abgerufen am: 24.08.2022

⁵⁸ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

⁵⁹BOKU (2020): Food Packaging Sustainability. https://boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H81000/H81300/upload-files/Forschung/Lebensmittel/Guideline_StopWaste_E_082020_web.pdf, abgerufen am 05.05.2022

⁶⁰ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

- Die daraus gewonnen Sekundärstoffe haben ein Marktpotenzial, um als Ersatz materialidenter Neuware verwertet zu werden⁶¹.

Die Bewertungsmethode der technischen Recyclingfähigkeit basiert auf der aktuellen FH Circular Packaging Design Guideline (Stand 2021)⁶² und der „Bewertung der Recyclingfähigkeit von Verpackungen“⁶³.

Recycling der (Einzel-)Verpackung:

Die Recyclingquote einer (Einzel-)Verpackung ist das Verhältnis der Masse der Wertstoffe einer Verpackung, die dem Recycling zugeführt werden und der Gesamtmasse des Verpackungssystems. So werden die Verluste im realen Sammel- und Verwertungsprozess (länderspezifische) mitberücksichtigt. Für die Berechnung wird jede recyclingfähige Verpackungskomponente einbezogen und auch die länderspezifische Recyclingquote berücksichtigt:

$$\begin{aligned} \text{Recycling(-quote der (Einzel-)Verpackung [\%])} &= \\ &= \frac{(M1 \text{ Hauptkörper [g]} * RQ + M2 \text{ Verschluss [g]} * RQ + \dots + M_N \text{ Dekoration [g]} * RQ)}{\sum M \text{ Komponenten (1+...n) des Verpackungssystems [g]}} \end{aligned}$$

$M(1,2,3, \dots N) = \text{Masse des jeweiligen Materials}$

$RQ = \text{materialspezifische Recyclingquote je Land}$

Da die aktuellen Recyclingquoten für einzelne Polymertypen für das Jahr 2019 nicht vorlagen, wurden als Näherung für die Kunststoffrecyclingquoten die Sortierquoten_(brutto) aus dem Kapitel 2 verwendet. Diese werden, wie in Kapitel 2.1. beschrieben, folgend definiert:

$$Q_{SAB} = \frac{S_A + K_{SA}}{M_A}$$

⁶¹ FH Campus Wien (2021): Circular Design Guideline- Empfehlungen für die Gestaltung recyclinggerechter Verpackungen. https://www.fh-campuswien.ac.at/fileadmin/redakteure/Forschung/FH-Campus-Wien_Circular-Packaging-Design-Guideline_V04_DE.pdf, abgerufen am 11.05.2022

⁶² FH Campus Wien (2021): Circular Design Guideline- Empfehlungen für die Gestaltung recyclinggerechter Verpackungen. https://www.fh-campuswien.ac.at/fileadmin/redakteure/Forschung/FH-Campus-Wien_Circular-Packaging-Design-Guideline_V04_DE.pdf, abgerufen am 11.05.2022

⁶³ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

Folgende Quoten wurden für die Berechnung der Recyclingquote der Verpackung herangezogen:

Material	Recyclingquote	Quelle
<i>PET bottle</i>	59%	WKO 2021 ⁶⁴
<i>HDPE rigid</i>	22%	Kunststoffstudie 2022
<i>LDPE flexiblen</i>	19%	Kunststoffstudie 2022
<i>Glas</i>	85%	EUROSTAT 2019 ⁶⁵
<i>GVK</i>	36%	WKO 2021 ⁶⁶
<i>PP</i>	19%	Kunststoffstudie 2022
<i>PS</i>	15%	Kunststoffstudie 2022
<i>PET rigid</i>	16%	Kunststoffstudie 2022
<i>Metals</i>	85%	EUROSTAT 2019 ⁶⁷
<i>Papier & Karton</i>	84%	ARA 2019 ⁶⁸

KonsumentInnen-Aktion:

Dieses Kriterium soll Abschätzungen zulassen, ob die Konsument:Innen aktive Trennungsleistungen (z.B. durch komplexe Ausgestaltung des Verpackungsdesigns bei gleichzeitigem Einsatz von unterschiedlichen oder komplexen Materialien) einbringen müssen, um das Recycling einer Verpackung zu ermöglichen. Dies ist etwa dann der Fall, wenn Sleeves oder andere Verpackungsbestandteile entfernt werden müssen, da sonst eine Sortierung oder das Recycling nicht möglich ist. Die Einteilung der Verpackungen erfolgt in folgender Bewertung:

⁶⁴ Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 05.05.2022

⁶⁵ EUROSTAT (2022): Packaging waste by waste management operations. Statistics | Eurostat (europa.eu), abgerufen am 29.04.2022

⁶⁶ Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 05.05.2022

⁶⁷ EUROSTAT (2022): Packaging waste by waste management operations. Statistics | Eurostat (europa.eu), abgerufen am 29.04.2022

⁶⁸ Altstoff Recycling Austria AG (2021): Transparenzbericht 2021- Verpackung der Zukunft – Herausforderungen und Lösungen, https://www.ara.at/uploads/Dokumente/Trennt/ara_trennt_01_2021_web.pdf; abgerufen am 05.05.2022

Tabelle 18 Bewertungsschema Konsument*innen Aktion

Gesamtbewertung Konsument*Innen Aktion

<i>Keine Aktion erforderlich (1)</i>	Keine Konsument:innen-Aktion erforderlich. Verpackung kann auf Grund der Zusammensetzung sehr einfach entsorgt werden.
<i>Teilweise Aktion erforderlich (2)</i>	Verpackungen, die zwar ohne zusätzliche Kundenaktion nicht recyclingfähig sind, jedoch wird den Konsument:innen diese Aktion erleichtert (z.B. durch Hinweise und/oder Perforation)
<i>Aktion erforderlich (3)</i>	Verpackungen, die ohne Konsument:innen-Aktion nicht recyclingfähig sind und keine Hinweise/ Trennerleichterungen vorliegen.

Rezyklat-Gehalt:

Der Rezyklat-Gehalt ist der gewichtsmäßige Anteil an Rezyklat eines Verpackungssystems. Der Rezyklat-Gehalt wird in Gewichtsprozent % des Rezyklats bezogen auf das Gesamtgewicht des Verpackungssystems angegeben.

Anteil nachwachsender Rohstoffe (NAWARO)

Der Anteil nachwachsender Rohstoffe beschreibt jenen Anteil des Verpackungssystems der aus nachwachsenden Ressourcen hergestellt wird und ist ein quantitatives Merkmal. Dafür wird jener Gewichtanteil in % angegeben, welcher aus nachwachsenden Rohstoffen besteht & mit dem Gesamtgewicht des Verpackungssystems in Verhältnis gesetzt wird.

Mehrweg

Mehrweg ist ein „entweder-oder“-Kriterium und gehört zu den qualitativen Kriterien. Hier wird ermittelt, ob die Verpackung eine Mehrwegvariante oder eine Einwegvariante ist. Einwegvarianten haben nach ihrer Verwendung ihr Lebensziel erreicht, Mehrwegvarianten können nach der Vorbereitung zur Wiederverwendung erneut dem gleichen Zweck zugeführt werden.

Umwelt

Direkte Umweltauswirkungen

Für die Bewertung des direkten Umweltwirkungspotenzials der Verpackungen wurde ein streamlined Life Cycle Assessment durchgeführt. Die Modellierung dieser basiert auf der ISO 14040 und 14044, sowie in Anlehnung an den Regeln des Product Environmental Footprints der Europäischen Kommission. Diese Methode stellt eine Abschätzung der Umweltwirkungspotenziale, eine sogenannte erste Hot-Spot-Analyse, dar und wird mit Hilfe weniger verfügbarer primärer Inputdaten, so z.B. Spezifikationen von Verpackungen, Verpackungsgewicht und Materialtypen, durchgeführt und auf Basis von Sekundärdatensätzen aus Emissionsdatenbanken und weiteren Annahmen modelliert. Die Berechnungen des streamlined Life Cycle Assessment erfolgten auf Basis von übermittelten Spezifikationen, es wurden **keine weiteren Primärdaten** erhoben. Ökobilanzielle Ergebnisse

dieser Studie unterliegen **damit einer größeren Schwankungsbreite**, wodurch ihre **Aussagekraft der Umweltwirkung reduziert** ist. Die in dieser Studie berechneten Ökobilanz-Ergebnisse gelten nur für die Inverkehrbringen und Entsorgung in Österreich.

Die **streamlined LCA-Methode** eignet sich für Unternehmen nur dann, wenn erste Hot-Spotanalysen für Verpackungsproduktportfolios auf ihr Umweltwirkungspotenzial abgeschätzt werden sollen, sie **ersetzt kein peer reviewed Life Cycle Assessment nach ISO 14040/44**. Da eine breite Palette an Verpackungen für diese Studie berechnet wurden und keine Primärdatenerhebung durchgeführt wurde, wurde die streamlined Methode als geeignetes Modell für diese Studie erachtet. Es wurde aus zeitlichen Gründen & Kostengründen in der vorliegenden Studie auf eine aufwändige Erhebung von Primärdaten für einzelne Verpackungen verzichtet, z.B. tatsächlicher Energieverbräuche der Herstellungsstandorte der jeweiligen Verpackungshersteller oder genaue Transportdistanzen zwischen Hersteller und Abfüller.

Es wurde vorwiegend auf Europäische Durchschnittswerte für Emissionsfaktoren aus der Datenbank Ecoinvent 3.8, cut off & Daten aus dem ANNEX des Product Environmental Footprint⁶⁹ der europäischen Kommission für die Modellierung zurückgegriffen und Annahmen für z.B. Transportdistanzen vorgenommen, um so eine Wirkungsabschätzung auf Einzelverpackungsebene vorzunehmen. Für eine genaue Aussage über Umweltwirkungen einzelner Verpackungen auf Basis von Primärdaten sind jedoch weitere peer reviewed Studien nach ISO 14040/44 durchzuführen.

Folgend werden nun die Rahmenbedingung der streamlined LCA näher erläutert:

1. Funktionelle Einheit

Für jeden Verpackungsvergleich wurde eine funktionelle Einheit festgelegt. Diese wurden auf Basis des Füllgewichtes vorgenommen und unterscheidet sich für die unterschiedlichen Produktgruppen in dieser Studie. Angaben zu jeweiligen funktionellen Einheiten der Produktgruppen dieser Studie sind dem Kapitel Fallstudien zu entnehmen.

2. Systemgrenze

Für die Modellierung der Verpackungen wurde ein „cradle to grave“ Ansatz gewählt und die End of Life Annahmen an die österreichischen Sammel- und Verwertungsstrukturen angepasst. Für die Modellierung wurden die Sekundär- und Primärmaterialien, Herstellung und das End of Life in Form von Recycling, Müllverbrennung oder Mehrwegnutzung von Verpackungen berücksichtigt (siehe Abbildung 5). Im System unberücksichtigt blieben das Füllgut, die Abfüllung selbst, sowie die Nutzungsphase der Verpackung. Die dem Modell zu Grunde liegenden Datensätze basieren auf Ecoinvent 3.8, cut off und wurden mit Hilfe der Environmental Footprint-Methode für 16 Wirkungskategorien berechnet. Die Berechnung aller Umweltwirkungen orientiert sich am Product Environmental Footprint (PEF)⁷⁰ der Initiative der Europäischen Kommission. In die Betrachtung miteingeflossen sind lediglich

⁶⁹ Europäische Kommission: Single Market for Green Products- The Environmental Footprint Pilots. https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/ef_pilots.htm, abgerufen am 05.05.2022

⁷⁰ Europäische Kommission: Single Market for Green Products- Environmental Footprint News. Verfügbar in: http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/ef_news.htm; abgerufen am 05.05.2022

Primärverpackungs-Material-Komponenten, jedoch keine Sekundär- oder Tertiärverpackungen und auch keine Transportverpackungen. Es handelt sich bei der Untersuchung um eine reine Abschätzung der Primärverpackungskomponenten. Die Abfüllung ist nicht teil des Systems, so auch nicht die Nutzungsphase.

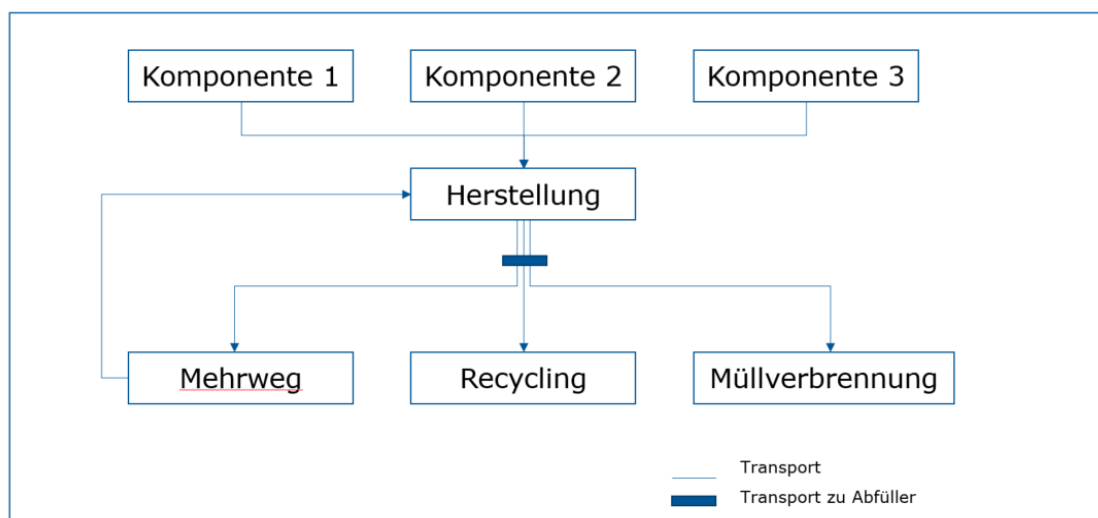


Abbildung 5 Schematisches Systemfließbild Verpackungen

Transporte

Transportdistanzen wurden für die einzelnen Szenarien Verpackungsmaterialien nicht individualisiert. Es wurde mit durchschnittlichen Transportentfernungen und einem Datensatz für einen europäischen LKW gerechnet. Je nach Füllgut wurden gekühlte oder ungekühlte Datensätze für LKWs eingesetzt. So wurde zwischen „LKW > 32 Tonnen, EURO 5“ und „LKW, 7,5- 16 Tonnen, EURO 6, freezing“ unterschieden.

Es wird darauf hingewiesen, dass sich die realen Transportdistanzen der einzelnen Verpackungen unterscheiden können, für diese Studie blieben diese jedoch unberücksichtigt. Für das Modell wurden folgende Transporte und Distanzen angenommen:

Tabelle 19 Übersicht Transportwege und Distanzen

Transportweg	Distanz
<i>Einweg-Transportwege:</i>	Km
Verpackungshersteller zu Abfüller	200
Abfüller zu LEH-Lager	180
LEH-Lager zu Filiale	150
<i>Mehrweg-Transportwege:</i>	
Verpackungshersteller zu Abfüller	200
Abfüller zu LEH Lager	180
LEH-Lager zu Filiale	150
Leerfahrt Filiale zu LEH Lager	150
Leerfahrt von LEH Lager zu Abfüller	180

Mehrwegabschätzung

Die Mehrwegmodellierung berücksichtigt die Reinigung und den Transport der Gebinde. Es wurde davon ausgegangen, dass es sich bei den Abfüllern auch um jene Stelle handelt, bei denen die Gebinde gewaschen werden. Diese Annahme beruht auf keinen Unternehmensinformationen und kann je nach Hersteller in Realität stark variieren.

Circular Footprint Formula

Für die Abschätzung der Material- sowie End of Life-Phase orientiert sich das Modell am Product Environmental Footprint (PEF) Standard der EU.⁷¹ Die Berechnungen basieren auf der Circular Footprint Formula (CFF), welche in Abbildung 6 ersichtlich ist.

The diagram illustrates the Circular Footprint Formula (CFF) for Material, Energy, and Disposal, with descriptive labels for each component:

- Material:**
$$= (1 - R_1)E_V + R_1 \times \left(AE_{recycled} + (1 - A)E_V \times \frac{Q_{Sin}}{Q_P} \right) + (1 - A)R_2 \times \left(E_{recyclingEoL} - E_V^+ \times \frac{Q_{Sout}}{Q_P} \right)$$
 - Life Cycle Inventory (LCI) of primary material: $(1 - R_1)E_V$
 - LCI associated to secondary material input: $R_1 \times \left(AE_{recycled} + (1 - A)E_V \times \frac{Q_{Sin}}{Q_P} \right)$
 - LCI of the material recycling (or part/product reuse) process minus the credit for avoided primary material: $(1 - A)R_2 \times \left(E_{recyclingEoL} - E_V^+ \times \frac{Q_{Sout}}{Q_P} \right)$
- Energy:**
$$+ (1 - B)R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec})$$
 - LCI of the energy recovery process minus the credit for avoided primary energy: $(1 - B)R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec})$
- Disposal:**
$$+ (1 - R_2 - R_3) \times E_D$$
 - LCI of the disposal of remaining waste: $(1 - R_2 - R_3) \times E_D$

Abbildung 6 Circular Footprint Formula (Sphera, 2019)⁷²

Die folgenden Faktoren wurden für die Modellierung der CFF verwendet:

Der dimensionslose Faktor „A“ alloziert Aufwände und Gutschriften aus dem Recycling und der Primärmaterialproduktion zwischen den beiden verbundenen Lebenszyklen. Der Faktor wurde je nach Material mit 0,2 bzw. 0,5 festgelegt. Ein Faktor A von z.B. 0,5 entspricht einer gleichmäßigen Aufteilung der Aufwände und Gutschriften auf die beiden verbundenen Lebenszyklen.

Der dimensionslose Faktor „B“ stellt die Allokation für den Energierückgewinnungsprozess (i.e. für die generierte Sekundärenergie) dar. Gemäß PEF wird B defaultmäßig mit 0 festgesetzt,

⁷¹ PEFCR Guidance document. Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRSs), version 6.3, https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm, zuletzt abgerufen am 06.08.2022

⁷² Europäische Kommission (2019): Circular Footprint Formula-Webinar environmental Footprint transition phase. https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Webinar%20CFF%20Circular%20Footprint%20Formula_final-shown_8Oct2019.pdf, abgerufen am 05.05.2022

das heißt 100% der generierten Sekundärenergie wird dem produzierenden Lebenszyklus gutgeschrieben.

Die Qualitätsfaktoren Q_{Sin} und Q_{Sout} werden zur Bewertung der Qualität der dem Lebenszyklus ein- und ausgehenden rezyklierten Materialien verwendet. Gemäß PEF Guidance 6.3 - Annex C (European Commission, 2018)⁷³ wird für Glas und Metalle der Wert 1, für Papier und Karton, sowie GVK der Wert 0,85, für PET, HDPE und PP jeweils 0,9 und für LDPE-Folie 0,75 angesetzt. Letzterer Wert wurde auch für PET-Folien verwendet. Für Polystyrol wurde der Wert 0,9 angesetzt.

Der Wert R_1 steht für den Rezyklatgehalt im Input, Dieser wurde bei verwendeten Sekundärmaterialien (rPET) vom Auftraggeber vorgegeben, ansonsten 0 gesetzt. Ausnahmen bildeten Glas (58%), Weißblech (19%) sowie PPK, wo jeweils der im Ecoinvent-Datensatz (siehe Annex) modellierte Rezyklatgehalt modelliert wurde und Glas beverage bottle mit einem Scherbenanteil laut Vetropak Austria GmbH von durchschnittlich 70%.

Der Wert R_2 steht für den Anteil des Produkts, der am Lebenszyklusende rezykliert wird und R_3 für jenen Anteil, der am Lebenszyklusende einer thermischen Verwertung zugeführt wird. R_2 und R_3 wurden auf Basis von Eurostat Daten, sowie Daten aus der WKO Nachhaltigkeitsagenda und eigenen Erhebungen ergänzt und festgelegt und sind in den ausgewählten Fallbeispielen dokumentiert.

Der Emissionsfaktor Primärmaterial E_V beschreibt die Emissionen (pro funktioneller Einheit) aus Beschaffung und Vorverarbeitung von Primärmaterialien. Dieser wird den für die Modellierung ausgewählten Ecoinvent-Datensätzen entnommen.

Der Emissionsfaktor für substituiertes Primärmaterial E^*_V gibt die spezifischen Emissionen (pro funktioneller Einheit) aus dem Erwerb und der Vorverarbeitung vom Anteil des Primärmaterials an, von welchem angenommen wird, dass es durch Recyclingmaterial ersetzt wird. Mit Ausnahme von PPK wird angenommen, dass Recyclingmaterial im am Lebenszyklusende dasselbe Material ersetzt, welches inputseitig verwendet wurde, d.h. $E^*_V = E_V$. Bei PPK wird Zellstoff ersetzt. Dabei werden nach Daten von (CEPI, 2019)⁷⁴ gemäß der europäischen Zusammensetzung „mechanical pulp“ (26,7%), „sulfite pulp“ (4,4%) und „sulfate pulp“ (68,9%) substituiert. Als Aufbereitungsschritte werden die Sortierung sowie die Behandlung von „paper to pulp“ berücksichtigt.

E_{rec} und E_{recEOL} umfassen alle Emissionen (pro funktioneller Einheit) aus dem Recyclingprozess und in der Material- und End of Life-Phase. Die Systemgrenze beinhaltet alle Emissionen von Sammlung bis zum Substitutionszeitpunkt. Bei Recyclingkreisläufen, wo das Material zur Verwendung in der gleichen Art von Produkt rezykliert wird, entspricht zumeist $E_{\text{rec}} = E_{\text{recEOL}}$.

⁷³ PEF CR Guidance document. Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRSs), version 6.3, https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm, zuletzt abgerufen am 06.08.2022

⁷⁴ CEPI (2019): Key Statistics 2018, European pulp & paper industry. CEPI aisbl. <https://www.twosides.info/wp-content/uploads/2019/07/Final-Key-Statistics-2018.pdf>, zuletzt abgerufen am 06.08.2022

Bei der Verbrennung in einer städtischen Müllverbrennung werden, basierend auf den Heizwerten der jeweiligen Materialien, Gutschriften für die Erzeugung thermischer und elektrischer Energie vergeben (Ersatz des jeweiligen nationalen Konsum-Mix für Strom, Ersatz von Erdgas für Wärme).

E_{ER} umfasst alle Emissionen (pro funktioneller Einheit) aus dem Energierückgewinnungsprozess im Rahmen der Müllverbrennung. Die für die Modellierung ausgewählten Ecoinvent-Datensätze sind im Annex enthalten.

Beim Lower Heating Value (LHV) wird der untere Heizwert des Produktes spezifiziert, welches zur Modellierung der Energierückgewinnung verwendet wird. Folgende Heizwerte wurden angesetzt, wobei die ersten drei Werte (c7-consult, 2019)⁷⁵ und letzten vier Werte (bauforumstahl, 2022)⁷⁶ entnommen wurden:

- PET 23 MJ/kg
- PP / PE 42 MJ/kg
- PPK und GVK 15 MJ/kg
- Aluminium 3 MJ/kg
- Polystyrol 38 MJ/kg
- PVC 18 MJ/kg
- Zellulose 16 MJ/kg

$X_{ER,heat}$ und $X_{ER,elec}$ legen die Effizienz der Energierückgewinnungsprozesse für Wärme und Strom fest. Die verwendeten Werte von 52% für Wärme und 6% für Strom basieren auf Anteile und Wirkungsgrade für Österreich gemäß (c7-consult, 2019).

$E_{SE,heat}$ und $E_{SE,elec}$ umfassen alle Emissionen (pro funktioneller Einheit) aus der substituierten Primärenergie für Wärme und Strom. Substituiert wird Gas für die Wärmeenergie sowie der österreichische Strommix für elektrische Energie.

E_D beinhaltet alle Emissionen (pro funktioneller Einheit) aus der Entsorgung (Deponierung) der Reststoffe. Da die betreffenden Abfälle in Österreich entweder recycelt oder verbrannt werden, kommt der Faktor nicht zur Anwendung.

Weitere Annahmen:

- Die Recyclingprozesse nach Angaben von Van Eygen (2018)⁷⁷ modelliert.
- Verluste in der Material- und Herstellungsphase wurde gemäß den Angaben in den Ecoinvent-Datensätzen berücksichtigt.
- Für die Emissionen der Bereitstellung von sekundären Kunststoffen wird für Polypropylen und Polystyrol in Ermangelung einer Alternative der Datensatz für

⁷⁵ c7-consult (2019): Ökobilanz für Gebinde aus PET und anderen Materialien. c7-consult im Auftrag von ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG, Sommerein, Austria.

⁷⁶ bauforumstahl (2022): Heizwerte, <https://bauforumstahl.de/upload/documents/brandschutz/kennwerte/Heizwertalpha.pdf>, zuletzt abgerufen am 06.08.2022

sekundäres Polyethylen verwendet. Die Unterschiede werden als vernachlässigbar eingestuft.

- Die Behandlung der Druckfarbe am Lebenszyklusende wird als vernachlässigbar bewertet und nicht berücksichtigt.
- Gemäß den Vorgaben der PEF-Methodik wird die Modellierung für 16 Umweltwirkungskategorien durchgeführt.

Verpackungseffizienz

Die Verpackungseffizienz spiegelt das Verhältnis zwischen der Masse des Füllgutes und der Masse aller Verpackungskomponenten wider. Je höher der Wert, desto weniger Verpackung wurde für das verpackte Lebensmittel verwendet und desto effizienter ist der Umgang mit Ressourceneinsatz von Verpackungsmaterial je Menge Füllgut.

$$\text{Verpackungseffizienz} = \frac{\text{Masse Füllgut [g]}}{\text{Masse Verpackung [g]}}$$

3.2. PRODUKTGRUPPEN

Für die vorliegende Studie wurden unterschiedliche Kunststoffverpackungen aus definierten Kategorien ausgewertet und mit ausgewählten marktrelevanten Alternativverpackungen verglichen. Die Kategorien umfassen fünf unterschiedlichen Produktgruppen aus den Bereichen Getränke-, Joghurt-, Blister, Obst- und Gemüseverpackungen (siehe Tabelle 18-21).

Getränkeverpackungen

Für die Kategorie Getränkeverpackungen wurden eine Vielzahl an Verpackungen untersucht. Da Wandstärken und Gewichte bei den Getränkeverpackungen stark von dem jeweiligen Füllgut abhängen, wurden Subkategorien - Wasser mit/ohne Kohlensäure, Limonaden mit/ohne Kohlensäure, Säfte, Milch frisch und Milch haltbar - gebildet. Für die jeweilige Subkategorie wurden Spezifikationen von produzierenden Unternehmen zur Verfügung gestellt. Relevante Kunststoffverpackungen im Getränkebereich stellen vor allem PET-Flaschen dar. Alternativverpackungen, welche sich bereits am Markt befinden und etabliert sind, sind meist Glasflaschen, sowie Getränkeverbundkartons (GVK). Innerhalb der Gebinde-Größen innerhalb einer Subkategorie gibt es eine große Bandbreite an Flaschengewichten, daher wurde für diese Studie Minimal- und Maximalwerte herangezogen, diese werden in den Ergebnissen als Bandbreiten abgebildet.

Tabelle 20 Getränkeverpackungen Übersicht

	Produktgruppe	Gebindegröße	Kunststoff	Glas	Verbundmaterial
Getränkeverpackungen	Wasser mit/ohne Kohlensäure	0,33 Liter		Glas EW Glas MW	
		0,5 Liter	PET virgin	Glas EW	
			PET 50% recycled content	Glas MW	
			PET 100% recycled content		
		1,0 Liter	PET virgin	Glas EW	
			PET 50% recycled content	Glas MW	
	PET 100% recycled content				
	1,5 Liter	PET virgin MW			
		PET virgin			
		PET 50% recycled content			
	2,0 Liter	PET 100% recycled content			
		PET virgin			
		PET 50% recycled content			
	Limonaden mit/ohne Kohlensäure	0,33 Liter	PET virgin	Glas EW	
PET 50% recycled content			Glas MW		
PET 100% recycled content					
0,5 Liter		PET virgin	Glas EW		
		PET 50% recycled content	Glas MW		
		PET 100% recycled content			

Produktgruppe	Gebindegröße	Kunststoff	Glas	Verbundmaterial
Säfte	1,0 Liter	PET virgin	Glas EW	
		PET 50% recycled content	Glas MW	
	1,5 Liter	PET 100% recycled content		
		PET virgin		
		PET 50% recycled content		
	0,2 Liter	PET 100% recycled content	Glas EW	
			Glas MW	
	0,3 Liter		Glas EW	
			Glas MW	
	0,5 Liter	PET virgin		
PET 50% recycled content				
PET 100% recycled content				
Milch - frisch	1,0 Liter		Glas EW	Getränkeverbundkarton
			Glas MW	
	1,5 Liter	PET virgin		
		PET 50% recycled content		
0,5 Liter	PET 100% recycled content	Glas EW		
		Glas MW		
Milch - haltbar	1,0 Liter		Glas EW	Getränkeverbundkarton
		PET 100% recycled content	Glas MW	
	0,3 Liter		Glas EW	
			Glas EW	
1,0 Liter	PET 100% recycled content			Getränkeverbundkarton

Für die Produktkategorie „Getränke“ wurden für Flaschengewichte Spezifikationen der Unternehmen ALPLA Group, Verein Getränkekarton Austria und Vetropak Austria GmbH für die Berechnungen zur Verfügung gestellt. Vergleiche fanden zwischen Einweg (EW) und Mehrweg (MW), aber auch mit virgin und recycled content in den unterschiedlichen Getränkegruppen statt.

Joghurtverpackungen

Für die Produktkategorie Joghurtbecher wurden Spezifikationen der Firma Greiner Packaging International GmbH herangezogen. Diese umfassen Gebindegrößen zwischen 150-500 g. Daten für Alternativverpackungen 500g wurden in Supermärkten erhoben. Die untersuchten Varianten umfassten einerseits reine Kunststoffbecher, andererseits auch Kunststoff-Papierkombinationen. Alternativen, welche im Kühlregal zu finden sind, diese sind neben Mehrweg-, vor allem Einweg-Glascontainer. Für diese Studie wurde der Glas Container Einweg als Alternativverpackung untersucht. Die Spezifikationen dieser Alternativverpackungen basieren auf eigenen Erhebungen und Laboranalysen an der FH Campus Wien. Untersuchte Varianten sind Tabelle 21 zu entnehmen.

Tabelle 21 Joghurtbecher

<i>Produktgruppe</i>	<i>Gebindegröße</i>	<i>Kunststoff</i>	<i>Glas</i>	<i>Kunststoff- Karton- Kombination</i>
Joghurtbecher	150 g	PP		
	180 g	PP		
	200 g	PET 100% recycled content		
	250 g	Polypropylen		
	500 g	PET PP PS	Glas EW Glas MW	PET&Karton PP & Karton PS % Karton

Obst- & Gemüseverpackungen

Obst und Gemüseverpackungen wurden durch Beprobung in Supermärkten erhoben. Die untersuchten Verpackungen umfassen dabei reine Kunststoffverpackungen, als auch Materialkombinationen. Nach Erhebung der Verpackungsvarianten in ausgewählten österreichischen Handelsmärkten wurden die Verpackungen im Labor charakterisiert und Materialarten mittels Nahinfrarot-Spektroskopie ermittelt. In Tabelle 22 sind die jeweiligen Materialtypen für Obst- und Gemüseverpackungen ersichtlich.

Tabelle 22 Obst und Gemüse

<i>Produktgruppe</i>	<i>Gebindegröße</i>	<i>Kunststoff</i>	<i>Kunststoff- Karton- Kombination</i>	<i>Papier</i>	<i>Sonstige</i>
Obst & Gemüse	1000 g	LDPE Beutel	Kartonschale & PVC Verschluss	Kartonschale	Zellulosenetz
	500 g	rPET Beutel & rPET Schale PET Siegelfolie & rPET Schale	Kartonschale & LDPE Beutel	Kartonschale	

Blisterverpackungen

Im Bereich Blister-Verpackungen wurden bedruckte Kartonvarianten mit Karton-Kunststoffkombinationen für die Produktgruppen Batterien, Lippenpflege und Interdentalsticks verglichen. Die Vergleichsverpackungen wurden, wie andere Kunststoff-Alternativen, im Handel bezogen und im Labor der FH Campus Wien analysiert. Der Vergleich fand zwischen

reinen Kunststoffverpackungen, Verbundmaterialien und reinen Kartonverpackungen für unterschiedliche Produkte statt (in Tabelle 23 ersichtlich).

Tabelle 23 Blisterverpackungen

	Produktgruppe	Gebindegröße	Verbundmaterial	Karton
Blister-Verpackungen	Batterien	AAA 92 g Batterien	Karton-Rückwand mit Kunststoffhaube	Aufreißkarton
		AA 190 g Batterien	Karton-Rückwand mit Kunststoffhaube	Aufreißkarton
	Lippenpflege	1 Stück	Karton-Rückwand mit Kunststoffhaube	Aufreißkarton
		2 Stück	Karton-Rückwand mit Kunststoffhaube	Aufreißkarton
	Interdentalbürsten	10 g	Karton-Rückwand mit Kunststoffhaube LDPE Beutel	Schiebekarton

Bei den Produktgruppen Blister, Obst und Gemüse wurden die Primärdaten mittels Laboranalysen erhoben. Für die Bestimmung der Masse wurden die Verpackungen vollständig und restlos entleert und ausgewaschen. Nach einer eintägigen Trocknung aller Verpackungsbestandteile wurde sowohl das Verpackungsgesamtgewicht als auch das Gewicht aller Verpackungsbestandteile inklusive Etiketten bestimmt. Mithilfe von Recyclingcodes auf der Verpackung und eines FTIR-Spektrometers konnten die Verpackungsmaterialien bestimmt werden.

Für den vorliegenden Bericht werden folgend ausgewählte Fallbeispiele und Analysen beschrieben. Die ausgewählten Kunststoffverpackungen und Alternativen haben keinen Universalanspruch und stellen demnach Teile an Verpackungsvarianten am österreichischen Markt dar. Die Studienautoren waren bemüht, ein realistisches Abbild des Marktes zu schaffen, die ausgewählten Beispiele decken jedoch nicht jede Verpackungsvariante wieder, die am Markt zu finden ist. Im folgenden Kapitel werden die jeweiligen Fallbeispiele, sowie Spezifikationen und Annahmen für die Analyse der ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung näher erläutert.

3.2.1. AUSGEWÄHLTE FALLBEISPIELE

Für die Berechnung der ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung wurden aus über 100 untersuchten Verpackungen Fallbeispiele für diese Studie ausgewählt. Für jede Produktkategorie wurden Fallbeispiele für repräsentative Verpackung beschrieben. Diese umfassen folgende Verpackungsvarianten und funktionelle Einheiten:

Food-Verpackungen:

- Getränkeverpackungen
 - Frischmilch – fE=1 L Milch
 - Wasser mit und ohne Kohlensäure – fE =1 L Wasser
 - Limonaden mit und ohne Kohlensäure – fE = 1 L Limonade
- Milchprodukteverpackungen
 - Joghurtbecher- fE = 500 g Joghurt

Non-food-Verpackungen:

- Blisterverpackungen
 - Batterien – fE = AA Batterienverpackung für 190 g Batterien
 - Batterien – fE = AAA Batterienverpackung für 92 g Batterien
 - Lippenpflege – fE Verpackung für 1 Stück Lippenpflege
 - Lippenpflege – fE Verpackung für 2 Stück Lippenpflege
- Obst & Gemüse
 - Obstverpackungen – fE= 1000 g Äpfel
 - Gemüseverpackung – fE= 500 g Tomaten

Die zur Verfügung gestellten Daten für Joghurtkunststoffvarianten und Getränkeverpackungen stammen von Verpackungsherstellern in Österreich. Trotz der zahlreichen Verpackungsspezifikationen mussten ergänzende Annahmen und Erhebungen getroffen werden. Bei PET und Glas-Flaschen wurden z.B. Annahmen für Etikette & Verschluss getroffen. Entsprechende Annahmen und Spezifikationen sind dem Folgekapitel zu entnehmen.

3.2.2. VERPACKUNGSSPEZIFIKATIONEN UND ANNAHMEN

Tabelle 24 Spezifikationen Milch Frisch

Milch frisch		fE 1 L		
Hauptkörper				
<i>Material</i>	rPET (100% recycled content)	Glas Mehrweg	GVK	
<i>Gewicht [g]</i>	26	400-450	27-33	
<i>Gewichtsverhältnis Karton:Kunststoff</i>	-	-	min. 75:25 max. 88:12	
<i>Farbe/Transparenz</i>	transparent	transparent	braun, bedruckt	
<i>Umlaufzahl (Annahme)</i>	-	15	-	
<i>Scherbenanteil</i>	-	50-80 %	-	
Verschluss				
<i>Material</i>	HDPE	Weißblech	HDPE	
<i>Gewicht [g]</i>	2,60	7,22	2,05-8,00	
<i>Farbe/Transparenz</i>	dunkel, opak	metallisch	opak	
Etikette				
<i>Material</i>	LDPE	Papier	-	
<i>Gewicht [g]</i>	1,07	2,77	-	
<i>Bedruckung</i>	dunkel, opak	Hell	-	
Annahmen Recyclingfähigkeit				
<i>Material Hauptkörper</i>	rPET	Glas MW	GVK	
<i>Recyclingquote Hauptkörper</i>	59 %	85 %**	38 %***	
<i>Material Verschluss</i>	HDPE	Weißblech	HDPE	
<i>Recyclingquote Verschluss</i>	22 %*	85 %**	0 %	
<i>Material Etikette</i>	LDPE	Papier		
<i>Recyclingquote Etikette</i>	19 %*	0 %		

*Für die Berechnungen wurde die Recyclingquote für HDPE und LDPE mit der Sortierquote (Brutto) des Wertstoffes (Q_{SAB}) HDPE und LDPE gleichgesetzt.

** Recyclingquote lt. EUROSTAT.

***Nachhaltigkeitsagenda WKO

In der Produktkategorie „Milch frisch 1 L“ wurden die Verpackungstypen rPET (100 % recycled content), Glas Mehrweg und Getränkeverbundkarton verglichen (siehe Tabelle 24). Die funktionelle Einheit des Verpackungsvergleiches beträgt 1 L Milch. Spezifikationen für die Hauptkörper PET & Glas wurden von Alpla Group und Vetropak Holding Ltd übermittelt. Annahmen für Etiketten wurden mittels Literaturdaten⁷⁸ abgeschätzt und HDPE Verschlüsse auf Basis von Primärerhebungen marktgängiger Verschlüsse ermittelt. Das Verschlussmaterial wurde mittels FTIR identifiziert. Gesamtdaten für Getränkekarton wurden vom Verein Getränkekarton Austria zur Verfügung gestellt. Für das End of Life wurde Recyclingquote von 59% für PET⁷⁹ herangezogen. Für den HDPE-Verschluss wurde die in Kapitel 2 ermittelte

⁷⁸ Wininger Julia (2018): „Evaluation of 0.5-liter polyethylene terephthalate bottles in terms of their material structure, manufacturing processes, weight range and environmental sustainability in Austria“. Wien

⁷⁹ Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 11.05.2022

Sortierquote_(brutto) von 22 %⁸⁰ für die Berechnung angesetzt, diese wird für die Berechnungen der End of Life Szenarien der Recyclingquote gleichgesetzt. Für die LDPE Etiketle wurde ebenso die in Kapitel 2 ermittelte Sortierquote_(brutto) von 19 %⁸¹ herangezogen und gleichgesetzt. Für Glas wurde eine Recyclingquote von 85 %⁸² angesetzt. Weißblech wurde mit einer Recyclingquote von 85 %⁸³ & GVK mit einer Recyclingquote von 38 %⁸⁴ angenommen. Annahmen der Recyclingfähigkeit der Verpackung und entsprechende End of Life Modellierungen basieren auf der Bewertung der technischen Recyclingfähigkeit von Verpackungen nach FH Campus Wien Design for Recycling Guideline⁸⁵. Recyclingfähige Verpackungskomponenten wurden mit österreichischen Recyclingquoten berechnet oder bei Bewertung als nicht recyclingfähig mit einer Quote von 0% angesetzt.

Tabelle 25 Spezifikationen Wasser mit/ohne Kohlensäure

⁸⁰ KUNSTSTOFFSTUDIE 2022

⁸¹ Van Eygen et al. (2017); Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. abgerufen am 05.05.2022

⁸² Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 11.05.2022

⁸³ EUROSTAT (2022): Packaging waste by waste management operations. Statistics | Eurostat (europa.eu), abgerufen am 29.04.2022

⁸⁴ Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 11.05.2022

⁸⁵ FH Campus Wien (2021): Circular Design Guideline- Empfehlungen für die Gestaltung recyclinggerechter Verpackungen. https://www.fh-campuswien.ac.at/fileadmin/redakteure/Forschung/FH-Campus-Wien_Circular-Packaging-Design-Guideline_V04_DE.pdf, abgerufen am 11.05.2022

Wasser mit/ohne Kohlensäure

fE 1 L

Hauptkörper						
<i>Material</i>	PET _(100%rPET)	PET _(virgin 100%)	PET _(50%rPET)	PET _(Mehrweg; 30% recycled content)	Glas _(Mehrweg)	Glas _(Einweg)
<i>Gewicht [g]</i>	29-39	29-39	29-39	55	455-696	477-665
<i>Farbe/Transparenz</i>	transparent	transparent	transparent	transparent	transparent	transparent
<i>Umlaufzahl (Annahme)</i>	-	-	-	15-30	15-30	
<i>Scherbenanteil</i>	-				50-80 %	50-80%
Verschluss						
<i>Material</i>	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
<i>Gewicht s[g]</i>	2,6	2,6	2,6	3	2,6	2,6
<i>Farbe/Transparenz</i>	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak
Etikette						
<i>Material</i>	LDPE	LDPE	LDPE	Papier	Papier	Papier
<i>Gewicht [g]</i>	1,07	1,07	1,07	1,48	2,77	2,77
<i>Bedruckung</i>	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	hell	hell
Annahmen						
Recyclingfähigkeit						
<i>Material Hauptkörper</i>	PET	PET	PET	PET	Glas	Glas
<i>Recyclingquote Hauptkörper</i>	59 %***	59 %***	59 %***	59 %***	85 %**	85 %**
<i>Material Verschluss</i>	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
<i>Recyclingquote Verschluss</i>	22 %*	22 %*	22 %*	22 %*	0 %	0 %
<i>Material Etikette</i>	LDPE	LDPE	LDPE	LDPE	Papier	Papier
<i>Recyclingquote Etikette</i>	19 %*	19 %*	19 %*	19 %*	0 %	0 %

*Für die Berechnungen wurde die Recyclingquote für HDPE und LDPE mit der Sortierquote (Brutto) des Wertstoffes (Q_{SAB}) HDPE und LDPE gleichgesetzt.

** Recyclingquote lt. EUROSTAT

***Nachhaltigkeitsagenda WKO- Berechnung der Recyclingquote unbekannt.

In der Produktkategorie Wasser mit/ohne Kohlensäure wurden folgende Gebindearten untersucht: PET_(100 %rPET), PET_(virgin 100 %), PET_(50 %rPET), PET_(Mehrweg; 30% recycled content), Glas_(Mehrweg) und Glas_(Einweg) (siehe Tabelle 25).

Wie auch schon im Falle von Milchverpackungen wurden Daten für Hauptkörper aus PET & Glas von Alpa Group und Vetropak Holding Ltd übermittelt. Etiketten Annahmen wurden aus Literaturdaten⁸⁶ abgeschätzt und Verschlüsse aus eigenen Erhebungen zugeteilt. End of Life Szenarien orientierten sich, wie auch schon bei Milch 1 L an der Bewertung der technischen Recyclingfähigkeit. Recyclingfähige Verpackungskomponenten wurden mit nationalen Recyclingquoten verknüpft. Für PET wurde eine Recyclingquote von 59 %⁸⁷ herangezogen. Für den HDPE-Verschluss eine Recyclingquote von 22 %⁸⁸ und für das LDPE-Etikett wurde

⁸⁶ Winger Julia (2018): „Evaluation of 0.5-liter polyethylene terephthalate bottles in terms of their material structure, manufacturing processes, weight range and environmental sustainability in Austria“. Wien

⁸⁷ Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 05.05.2022

⁸⁸ KUNSTSTOFFSTUDIE 2022

eine -quote von 19%⁸⁹ herangezogen. Für Glas wurde eine Recyclingquote von 85 %⁹⁰ angenommen. Die funktionelle Einheit wurde mit 1 L Wasser mit/ohne Kohlensäure angesetzt.

Tabelle 26 Spezifikationen Limonaden mit/ohne Kohlensäure

<i>fE 1 L</i>					
Limonaden mit/ohne Kohlensäure					
Hauptkörper					
<i>Material</i>	PET (100%rPET)	PET (virgin 100%)	PET (50%rPET)	Glas EW	Glas MW
<i>Gewicht [g]</i>	50	50	50	500-650	550-900
<i>Farbe/Transparenz</i>	transparent	transparent	transparent	transparent	transparent
<i>Umlaufzahl (Annahme)</i>	-	-	-	-	15
<i>Scherbenanteil</i>	-	-	-	50-80 %	50-80 %
Verschluss					
<i>Material</i>	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
<i>Gewicht s[g]</i>	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
<i>Farbe/Transparenz</i>	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak
Etikette					
<i>Material</i>	LDPE	LDPE	LDPE	Papier	Papier
<i>Gewicht [g]</i>	1,17	1,17	1,17	2,77	2,77
<i>Bedruckung</i>	dunkel, opak	dunkel, opak	dunkel, opak	hell	hell
Annahmen					
Recyclingfähigkeit					
<i>Material Hauptkörper</i>	PET	PET	PET	Glas EW	Glas MW
<i>Recyclingquote</i>	59 %***	59 %***	59 %***	85 %**	85 %**
<i>Material Verschluss</i>	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
<i>Recyclingquote</i>	22 %*	22 %*	22 %*	0 %	0 %
<i>Material Etikette</i>	LDPE	LDPE	LDPE	Papier	Papier
<i>Recyclingquote Etikette</i>	19 %*	19 %*	19 %*	0 %	0 %

*Für die Berechnungen wurde die Recyclingquote für HDPE und LDPE mit der Sortierquote (Brutto) des Wertstoffes (Q_{SAB}) HDPE und LDPE gleichgesetzt.

** Recyclingquote lt. EUROSTAT-entspricht nicht der RQ lt. EU-Berechnungsvorgabe.

***Nachhaltigkeitsagenda WKO

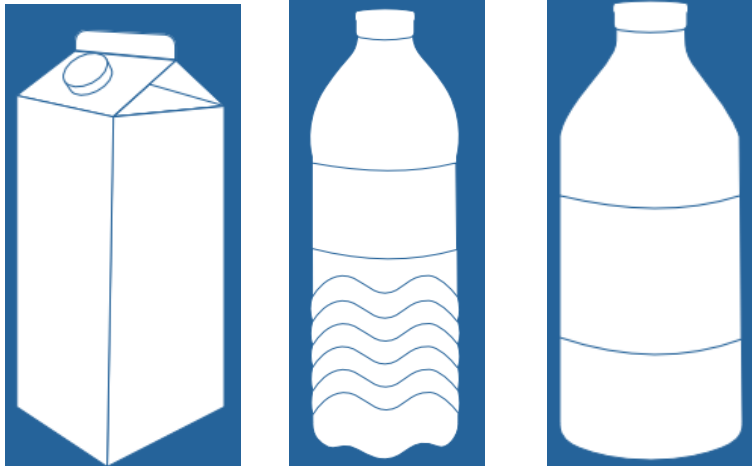
Für die Produktkategorie Limonaden mit/ohne Kohlensäure wurde für die funktionelle Einheit 1 L Limonade fünf unterschiedliche Verpackungstypen untersucht. Diese umfassen PET (100% rPET), PET (virgin 100%), PET (50% rPET), Glas Einweg und Glas Mehrweg. Die Spezifikationen der Hauptkörper wurden von Herstellern übermittelt. Die Daten für Etiketten und Verschlüsse wurden, wie schon zuvor aus Sekundärliteratur⁹¹ abgeschätzt, bzw. Primärdaten aus dem

⁸⁹ Van Eygen et al. (2017); Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. abgerufen am 05.05.2022

⁹⁰ Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 05.05.2022

⁹¹ Winger Julia (2018): „Evaluation of 0.5-liter polyethylene terephthalate bottles in terms of their material structure, manufacturing processes, weight range and environmental sustainability in Austria“. Wien

Handel erhoben und analysiert. End of Life Annahmen für die Verpackungen orientieren sich an der Bewertung der technischen Recyclingfähigkeit. Für weitere Modellierungen recyclingfähiger Verpackungskomponenten wurde daher eine Recyclingquote für PET mit 59 %⁹², für HDPE eine -quote von 22 %⁹³, für LDPE eine -quote von 19 %⁹⁴ und für Glas eine -quote von 85 %⁹⁵ herangezogen.



⁹² Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 05.05.2022

⁹³ KUNSTSTOFFSTUDIE 2022

⁹⁴ Van Eygen et al. (2017); Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. abgerufen am 05.05.2022

⁹⁵ Wirtschaftskammer Österreich (2021): Nachhaltigkeitsagenda für Getränkeverpackungen 2021 – Gesellschaftliche Verantwortung. <https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2020.pdf>, abgerufen am 05.05.2022

Tabelle 27 Spezifikationen Joghurtbecher

fE 95 / 500 g

Joghurtbecher

Hauptkörper	K3 ®-PET	PET-Direktdruck	K3®-PP	PP-Direktdruck	K3®-PS
<i>Material</i>	PET	PET	PP	PP	PS
<i>Gewicht [g]</i>	6,5	12,0	8,8	11,0	9,2
Verschluss					
<i>Material</i>	Alu	Alu	Alu	PP	Alu
<i>Gewicht [g]</i>	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8
Druck					
<i>Material</i>	-	Druckfarbe	-	Druckfarbe	-
<i>Gewicht [g]</i>	-	0,3	-	0,3	-
Kartonwickel/Etikette/Stülpdeckel	Kartonwickel		Kartonwickel		Kartonwickel
<i>Material</i>	Karton	-	Karton	-	Karton
<i>Gewicht [g]</i>	7,18	-	6,03	-	7,06
Druck Stülpdeckel					
<i>Material</i>	-	-	-	-	-
<i>Gewicht [g]</i>	-	-	-	-	-
Annahmen Recyclingfähigkeit					
<i>Material Hauptkörper</i>	PET	PET	PP	PP	PS
<i>Recyclingquote Hauptkörper</i>	18 %*	18 %*	19 %*	19 %*	15 %*
<i>Material Kartonwickel</i>	Papier	-	Papier	-	Papier
<i>Recyclingquote Kartonwickel</i>	84 %**	-	84 %**	-	84 %**
<i>Material Platine</i>	Alu	Alu	Alu	PP-Folie	Alu
<i>Recyclingquote Platine</i>	85 %**	85 %**	85 %**	19 %*	85 %
<i>Material Stülpdeckel</i>	-	-	-	-	-
<i>Recyclingquote Stülpdeckel</i>	-	-	-	-	-

Joghurtbecher

fE 95 / 500 g

Hauptkörper	PS-Direktdruck	K3® r100-PP	Glas	PP-Direktdruck + wiederverwendbarer Stülpdeckel
<i>Material</i>	PS	PP	Glas	PP
<i>Gewicht [g]</i>	13,6	7,3	223,5	11,0
Verschluss				
<i>Material</i>	Alu	PP	Weißblech	PP
<i>Gewicht [g]</i>	0,80	0,70	8,6	0,70
Druck				
<i>Material</i>	Druckfarbe	-	-	Druckfarbe
<i>Gewicht [g]</i>	0,3	-	-	0,3
Kartonwickel/Etikette/Stülpdeckel		Kartonwickel	Etikette	Stülpdeckel
<i>Material</i>	-	Karton	Papier	PP
<i>Gewicht [g]</i>	-	7,70	0,73	5,14
Druck Stülpdeckel				Druck Stülpdeckel
<i>Material</i>	-	-	-	Druckfarbe
<i>Gewicht [g]</i>	-	-	-	0,19
Annahmen Recyclingfähigkeit	Annahmen Recyclingfähigkeit			
<i>Material Hauptkörper</i>	PS	PP	Glas	PP
<i>Recyclingquote Hauptkörper</i>	15 %*	19 %*	84 %**	19 %*
<i>Material Kartonwickel</i>	-	Papier	Weißblech	-
<i>Recyclingquote Kartonwickel</i>	-	84%**	85%**	-
<i>Material Platine</i>	Alu	PP-Folie	Papier	PP-Folie
<i>Recyclingquote Platine</i>	85 %**	19 %*	0 %	19 %*
<i>Material Stülpdeckel</i>	-	-	-	PP
<i>Recyclingquote Stülpdeckel</i>	-	-	-	19 %*

*Für die Berechnungen wurde die Recyclingquote für PET, PP und PS mit der Sortierquote (Brutto) des Wertstoffes (Q_{SAB}) PET, PP und PS gleichgesetzt.

** Recyclingquote lt. EUROSTAT.

In der Produktgruppe Joghurt 500 g wurden vier K3® Becher (= Kombination aus Kunststoff und Kartonhülle) untersucht. Kunststoffarten der K3® Bechervarianten umfassten Materialien, wie PET, PP und PS. Drei direktbedruckte Kunststoffbechervarianten wurden untersucht, im, welche aus den Materialien PET, PP, PS oder PP inkl. wiederverwendbarem Stülpedeckel bestanden. Im Vergleich dazu wurde eine Glas-Behälter Einwegvariante analysiert. Spezifikationen der Kunststoffvarianten wurden vollständig von Greiner Packaging International GmbH übermittelt. Die Glasalternative wurde im Handel bezogen und entsprechende Spezifikationen im Labor der FH Campus Wien analysiert und erhoben. Auch im Falle der End Of Life Annahmen orientierte sich die Bewertung an der technischen Recyclingfähigkeit von Verpackungssystemen. Für recyclingfähige Verpackungskomponenten wurden folgende Recyclingquoten angesetzt. Für die Recyclingquoten PET rigid 18 %, PP rigid und PP-Platine 19 % und PS rigid 15 % wurden die ermittelten Sortierquoten ^(brutto) aus dem Kapitel 2 herangezogen. Für Aluminium wurde eine Recyclingquote von 85 %⁹⁶ berücksichtigt. Für Kartonwickel wurde eine Recyclingquote von 85 %⁹⁷ angenommen. Die Recyclingquote für Glas wurde mit 84 %⁹⁸ angesetzt und für Weißblech eine Recyclingquote von 85 % angenommen⁹⁹. Nicht recyclingfähige Komponenten wurden mit einer Recyclingquote von 0% gleichgesetzt.

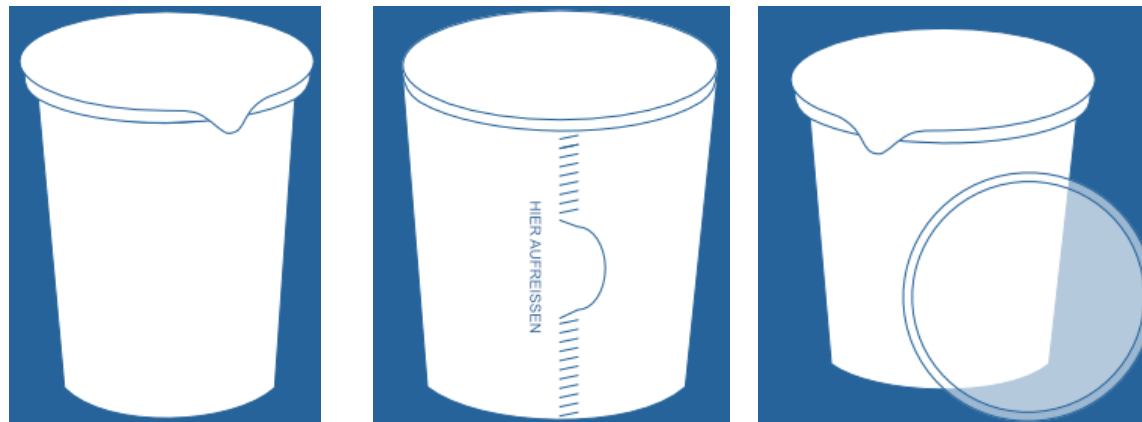


Abbildung 7 direkt bedruckte Kunststoffbecher (mit und ohne Stülpedeckel), K3®

⁹⁶ EUROSTAT (2022): Packaging waste by waste management operations. Statistics | Eurostat (europa.eu), abgerufen am 29.04.2022

⁹⁷ Altstoff Recycling Austria AG (2021): Transparenzbericht 2021- Verpackung der Zukunft – Herausforderungen und Lösungen, https://www.ara.at/uploads/Dokumente/Trennt/ara_trennt_01_2021_web.pdf; abgerufen am 05.05.2022

⁹⁸ Altstoff Recycling Austria AG (2021): Transparenzbericht 2021- Verpackung der Zukunft – Herausforderungen und Lösungen, https://www.ara.at/uploads/Dokumente/Trennt/ara_trennt_01_2021_web.pdf; abgerufen am 05.05.2022

⁹⁹EUROSTAT (2022): Packaging waste by waste management operations. Statistics | Eurostat (europa.eu), abgerufen am 29.04.2022

Tabelle 28 Spezifikationen Lippenpflege

Lippenpflege

Rückwand/Aufreißkarton	fE 1 Stück Lippenpflege 14 g		fE 2 Stück Lippenpflege 27 g	
	Rückwand + Kunststoffhaube	Aufreißkarton	Rückwand + Kunststoffhaube	Aufreißkarton
<i>Material</i>	KARTON	KARTON	KARTON	KARTON
<i>Gewicht [g]</i>	2,69	4,4	4,26	5,32
Kunststoffhaube				
<i>Material</i>	PET	-	PET	-
<i>Gewicht [g]</i>	1,29	-	1,74	-
Annahmen				
Recyclingfähigkeit				
<i>Material Rückwand</i>	KARTON	-	KARTON	-
<i>Recyclingquote Rückwand</i>	84 %*	-	0 %	-
<i>Material Kunststoffhaube</i>	PET	-	PET	-
<i>Recyclingquote Kunststoffhaube</i>	0 %	-	0 %	-
<i>Material Aufreißkarton</i>	-	KARTON	-	KARTON
<i>Recyclingquote Aufreißkarton</i>	-	84 %*	-	84 %*

* Recyclingquote lt. EUROSTAT.

In der Produktkategorie Blister Lippenpflege mit der funktionellen Einheit 1 bzw. 2 Stück Lippenpflege (=Lippenpflege-Stift) wurden verschiedene Verpackungstypen untersucht (siehe Abbildung 28). Verpackungs-Spezifikationen für Kunststoff-Karton-Kombinationen und reine Kartonvarianten wurden im Handel erhoben und im Labor analysiert. Materialien aus Karton & PET bzw. Karton wurden dabei identifiziert. Annahmen für End of Life orientierten sich, wie auch schon bei den vorherigen Produktgruppen an der technischen Recyclingfähigkeit und für recyclingfähige Verpackungskomponenten wurden für die weiteren Berechnungen die länderspezifischen Recyclingquoten für Pappe mit 84 %¹⁰⁰ angenommen bzw. bei einer Bewertung als nicht recyclingfähig mit 0% Recyclingquote angesetzt.

¹⁰⁰ Altstoff Recycling Austria AG (2021): Transparenzbericht 2021- Verpackung der Zukunft – Herausforderungen und Lösungen, https://www.ara.at/uploads/Dokumente/Trennt/ara_trennt_01_2021_web.pdf; abgerufen am 05.05.2022

Batterien

Rückwand/Aufreißkarton	fE 8 AAA Batterien 92 g		fE AA Batterien 190 g	
	Rückwand + Kunststoffhaube	Aufreißkarton	Rückwand + Kunststoffhaube	Aufreißkarton
<i>Material</i>	KARTON	KARTON	KARTON	KARTON
<i>Gewicht [g]</i>	4,11	9,68	3,59	16,78
Kunststoffhaube				
<i>Material</i>	PP	-	PET	-
<i>Gewicht [g]</i>	2,52	-	2,05	-
Annahmen				
Recyclingfähigkeit				
<i>Material Rückwand</i>	KARTON	-	KARTON	-
<i>Recyclingquote Rückwand</i>	0 %	-	0 %	-
<i>Material Kunststoffhaube</i>	PP	-	PET	-
<i>Recyclingquote Kunststoffhaube</i>	0 %	-	0 %	-
<i>Material Aufreißkarton</i>	-	KARTON	-	KARTON
<i>Recyclingquote Aufreißkarton</i>	-	84 %*	-	84 %*

*Recyclingquote lt. EUROSTAT.

In der Produktkategorie Blister Batterien funktionelle Einheit „92 g Batterien AAA“ und „190 g Batterien AA“ wurden verschiedene Verpackungsarten untersucht. Die Verpackungen wurden im Handel bezogen und Spezifikationen im Labor erhoben. Materialkombinationen wurden als Karton & PP oder Karton & PET bzw. Karton identifiziert. Recyclingquote für recyclingfähige Kartonvarianten wurden mit einer Recyclingquote für Karton von 84 %¹⁰¹ angenommen. Nicht recyclingfähige Verpackungskomponenten wurden mit einer Recyclingquote von 0% gleichgesetzt.

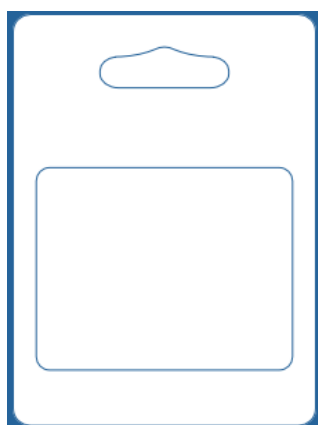


Abbildung 8 Blisterverpackung

¹⁰¹ Altstoff Recycling Austria AG (2021): Transparenzbericht 2021- Verpackung der Zukunft – Herausforderungen und Lösungen, https://www.ara.at/uploads/Dokumente/Trennt/ara_trennt_01_2021_web.pdf; abgerufen am 05.05.2022

Tabelle 30 Spezifikationen Obstverpackungen

Obstverpackung

fE: 1000 g Äpfel

	Wellpappe-Schale + Etikett (1)	Wellpappe-Schale + Folie + Etiketten (2)	Folienbeutel (3)	Folienbeutel (4)	Zellulosenetz (5)
Hauptkörper					
<i>Material</i>	Wellpappe	Wellpappe	LDPE	LDPE	Zellulose
<i>Gewicht [g]</i>	38,47	30,38	6,39	8,56	1,56
Etikette					
Etikette 1					
<i>Material</i>	Papier	Papier,	-	Papier	Papier
<i>Gewicht [g]</i>	1,720	0,450	-	0,330	0,028
Etikette					
Etikette 2					
<i>Material</i>	-	Papier	-	-	-
<i>Gewicht [g]</i>	-	0,425	-	-	-
Verschluss					
<i>Material</i>	-	Polyvinylchlorid	-	LDPE	Weißblech
<i>Gewicht [g]</i>	-	4,125	-	0,053	0,220
Annahmen					
Recyclingfähigkeit					
<i>Material Schale</i>	KARTON	KARTON	-	-	-
<i>Recyclingquote Schale</i>	84 %**	84 %**	-	-	-
<i>Material Etikette</i>	Papier	Papier	-	Papier	Papier
<i>Recyclingquote Etikette</i>	84 %**	0 %	-	0 %	0 %
<i>Material Folie</i>	-	PVC	LDPE	LDPE	-
<i>Recyclingquote Folie</i>	-	0 %	19 %*	0 %	-
<i>Material Verschluss</i>	-	-	-	LDPE	Weißblech
<i>Recyclingquote Verschluss</i>	-	-	-	0 %	0 %
<i>Material Netz</i>	-	-	-	-	Zellulose
<i>Recyclingquote Netz</i>	-	-	-	-	0%

*Für die Berechnungen wurde die Recyclingquote für LDPE der Sortierquote (Brutto) des Wertstoffes (Q_{SAB}) für LDPE gleichgesetzt.

** Recyclingquote lt. EUROSTAT.

In der Produktkategorie Obst wurde eine funktionelle Einheit von 1000 g Äpfel festgelegt. Für diese Produktgruppe wurden fünf Verpackungsvarianten untersucht. Zu diesen zählten eine Wellpappenschale mit Etikett, eine Wellpappenschale mit Folie und Etiketten, ein Folienbeutel, ein Folienbeutel mit Etikett bzw. ein Zellulosenetz. Verpackungen wurden in ausgewählten Handelsunternehmen bezogen und Spezifikationen im Labor erhoben. Recyclingfähige Kartonkomponenten wurden mit einer Recyclingquote von 84 %¹⁰² angesetzt. Für recyclingfähige LDPE-Komponenten wurden eine Recyclingquote 19 %¹⁰³ herangezogen. Die

¹⁰² Altstoff Recycling Austria AG (2021): Transparenzbericht 2021- Verpackung der Zukunft – Herausforderungen und Lösungen, https://www.ara.at/uploads/Dokumente/Trennt/ara_trennt_01_2021_web.pdf; abgerufen am 05.05.2022

¹⁰³ Van Eygen et al. (2017); [Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria](#), abgerufen am 05.05.2022

Bewertung der technische Recyclingfähigkeit wurde dabei als Bewertungsgrundlage für weitere End of Life Annahmen herangezogen.

Tabelle 31 Spezifikationen Gemüseverpackungen

Gemüse Verpackung

fE: 500 g Tomaten

	Kartonschale + Etikett (1)	rPET (100% recycled content) Schale + Siegelfolie (2)	rPET (100% recycled content) Schale + Folienbeutel + Etikett (3)	Kartonschale + Folienbeutel + Etikett (4)
Hauptkörper				
<i>Material</i>	Karton	rPET (100% recycled content)	rPET (100% recycled content)	Karton
<i>Gewicht [g]</i>	32,32	16,14	8,47	18,44
Etikette				
<i>Material</i>	Papier	-	Papier	Papier
<i>Gewicht [g]</i>	0,64	-	0,37	0,38
Verschluss				
<i>Material</i>	-	PET (Siegelfolie)	PET (KS-Beutel mit Etikette)	LDPE (Beutel mit Etikette)
<i>Gewicht [g]</i>	-	1,02	2,68	2,36
Annahmen Recyclingfähigkeit				
<i>Schale</i>	KARTON	rPET	rPET	KARTON
<i>Recyclingquote</i>	84 %**	18 %*	18 %*	84 %**
<i>Etikette</i>	Papier	-	Papier	Papier
<i>Recyclingquote</i>	84 %**	-	0 %	0%
<i>Verschluss</i>	-	PET	PET + Papier	LDPE + Papier
<i>Recyclingquote</i>	-	0 %	0 %	0 %

*Für die Berechnungen wurde die Recyclingquote für PET mit der Sortierquote (Brutto) des Wertstoffes (Q_{SAB}) PET gleichgesetzt.

** Recyclingquote lt. EUROSTAT.

In der Produktkategorie Gemüse wurden Tomatenverpackungen untersucht. Dafür wurden vier Verpackungstypen im Handel identifiziert und anschließend analysiert. Zu diesen gehörten eine Kartonschale mit Etikett, eine rPET (100% recycled content) Schale mit Siegelfolie, eine rPET (100% recycled content) Schale mit Folienbeutel & Etikett und eine Kartonschale mit Folienbeutel & Etikett. Die funktionelle Einheit wurde mit „500 g Tomaten“ festgelegt. Verpackungsvarianten wurden im Handel bezogen und die Spezifikationen im Labor analysiert und erhoben. Für recyclingfähigen Karton und Papier wurde eine Recyclingquote 84 %¹⁰⁴ angesetzt. Für PET rigid wurde eine Recyclingquote (= Sortierquote (brutto)) von 18 % herangezogen. Nicht recyclingfähige Verpackungskomponenten wurden mit einer Recyclingquote von 0% angesetzt.

¹⁰⁴ Altstoff Recycling Austria AG (2021): Transparenzbericht 2021- Verpackung der Zukunft – Herausforderungen und Lösungen, https://www.ara.at/uploads/Dokumente/Trennt/ara_trennt_01_2021_web.pdf; abgerufen am 05.05.2022

3.3. ERGEBNISSE

3.3.1. Getränke

Milch 1 L

Tabelle 32 Produktschutz Milch frisch 1 L

Gruppe	Kriterium	PET (100% recycled content) (1)	GVK (2)	Glas (Mehrweg) (3)
		1 L	1 L	1 L
Produktschutz	mechanischer Schutz	Gute Stoßfestigkeit	Mittlere bis gute Stoßfestigkeit	Spröde/Zerbrechlich
	nicht-mechanischer Schutz	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen und Wasseraustausch	Hervorragender Schutz vor UV/Licht; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen und Wasseraustausch	Weißglas geringer Schutz vor UV/Licht; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen und Wasseraustausch
	Migrationspotenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹⁰⁵	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹⁰⁶	Kein Migrationspotential aus Glas, da inertes Material ¹⁰⁷ . Compound-Material des Drehverschlusses hohes Migrationspotenzial, wenn PVC-hältig
	Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit

Rohmilch bietet einen guten Nährboden für Bakterien und gehört zu den leicht verderblichen Lebensmitteln. Durch Pasteurisation ist Milch heute ein sehr sicheres Lebensmittel, länger haltbar und besser gegen Mikroorganismen geschützt. Milch und andere Milchprodukte werden laut Agentur für Ernährungssicherheit regelmäßig im Rahmen der amtlichen Lebensmittelkontrolle untersucht. Frischmilch und ESL-Milch sollten immer gekühlt gelagert werden, idealerweise bei 4 - 6 °C. Angaben der Haltbarkeit beziehen sich nur auf ungeöffnete und unbeschädigte Verpackungen¹⁰⁸.

¹⁰⁵ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹⁰⁶ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹⁰⁷ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

¹⁰⁸ AGES, 2022. Milch. Verfügbar in: <https://www.ages.at/mensch/ernaehrung-lebensmittel/lebensmittelinformationen/milch>. [abgerufen am: 24.10.2022]

Es ist wichtig Milch optimal zu verpacken, um so das Mindesthaltbarkeitsdatum einzuhalten, Lebensmittelverderb zu verhindern und Produktschutz zu gewährleisten. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Kategorie Produktschutz nach ECR-Nachhaltigkeitsbewertung näher erläutert.

Mechanischer Schutz

Die untersuchte PET-Flasche (VP 1) bietet eine sehr gute Stoßfestigkeit durch die flexiblen Materialeigenschaften des Kunststoffes Polyethylenterephthalat. Durch die flexiblen Eigenschaften des Materials kann das Füllgut Milch über den gesamten Transportweg gut vor mechanischen Einflüssen geschützt werden. Auch der GVK (VP 2) schützt das Füllgut Milch vor mechanischen Einflüssen, aufgrund der Materialkombination Karton und Polyethylen bietet dieser eine mittlere bis gute Stoßfestigkeit. Auch Glas (VP 3) bietet ausreichend hohe Stabilität auf Grund des Materialeinsatzes und schützt das Füllgut Milch ausreichend vor mechanischer Beanspruchung. Es handelt sich bei Glas jedoch um ein sprödes Material, dadurch bringt dieses ein Risiko des Zerschneidens entlang der Lieferkette bis zum Konsumenten mit sich.

Nicht-mechanischer Schutz

Bei der Bewertung des Schutzes vor äußeren Einflüssen wurde der Parameter Sauerstoffpermeabilität nicht berücksichtigt, da angenommen wurde, dass es sich bei Frischmilch um ein Produkt mit kurzer Haltbarkeit handelt und das Produkt nach dem Öffnen innerhalb von zwei Tagen verzehrt wird (Manfredi et al. 2015). Der Schutz vor Sauerstoff induzierter Fettsäureoxidation ist jedoch für die Produktgruppe Haltbarmilch von Bedeutung.

Alle drei Verpackungssysteme VP 1 - VP 3 schützen die Milch ausreichend vor Mikroorganismen und Wasseraustausch. Die Materialien der untersuchten PET-Flasche (VP 1) und der Glasflasche (VP 3) sind im Gegensatz zum GVK transparent. Somit ist die Beeinflussung der Frischmilch durch UV-Strahlung bei der Glasflasche und der PET-Flasche höher. Der lichtundurchlässige GVK (VP 2) schützt das Füllgut hervorragend vor Licht und UV-Strahlung und schützt das Produkt daher optimal vor Verderb^{109/110}. Braun eingefärbte Glasflaschen bzw. weiß pigmentierte PET-Flaschen würden ebenfalls einen besseren Schutz vor Licht und UV-Strahlung bieten.

Migrationspotenzial

¹⁰⁹ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

¹¹⁰ Kaßmann, Monika, 2014. Grundlagen der Verpackungen-Leitfaden für fächerübergreifende Verpackungsausbildung. Auflage 4-DIN Deutsches Institut für Normung e.V.. Beuth Verlag GmbH: Berlin · Wien · Zürich

Eine optimale Verpackung schützt das Lebensmittel vor unerwünschten Stoffen, sogenannten NIAS (=non-intentionally added substances)¹¹¹. Alle untersuchten Verpackungen entsprechen den gesetzlichen Voraussetzungen zum Einsatz als Lebensmittelverpackung der Europäischen Kommission¹¹² und werden auch unter Berücksichtigung der gesetzlichen Mindestanforderungen bewertet. Die Europäische Kommission schreibt vor, dass aus Kunststoffverpackungen nicht mehr als 60 mg an Inhaltsstoffen je kg Lebensmittel übertragen dürfen¹¹³. Migration von Additiven lassen sich aber nicht vollständig ausschließen. Sowohl die PET-Flasche (VP1), als auch der GVK (VP3) weisen geringes Migrationspotential auf. Grund ist hierfür ist der Einsatz von recyceltem PET und virgin Polyethylen. Die Varianten VP1 & VP2 wurden daher mit einem geringen Migrationspotenzial bewertet. Einweg-Glasverpackungen VP3 haben den Vorteil, dass sie nahezu inert sind, nicht mit dem Lebensmittel reagieren und das Material selbst sensorisch neutral ist¹¹⁴. Bei GVK besteht zudem ein geringes Migrationspotential von Druckfarbbestandteilen in die Milch. Twist-Off-Deckel bei Glasflaschen können Weichmacher als Dichtmasse auf Basis von PVC enthalten¹¹⁵. Es sind jedoch auch PVC-freie Twist-Off-Deckel am Markt zu finden. Der in dieser Studie untersuchte Drehverschluss weist ein Compound-Dichtungsmaterial auf, das hinsichtlich des Migrationspotenzials mit höherem Migrationspotential zu bewerten ist. Der Deckel steht jedoch nicht im dauernden Direktkontakt mit dem Produkt.

In Bezug auf das Migrationspotenzial ist anzumerken, dass in der EU nur Lebensmittelkontaktmaterialien zugelassen werden, die die gesetzlichen Vorgaben erfüllen und sicher für die Konsument*innen sind¹¹⁶.

Wiederverschließbarkeit

Alle Verpackungen für das Füllgut Frischmilch lassen sich durch die Schraubverschlüsse sehr gut wiederverschließen. Dies wirkt sich positiv auf die Haltbarkeit des Produktes aus¹¹⁷.

¹¹¹ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

¹¹² Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹¹³ Europäische Kommission, 2011. Verordnung (EU) 10/2011 der EU Kommission über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1480421952818&uri=CELEX:02011R0010-20160914>. [abgerufen am 10.06.2022]

¹¹⁴ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

¹¹⁵ Bundesinstitut für Risikobewertung, 2006. Übergang von Weichmachern aus Twist-off-Verschlüssen in Lebensmittel. Verfügbar in: https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/uebergang_von_weichmachern_aus_twist_off_verschluessen_in_lebensmittel.pdf. [abgerufen am: 10.07.2022]

¹¹⁶ Europäische Kommission, 2000/14. Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen und zur Aufhebung der Richtlinien 80/590/EWG und 89/109/EWG. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32004R1935>. [abgerufen am: 25.10.2022]

¹¹⁷ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>, abgerufen am 05.05.2022

Gesamtbewertung Produktschutz

Alle Verpackungen schützen das Produkt vor mechanischen Einflüssen. Aufgrund seiner flexiblen Materialeigenschaften schützen Verpackungen, die voll oder einer Kunststoffschicht bestehen das Produkt jedoch am besten vor mechanischen Eigenschaften. Glas hat hier aufgrund seiner spröden Materialeigenschaften klare Nachteile. Die Farbwahl einer Verpackung hat Einfluss auf den Schutz vor UV/Licht-Einfall und so den Verderb von Lebensmitteln. Transparente Verpackungsvarianten sind diesbezüglich schlechter im Bereich nicht mechanischer Schutz zu bewerten. Inerte Materialien haben den Vorteil keinen Austausch mit dem Lebensmittel zu verursachen. Es sind zwar alle Varianten gesetztes-konform produziert und gestaltet, jedoch hat Glas den klaren Vorteil ein inertes Material zu sein. Bei der Auswahl des Drehverschlusses ist jedoch darauf zu achten, PVC freie Varianten zu wählen, um das Migrationspotential zu reduzieren.

Tabelle 33 **Zirkularität Milch frisch 1 L**

Gruppe	Kriterium	PET_(100% recycled content) (1)	GVK (2)	Glas (Mehrweg) (3)
		1L	1 L	1 L
Zirkularität	KonsumentInnen-Aktion	3	3	3
	Technische Recyclingfähigkeit	>99 %	57-81 %	>99 %
	Recycling(-quote) der Verpackung	54 %	22-31 %	84 %
	Rezyklatgehalt	>87 %	0 %	50-80 %
	NAWARO	0 %	57-81 %*	<1 %
	Mehrweg	nein	nein	ja

* Kann sich um bis zu 10 % erhöhen, wenn der Verschluss aus Biopolymermaterial besteht.

Konsument*Innen-Aktion

Gemäß der Expert*Inneneinschätzung können alle drei Varianten mit der besten Bewertung (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich) bewertet werden. Alle Varianten sind daher seitens der Konsument*Innen einfach zu entsorgen und brauchen keine aufwendige Trennung durch die Konsument*In. Es ist davon auszugehen, dass durch das angenommene Produktdesign eine optimale Entsorgung aller Varianten aufgrund bestehender Sammel- und Verwertungssysteme in Österreich möglich ist. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass es bei einer Änderung der Spezifikationen, sowie dem Produktdesign zu Änderung der Bewertung kommen kann, diese hat keine allgemeine Gültigkeit, sondern ist für jedes Verpackungssystem individuell auf Basis von Spezifikationen und Design vorzunehmen.

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote

Betreffend der technischen Recyclingfähigkeit schneidet die PET Flasche mit >99% sehr gut in der Kategorie technische Recyclingfähigkeit ab. Die technische Recyclingfähigkeit ist gegeben, da es für PET-Flasche in Österreich ein Sammel- und Verwertungsstrom gibt. Auch HDPE-Verschlüsse und LDPE-Etiketten können in Österreich vom PET-Strom abgetrennt werden und in einer Polyolefin-Mischfraktion gesammelt und verwertet werden. Somit können sie in einem stofflichen Recyclingprozess zu Rezyklat verwertet werden. Auch für GVK gibt es in Österreich einen Sammel- und Verwertungsstrom. Zum aktuellen Zeitpunkt werden in Österreich jedoch nur Faseranteile recycelt, daher ist die technische Recyclingfähigkeit des GVK zum aktuellen Stand von seinem Faseranteil abhängig. Die restlichen Anteile des GVK werden als Reject thermisch verwertet. Daher erreicht GVK in Österreich eine technische Recyclingfähigkeit von 57 - 81 %. In einigen europäischen Ländern wurden bereits Anlagen installiert, die in der Lage sind, den Rejectanteil („PolyAl“) zu recyceln¹¹⁸. Laut Getränkekarton Austria wird ab dem Jahr 2023 auch in Österreich der Rejectanteil rezykliert wird, laut Aussagen des Fachverband Kartonverpackungen für flüssige Nahrungsmittel e.V. (FKN) kann sich die technische Recyclingfähigkeit dadurch auf bis zu 90% erhöhen¹¹⁹. Die Glas (Mehrweg) Flasche hat eine technische Recyclingfähigkeit von >99 %, denn auch für Glas existiert ein Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Zudem kann der Weißblech Verschluss vom Glasstrom mittels Metallabscheider abgetrennt und verwertet werden. Die Papier-Etikett wird beim Glasrecycling nicht verwertet, jedoch werden Glas und Weißblech einem stofflichen Recycling zugeführt in Österreich.

Die Recycling(-quote) der Einzelverpackung ergibt sich aus der Verknüpfung der recyclingfähigen Verpackungskomponenten mit länderspezifischen Recyclingquoten. Für

Im Falle der untersuchten Verpackungvarianten wurden folgende Werte ermittelt: PET Flasche 54 %, GVK 22 - 31 %, Glas- -Flasche 84 %. Bewertungsdetails und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem ANNEX zu entnehmen.

Rezyklatgehalt

In der Europäischen Union werden Lebensmittelkontaktmaterialien streng reguliert¹²⁰. Zum aktuellen Zeitpunkt kann im Kunststoffbereich lediglich PET-Rezyklat aus Post-Consumer Abfall wieder im Lebensmittelbereich verwendet werden¹²¹. Die untersuchte PET-Flasche besteht zu 100% aus PET-Rezyklat. Für das Verpackungssystem (PET, Etikette und Flasche) lässt sich daher ein Wert von >87 % Recyclingmaterial ermitteln, es wurde angenommen, dass sowohl Etikette, als auch Verschluss

¹¹⁸ Tetra Pak: Recycling nach Gebrauch. <https://www.tetrapak.com/de/sustainability/planet/recycling> [abgerufen am 11.05.2022]

¹¹⁹ Fachverband Kartonverpackungen für flüssige Nahrungsmittel e.V. (FKN), 2022. Recyclingfähigkeit des Getränkekartons steigt auf deutlich über 90 Prozent. Verfügbar in: <https://www.getraenkekarton.de/recyclingfaehigkeit-des-getraenkekartons-steigt-auf-deutlich-ueber-90-prozent/> [abgerufen am: 13.09.2022]

¹²⁰ European Law EUR- LEX (2004): Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 (2004) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Amtsblatt der Europäischen Union, L 338/4-17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R1935&from=RO> [abgerufen am 11.05.2022]

¹²¹ European Food Safety Authority (2012): PET- Recyclingverfahren für Lebensmittelmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten. [PET-Recyclingverfahren für Lebensmittelkontaktmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten | EFSA \(europa.eu\)](https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/2012-05-10-pet-recycling) [abgerufen am 11.05.2022]

zu 100% aus Primär-Material bestehen. Auch im Falle von Glas kann ein Scherbenanteil von 50-80 % eingesetzt werden, da es sich bei Glas um ein inertes Material handelt¹²². Getränkeverbundkartons bestehen aus Primärfasern und primären Polyethylene und haben daher 0% Rezyklatgehalt.

Nachwachsende Rohstoffe

Betreffend den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen ist der GVK mit einem Anteil von 57 - 81 % am besten zu bewerten, dies kann durch den hohen Anteil an Fasern begründet werden, durch Einsatz von Biopolymermaterial im Verschluss kann dieser bis zu 10 % erhöht werden. Die PET-Variante besteht zur Gänze aus Kunststoff und weist somit einen NAWARO Anteil von 0 % auf. Die Glasflasche hat durch das Papier Etikett sehr geringen Anteil an NAWAROs, dieser liegt bei <1 %.

Mehrweg

Die Glas Variante ist eine Mehrwegvariante und kann nach der Vorbereitung zur Wiederverwendung erneut dem gleichen Zweck zugeführt werden. Die PET- und die GVK-Varianten sind Einwegvarianten. Sie haben daher nach ihrer Verwendung ihr Lebensziel erreicht.

Gesamtbewertung Zirkularität

Alle Varianten weisen durch ihr Design eine sehr gute Konsument*Innen-Aktion auf. Die technische Recyclingfähigkeit ist sowohl bei der PET-, als auch bei der Glas-Variante sehr hoch. Beim GVK hängt die technische Recyclingfähigkeit stark vom Faseranteil der Verpackung ab. Bezieht man die österreichischen Recyclingquoten für die Berechnungen mit ein, wird deutlich, dass die Glasvariante durch die hohe Glasrecyclingquote Österreichs am besten abschneidet, gefolgt von PET und Getränkeverbundkarton. Der Einsatz von Rezyklat ist in Europa streng reguliert. Im Kunststoffbereich dürfen nur PET-Rezyklate aus Post Consumer Recycling für den Lebensmittelbereich eingesetzt werden. Auch im Bereich Glas können Rezyklate eingesetzt werden. Der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen ist bei Getränkeverbundkartons durch den Anteil an Kartonfasern sehr gut zu bewerten. Der Einsatz von Mehrweg-Glas führt zu Einsparung von primären Ressourcen.

¹²² Vetropack (2022): Gewinner aller Klassen - Glas. <https://www.vetropack.com/de/glas/eigenschaften/> [abgerufen am 11.05.2022]

Tabelle 34 Umwelt 1 L frisch Milch

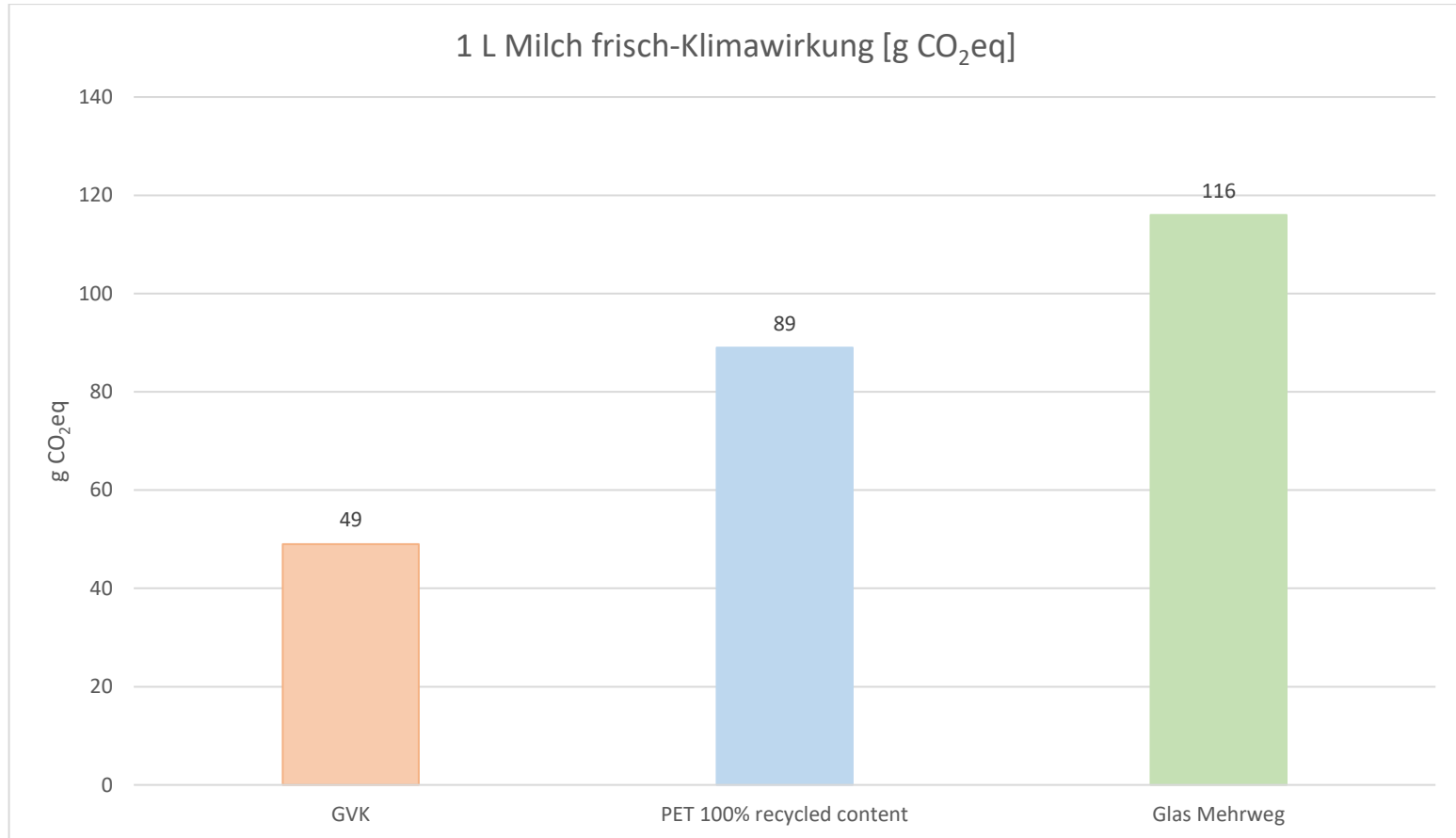
		PET _(100% rPET) (1)	GVK (2)	Glas (Mehrweg) (3)	
Kriterium		1 L	1 L	1 L	
Umwelt	Klimawirkung	g CO ₂ eq	89	49-80	116-124
	Verpackungs-effizienz	$\frac{\text{Füllgut in ml}}{\text{Verpackungsgewicht}}$	34	30-37	≤ 30

Klimawirkung

Mit 49 - 80 g CO₂ eq schneidet der Getränkeverbundkarton im Vergleich zu den Verpackungen PET_(100% rPET) und Glas_(Mehrweg) bei der Wirkungspotenzialabschätzung am besten ab. PET aus 100 % recyceltem Material hat eine Klimawirkung von ca. 89 g CO₂ eq., die Glasmehrwegflasche liegt bei 116 - 124 g CO₂ eq.. In Abbildung 9 wird deutlich, dass die untersuchte PET-Flaschen über dem Getränkeverbundkarton, mit einer Differenz der beiden Verpackungssysteme von 9-40 g CO₂eq, liegt. Während der Unterschied zwischen PET Flasche und dem Mehrwegglas (unter bestehenden Rahmenbedingungen) mit einer Differenz von 27-35 g CO₂eq berechnet wurde.

Es wird von den Studienautorinnen darauf hingewiesen, dass für Mehrweggebinde die Umlaufzahlen und vor allem die Transportdistanzen Einfluss auf die Ergebnisse des Carbonfootprint haben können. Es wird empfohlen für einen konkreten Anwendungsfall immer die spezifischen Rahmenbedingungen und Primärdaten heranzuziehen. Abbildung 9 zeigt den Vergleich der Klimawirkungen der betrachteten Gebinde.

Abbildung 9 Ergebnisse 1 L Milch frisch- Klimawirkung



Verpackungseffizienz

Die Verpackungseffizienz des Getränkeverbundkartons liegt bei einem Verhältnis von 30 - 37 (Gewicht Füllgut zu Gewicht Verpackung). Im Fall der PET-Flasche aus 100 % Recyclingmaterial liegt das Verhältnis zwischen Füllgut und Verpackung bei 34. Dies liegt am geringen Füllgewicht der Verpackung im Vergleich zur Milch. Für die Glasverpackung wurde ein Verhältnis von ≤ 30 berechnet, dieses Verhältnis sagt aus, dass im Vergleich zu PET und zum Getränkeverbundkarton der Verbrauch an Material zur Bereitstellung von 1 L Milch durch die Mehrfachnutzung annähernd gleich ist wie bei den Varianten GVK und PET.

Gesamtbewertung Umwelt

Der Getränkeverbundkarton zeigt in der Wirkungsabschätzung Klimawandel klare Vorteile im Vergleich zu PET (100%recycled content) und Glas. Durch den Einsatz von Mehrweg Glas kann der Carbon Footprint von Getränkeverpackungen reduziert werden. Klar ist jedoch, dass dies stark von den vorherrschenden Rahmenbedingungen abhängt. So kann sich der Carbon Footprint bei zu großen Transportdistanzen oder aber geringen Umlaufzahlen potenziell negativ auf die Klimawirkung von Mehrweg-Glasverpackungen auswirken. Wichtig ist, den entsprechenden Anwendungsfall individuell zu untersuchen, um die Umweltwirkung von Mehrwegverpackungen abschätzen zu können. Die Verpackungseffizienz ist bei allen untersuchten Varianten relativ ähnlich.

Wasser mit und ohne Kohlensäure 1, L

Tabelle 35 Produktschutz Wasser mit und ohne Kohlensäure 1 L

		PET _(virgin 100 %) (1)	rPET _(50 % recycled content) (2)	rPET _(100 % recycled content) (3)	PET _(Mehrweg) (4)	Glas _(Mehrweg) (5)	Glas _(Einweg) (6)
Gruppe	Kriterium	1 L	1 L	1 L	1 L	1L	1L
Produktschutz	mechanischer Schutz	Gute Stoßfestigkeit	Gute Stoßfestigkeit	Gute Stoßfestigkeit	Gute Stoßfestigkeit	Spröde / Zerbrechlich	Spröde / Zerbrechlich
	nicht-mechanischer Schutz	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Weißglas geringer Schutz vor UV/Licht; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Weißglas geringer Schutz vor UV/Licht; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch
	Migrationspotenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹²³	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹²⁴	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹²⁵	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹²⁶	Kein Migrationspotential aus Glas, da inertes Material ¹²⁷ . Compound-Material des Drehverschlusses hohes Migrationspotenzial, wenn PVC-hältig	Kein Migrationspotential aus Glas, da inertes Material ¹²⁸ . Compound-Material des Drehverschlusses hohes Migrationspotenzial, wenn PVC-hältig
	Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit

¹²³ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹²⁴ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹²⁵ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹²⁶ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹²⁷ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

¹²⁸ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

Abgefülltes Trinkwasser wird in Österreich aus Trinkwasser hergestellt, und muss daher bei der Abfüllung den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entsprechen. Das abgefüllte Trinkwasser müssen Hersteller Verfahren gemäß ÖLMB Kapitel B 1 Trinkwasser anwenden und zudem thermische Verfahren, wie Pasteurisieren, anwenden. Das abgefüllte Trinkwasser darf nur in Behältnissen transportiert werden, die an den Letztverbraucher abgegeben werden¹²⁹.

Im Folgenden werden, die nach ECR definierten Ergebnisse für Produktschutz für das Füllgut Wasser näher erläutert.

Mechanischer Schutz

Die PET-Flaschen bieten auf Grund von flexiblen Materialeigenschaften eine gute Stoßfestigkeit und somit einen guten mechanischen Schutz des Füllgutes. Das Füllgut Wasser ist dadurch gut vor mechanischen Einflüssen über den gesamten Transportweg geschützt. Auch Glas-Flaschen schützen das Füllgut ausreichend vor mechanischer Beanspruchung, aufgrund des vermehrten Materialeinsatzes bietet die Glas-Flasche ausreichend Stabilität. Da es sich bei Glas jedoch um ein sprödes Material handelt, welches entlang der Lieferkette bis zu Konsument*Innen das Risiko der Zerbrechlichkeit mit sich bringt, wurde dieses schlechter bewertet als PET-Flaschen in der Kategorie mechanischer Schutz.

Nicht-mechanischer Schutz

Alle Verpackungssysteme schützen das Füllgut ausreichend vor Mikroorganismen, Gas-, und Wasseraustausch. Ein Schutz vor UV-Strahlung und Licht sind bei allen Verpackungen durch die transparenten Materialien nicht gegeben¹³⁰, jedoch wirkt sich dies im Vergleich zu Milch kaum negativ auf den Verderb des Füllgutes aus.

Migrationspotenzial

Die Europäische Kommission schreibt vor, dass aus Kunststoffverpackungen nicht mehr als 60 mg an Inhaltsstoffen je kg Lebensmittel übertragen dürfen¹³¹. Migration von Additiven lassen sich aber nicht vollständig ausschließen.

Die PET-Flaschen weisen ein geringes, aber nicht restlos ausschließbares Migrationspotential auf. Bei den PET-Flaschen mit 50 % recycled content und 100 % recycled content wird Rezyklat eingesetzt, daher besteht ein zwar sehr geringes, doch nicht ausschließbares Rest-Potential von NIAS. Bei Glas handelt es sich um ein chemisch inertes Material, weshalb das Migrationspotenzial aus dem Glas selbst vernachlässigbar ist¹³². In Bezug auf das Migrationspotenzial ist anzumerken, dass in der EU nur Lebensmittelkontaktmaterialien zugelassen werden, die die gesetzlichen Vorgaben erfüllen und sicher für die Konsument*innen sind. Die allgemeinen Anforderungen an

¹²⁹ Kommunikationsplattform Verbrauchergesundheit, s.a.. Abgefülltes Wasser. Verfügbar in: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/Lebensmittel/trinkwasser/Abgefuelle_Waesser.html. [abgerufen am: 25.10.2022]

¹³⁰ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

¹³¹ Europäische Kommission, 2011. Verordnung (EU) 10/2011 der EU Kommission über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1480421952818&uri=CELEX:02011R0010-20160914>. [abgerufen am 10.06.2022]

¹³² Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

Lebensmittelkontaktmaterialien sind in der EU-Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 geregelt (Europäisches Parlament 2004)¹³³.

Wiederverschließbarkeit

Sowohl die PET-Flaschen als auch die Glasflasche sind mit einem Schraubverschluss sehr gut wiederverschließbar. Dadurch kann der Gasaustausch reduziert werden. Dies verhindert den Verlust von CO₂ aus dem Wasser¹³⁴.

Gesamtbewertung Produktschutz

Alle Verpackungen schützen das Füllgut Wasser. Die Kunststoffvarianten aus PET weisen eine bessere Stoßfestigkeit und entsprechenden mechanischen Schutz auf im Vergleich zum spröden Material Glas. Auch das Migrationspotential ist bei PET gering, jedoch bei Glas aufgrund der inerten Materialeigenschaften ausgeschlossen. Für alle Varianten gilt eine sehr gute Wiederverschließbarkeit.

¹³³ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹³⁴ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

Tabelle 36 **Zirkularität Wasser mit und ohne Kohlensäure 1 L**

		PET (virgin 100 %) (1)	rPET (50 %recycled content) (2)	rPET (100 %recycled content) (3)	PET (Mehrweg; 30% recycled content) (4)	Glas (Mehrweg) (5)	Glas (Einweg) (6)
Gruppe	Kriterium	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
Zirkularität	Konsument*Innen-Aktion	3	3	3	3	3	3
	Technische Recyclingfähigkeit	>99%	>99%	>99%	>97%	>98%	>98%
	Recycling(-quote) der Verpackung	54-56 %	54-56 %	54-56 %	>55 %	84%	84%
	Rezyklatgehalt	0 %	44 %	>88%	>27%	50-80%	50-80%
	NAWARO	0 %	0 %	0 %	>1%	<1 %	<1 %
	Mehrweg	nein	nein	nein	ja	ja	nein

Konsument*Innen-Aktion

Gemäß der Expert*Inneneinschätzung können alle Varianten mit der besten Bewertung (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich) bewertet werden. Es ist davon auszugehen, dass durch das angenommene Produktdesign eine optimale Entsorgung aller Varianten aufgrund bestehender Sammel- und Verwertungssysteme in Österreich möglich und für Konsument*Innen einfach durchzuführen ist.

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote

Betreffend der technischen Recyclingfähigkeit schneiden die PET Flaschen mit >97% % sehr gut ab. Für PET-Flasche existiert in Österreich ein Sammel- und Verwertungsstrom. Auch der HDPE-Verschluss und das LDPE-Etikett können im PET-Strom abgetrennt und dann in einer Polyolefine-Mischfraktion gesammelt und verwertet werden. Somit können sie in einem stofflichen Recyclingprozess zu Rezyklat verwertet werden. Die Glas-Flaschen haben jeweils eine technische Recyclingfähigkeit von fast >98 %. Für Glas existiert ein Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Die Glasflasche erreicht einen Wert von >98 % technische RF, da das Papier-Etikett und der HDPE-Verschluss im Glasstrom nicht verwertet werden können. Glas wird zudem in einem stofflichen Recyclingprozess zu Rezyklat verwertet. Die Recyclingquote liegt für alle untersuchten Varianten unter der technischen Recyclingfähigkeit und wurde bei PET Flasche mit >54 % und Glas mit 84% berechnet.

Die genaueren Bewertungen und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem Anhang zu entnehmen.

Rezyklatgehalt

In der Europäischen Union sind Materialien, welche mit Lebensmitteln in Kontakt treten, streng geregelt.¹³⁵ Post-Consumer Rezyklat aus PET kann im Lebensmittelbereich verwendet werden¹³⁶. Bei der Analyse der Produktgruppe Wasser 1L wurden PET bottles mit einem Rezyklatgehalt von 0%, 30%, 50% oder 100 % Recyclingmaterial lt. Herstellerangaben angenommen. Dadurch ließen sich für die Gesamt-Verpackungssysteme Werte von 0%- 88% Rezyklatgehalt ermitteln unter der Annahme, dass es sich bei Etikette und Verschluss um Primärmaterialien handelte. Für Glasverpackungen ließen sich Scherbenanteil von 50 - 80 % ermitteln.

Nachwachsende Rohstoffe

Die PET-Varianten wiesen keinen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen auf und wurden daher mit einem Anteil 0 % NAWAROS berechnet. Die Glasvarianten und die PET Merhwegvariante wiesen durch den Einsatz von Papieretiketten einen minimalen Anteil an NAWAROs von <1 % auf. In Summe werden im Bereich Getränkeverpackungen Wasser 1 L auf Basis der untersuchten Verpackungssysteme kaum nachwachsende Rohstoffe eingesetzt.

Mehrweg

Sowohl im PET-, als auch Glas-Verpackungsbereich gibt es in Österreich Mehrweg- und Einwegvarianten. Diese können nach der Vorbereitung zur Wiederverwendung erneut dem gleichen Zweck zugeführt werden.

¹³⁵ European Law EUR- LEX (2004): Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 (2004) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Amtsblatt der Europäischen Union, L 338/4-17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R1935&from=RO> [abgerufen am 11.05.2022]

¹³⁶ European Food Safety Authority (2012): PET-Recyclingverfahren für Lebensmittelmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten. [PET-Recyclingverfahren für Lebensmittelkontaktmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten](#) | EFSA (europa.eu) [abgerufen am 05.05.2022]

Gesamtbewertung Zirkularität

Bei allen Varianten wird keine zusätzliche Trennleistung von Konsument*Innen zur sachgerechten Entsorgung durch das Produktdesign der Verpackung verlangt. Es wird daher rückgeschlossen, dass sich die Verpackungen nach österreichischem Sammel- und Verwertungsregime einfach von Konsument*Innen entsorgen lassen. Betrachtet man die technische Recyclingfähigkeit ist bei allen Varianten eine sehr gute Bewertung ermittelt worden. Bezieht man jedoch die österreichischen Recyclingquoten mit ein, wird deutlich, dass die Glasvarianten, aufgrund der höheren Recyclingquote von Glas, Vorteile aufweisen. Der Rezyklatgehalt kann bei unterschiedlichen Verpackungsvariante sowohl im PET Flaschenbereich, als auch bei Glas Flaschenbereich sehr hoch sein. Für beide Materialtypen existieren Mehrwegvarianten am österreichischen Markt. Bei den untersuchten Verpackungen wurden kaum nachwachsende Rohstoffe eingesetzt.

Tabelle 37 Umwelt Wasser mit und ohne Kohlensäure 1 L

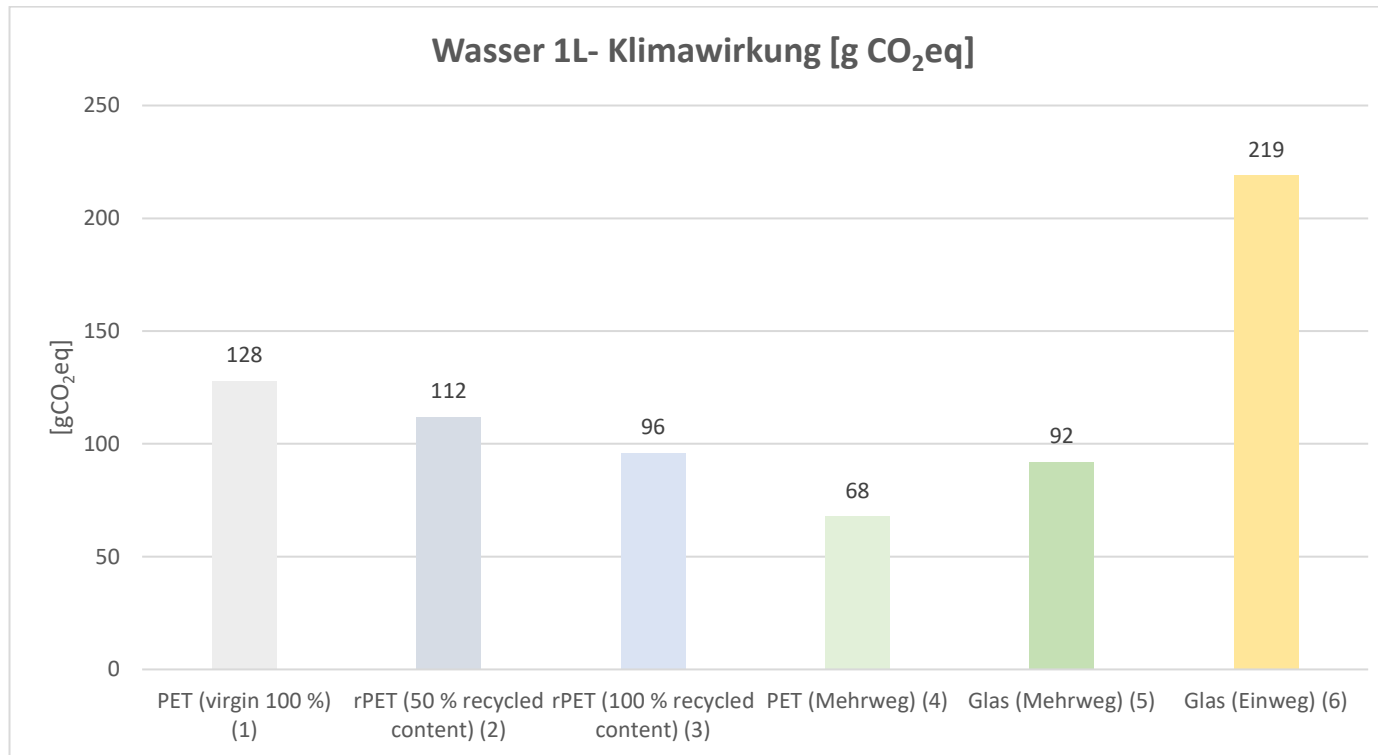
		PET (virgin 100 %) (1)	rPET (50 % recycled content) (2)	rPET (100 % recycled content) (3)	PET (Mehrweg) (4)	Glas (Mehrweg) (5)	Glas (Einweg) (6)	
Gruppe	Kriterium	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	
Umwelt	Klimawirkung	g CO ₂ eq	128-153	112-142	96-131	68	92-134	219-300
	Verpackungs-effizienz	Füllgut in ml Verpackungs-gewicht	23-31	23-31	23-31	450	30	≤ 2

Klimawirkung

PET_(virgin 100%) hat ein Klimawirkungspotenzial von 128-153 g CO₂ eq, gefolgt von PET_(50% recycled content) mit 112-142 g CO₂ eq und PET_(100% recycled content) mit 96-131 g CO₂ eq. Durch den Einsatz von Mehrweg (unter angenommenen Rahmenbedingungen) kommt es sowohl im PET Bereich, als auch im Glasbereich zu einer Reduktion der Klimawirkung auf 68 g CO₂eq für PET_(Mehrweg) bzw. 92-134 gCO₂eq Glas_(Mehrweg). Glas Einweg schneidet in der Klimawirkung am schlechtesten ab mit 219-200 g CO₂eq.

Von der Mehrwegmodellierung unberücksichtigt blieben bei der streamlined LCA die Transportkiste, sowie deren Reinigung und End of Life. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren würden weitere Emissionen hinzukommen. Die Mehrwegmodellierung wurde, so wie die Vergleichsverpackungen, mit vielen Annahmen durchgeführt. Um eine kundenspezifische Umweltwirkungsabschätzung auf Basis von Primärdaten zu berechnen, wird ein Full LCA inkl. Review nach ISO 14040 und 14044 empfohlen. In Abbildung 10 sind die Ergebnisse der Klimawirkung von Verpackungen der Produktgruppe Wasser 1 L ersichtlich.

Abbildung 10 Ergebnisse Klimawirkung 1 L Wasser mit/ohne Kohlensäure (Darstellung umfasst untere Bandbreite-Minimalwerte)



Verpackungseffizienz

Im Hinblick auf die Verpackungseffizienz der Vergleichsverpackungen wird bei den Varianten PET_(100 % virgin content), PET_(50 % recycled content) und PET_(100 % recycled content), PET_(Mehrweg) deutlich, dass es zu weniger Einsatz an Material im Vergleich zur Glasverpackung kommt. Positiv ist hier zu sehen, dass sich das geringe Gewicht der PET-Verpackungen positiv auf die Bewertung der Verpackungseffizienz auswirkt. Für eine Mehrwegverpackung gilt jedoch eine Umlaufzahl von 15-30. Unter der Annahme, dass die Verpackungen 15 mal im Kreislauf geführt werden, können die Verpackungseffizienzen stark gesteigert werden und Ressourcen, sowie CO₂eq eingespart werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass es je nach Anwendungsfall und Rahmenbedingung in der Praxis zu sehr unterschiedlichen Auswirkungen auf die Klimawirkung kommen kann. Diese beiden Aspekte sollten bei einer Verpackungsumstellung jedenfalls immer gemeinsam betrachtet werden.

Limonaden 1 L

Tabelle 38 Produktschutz Limonade 1 L

		PET (virgin 100 %) (1)	PET (50% recycled content) (2)	PET (100% recycled content) (3)	Glas (Einweg) (4)	Glas (Mehrweg) (5)
Gruppe	Kriterium	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
Produktschutz	Mechanischer Schutz	Gute Stoßfestigkeit	Gute Stoßfestigkeit	Gute Stoßfestigkeit	Spröde/ Zerbrechlich	Spröde/ Zerbrechlich
	nicht-mechanischer Schutz	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Geringer Schutz vor UV/Licht bei transparenten Flaschen; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen, Gas- und Wasseraustausch	Weißglas geringer Schutz vor UV/Licht; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen und Wasseraustausch	Weißglas geringer Schutz vor UV/Licht; ausreichend Schutz vor Mikroorganismen und Wasseraustausch
	Migrationspotenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹³⁷	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹³⁸	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011 - 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrationspotenzial ¹³⁹	Kein Migrationspotential aus Glas, da inertes Material ¹⁴⁰ .	Kein Migrationspotential aus Glas, da inertes Material ¹⁴¹ .
	Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit	Sehr gute Wiederverschließbarkeit

¹³⁷ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹³⁸ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹³⁹ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹⁴⁰ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

¹⁴¹ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

Limonade werden unter Verwendung von Fruchtsaft bzw. Fruchtsäften und gleichartigen Erzeugnissen, Kräuterauszügen oder Aromen bzw. aromatischen Grundstoffen, Trinkwasser oder Wässern gemäß Codexkapitel B 17 "Abgefüllte Wässer" sowie mit oder ohne Zugabe von süßenden Stoffen hergestellt¹⁴². Limonadenverpackungen haben daher je nach Art der Limonade leichte Unterschiede in den Produktanforderungen. Jedoch können folgende Aspekte für diese Produktgruppe beschrieben werden.

Mechanischer Schutz

PET-Flaschen bieten eine gute Stoßfestigkeit. Durch seine flexiblen Materialeigenschaften sind PET Flaschen gut geeignet, um Füllgüter durch hohe Bruchfestigkeit gut vor mechanischen Einflüssen über den Transportweg zu schützen. Auch mit den stabilen Glasflaschen wird das Füllgut Limonade ausreichend vor mechanischer Beanspruchung geschützt. Es handelt sich jedoch bei Glas um ein sprödes Material, welches ein größeres Risiko von Bruch aufweist.

Nicht-mechanischer Schutz

Sowohl die PET-Flaschen als auch die Glasflaschen schützen das Füllgut ausreichend vor Verlust an CO₂ und bieten Schutz vor Fremdaromen. Alle Verpackungssysteme schützen das Füllgut ausreichend vor Mikroorganismen, Gas-, und Wasseraustausch. Ein Schutz vor UV-Strahlung und Licht sind bei allen Verpackungen durch die transparenten Materialien nicht gegeben¹⁴³, jedoch wirkt sich dies im Vergleich zu Milch kaum negativ auf den Verderb durch den meist hohen Zuckergehalt des Füllgutes aus.

Migrationspotenzial

Die Europäische Kommission schreibt vor, dass aus Kunststoffverpackungen nicht mehr als 60 mg an Inhaltsstoffen je kg Lebensmittel übertragen dürfen¹⁴⁴. Migration von Additiven lassen sich aber nicht vollständig ausschließen.

Die PET-Flaschen weisen ein geringes, aber nicht restlos ausschließbares Migrationspotential auf. Bei den PET-Flaschen mit 50 % recycled content und 100 % recycled content wird Rezyklat eingesetzt, daher besteht ein zwar sehr geringes, doch nicht ausschließbares Rest-Potential von NIAS. Bei Glas handelt es sich um ein chemisch inertes Material, weshalb das Migrationspotenzial aus dem Glas selbst vernachlässigbar ist¹⁴⁵. In Bezug auf das Migrationspotenzial ist anzumerken, dass in der EU nur Lebensmittelkontaktmaterialien zugelassen werden, die die gesetzlichen Vorgaben erfüllen und sicher für die Konsument*innen sind. Die allgemeinen Anforderungen an Lebensmittelkontaktmaterialien sind in der EU-Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 geregelt (Europäisches Parlament 2004)¹⁴⁶.

¹⁴² Österreichisches Lebensmittelbuch, s.a..1.2.2. Limonaden. Verfügbar in: <https://www.lebensmittelbuch.at/lebensmittelbuch/b-26-erfrischungsgetraenke/1-fruchtsaftlimonade-limonade/1-2-beschreibung/1-2-2-limonade.html>. [abgerufen am 28.10.2022]

¹⁴³ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

¹⁴⁴ Europäische Kommission, 2011. Verordnung (EU) 10/2011 der EU Kommission über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1480421952818&uri=CELEX:02011R0010-20160914>. [abgerufen am 10.06.2022]

¹⁴⁵ Efficient Consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

¹⁴⁶ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

Wiederverschließbarkeit

Sowohl die PET-Flaschen als auch die Glasflaschen sind mit einem Schraubverschluss sehr gut wiederverschließbar. Dadurch kann der Gasaustausch der oft CO₂ haltigen Getränke reduziert werden. Dies verhindert den Verlust von Kohlensäure und führt besserem Erhalt des Produktaromas.

Gesamtbewertung Produktschutz

Alle Verpackungen für das Füllgut Limonade lassen sich sehr gut wiederverschließen und bieten einen guten Schutz vor Gas, Aroma und Wasseraustausch. Die PET-Flaschen weisen eine bessere Stoßfestigkeit im Vergleich zur spröden Glasflasche auf und können das Produkt daher besser schützen. Alle Materialien erfüllen müssen die gesetzlichen Anforderungen für den Einsatz mit Lebensmittel erfüllen, durch die inerten Materialeigenschaften von Glas ist das Produkt im Vergleich zu PET besser geschützt, hinsichtlich Migrationspotential.

Tabelle 39 **Zirkularität Limonade 1 L**

		PET_{(virgin 100%) (1)}	PET_(50% recycled content)	PET_(100% recycled content)	Glas_{(Einweg) (4)}	Glas_(Mehrweg)
Gruppe	Kriterium	1L	1 L	1 L	1 L	1 L
Produktschutz	Konsument*Innen-Aktion	3	3	3	3	3
	Technische Recyclingfähigkeit	≥99 %	≥99 %	≥99 %	≥98%	≥98 %
	Recycling(-quote) der Verpackung	56 %	56 %	56 %	≥83 %	≥83 %
	Rezyklatgehalt	0 %	≥46 %	≥92 %	50-80 %	50-80 %
	NAWARO	0 %	0 %	0 %	<1 %	<1 %
	Mehrweg	nein	nein	nein	ja	nein

Konsument*Innen-Aktion

Gemäß der Expert*Inneneinschätzung können alle Varianten mit der besten Bewertung (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich) bewertet werden. Alle Varianten sind daher seitens der Konsument*Innen durch das optimale Produktdesign einfach zu entsorgen und benötigen keine aufwendige Trennung um einer entsprechenden Sammel- und Verwertungsstruktur zugeführt zu werden.

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote

Betreffend der technischen Recyclingfähigkeit schneiden die PET Varianten mit $\geq 99\%$ sehr gut ab. Für die PET-Flasche existiert in Österreich ein Sammel- und Verwertungsstrom und je nach Bundesland eine Sammlung mittels Hol- oder Bringsystemen. Auch der HDPE-Verschlüsse und LDPE-Etikett lassen sich im PET-Strom in Österreich abgetrennt und in einer Polyolefin-Mischfraktion sammeln und verwerten. PET-Flaschen können einem stofflichen Recycling zugeführt werden und werden zudem oft im „bottle to bottle“ Kreislauf gehalten. Auch Glas-Varianten haben eine sehr gute Recyclingfähigkeit von über 98% technischer RF. Auch für Glas existiert ein Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Papier-Etiketten und der HDPE-Verschlüsse werden beim Glasrecyclingprozess nicht weiter verwertet. Die Recyclingquoten der Verpackungen liegen unter der technischen Recyclingfähigkeit und stellen die Realsituation auf Basis länderspezifischer Recyclingquoten dar. Für PET-Varianten konnte eine Recyclingquote von 56%, für Glasvarianten eine Recyclingquote von über 83% ermittelt werden.

Die genaueren Bewertungen und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem Anhang zu entnehmen.

Rezyklatgehalt

In der Europäischen Union sind Materialien, welche mit Lebensmitteln in Kontakt treten, streng geregelt.¹⁴⁷ PET- Rezyklat kann im Lebensmittelbereich verwendet werden.¹⁴⁸ Bei diesem Beispiel gibt es drei verschiedene PET-Varianten. Eine besteht aus 93 % Recyclingmaterial, die zweite aus 0 % und die dritte Variante aus 46 % Recyclingmaterial. Glas- Rezyklat kann im Lebensmittelbereich ebenfalls eingesetzt werden. Bei den beiden Glas-Varianten wurde ein Scherbenanteil von 50 - 80 % auf Basis von Kundeninformationen errechnet.

Nachwachsende Rohstoffe

Betreffend dem Gehalt an nachwachsenden Rohstoffen werden die untersuchten PET-Varianten mit einem Anteil von 0 % bewertet, da sie zur Gänze aus Kunststoff fossilen Ursprungs bestehen. Die Glasvarianten haben aufgrund des geringen Papieranteils Anteil an NAWAROs von $<1\%$.

Mehrweg

Bei einer der untersuchten Verpackungssysteme handelt es sich um eine Mehrwegvariante und diese kann nach der Vorbereitung zur Wiederverwendung erneut abgefüllt werden. Bei den PET-Varianten, sowie der Einwegglasflasche wird davon ausgegangen, dass diese nach einmaligen Gebrauch entsorgt werden, sofern diese nicht mehrfach von der Konsument*In für private Zwecke genutzt werden.

¹⁴⁷ European Law EUR-LEX (2004): Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 (2004) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Amtsblatt der Europäischen Union, L 338/4-17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R1935&from=RO> [abgerufen am 11.05.2022]

¹⁴⁸ European Food Safety Authority (2012): PET-Recyclingverfahren für Lebensmittelmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten. [PET-Recyclingverfahren für Lebensmittelkontaktmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten](#) | EFSA (europa.eu) [abgerufen am 05.05.2022]

Gesamtbewertung Zirkularität

Alle untersuchten Varianten der Produktgruppe Limonaden haben eine sehr gute Konsument*Innenaktion aufgewiesen, auf Grund der Materialzusammensetzung und dem Produktdesigns ist es der Konsument*In leicht möglich die Verpackung einfach zu entsorgen. Auch die technische Recyclingfähigkeit ist bei allen Varianten sehr hoch. Bezieht man jedoch die österreichischen Recyclingquoten mit in die Bewertung ein, in dem man die Recyclingquote der Verpackung berechnet, wird deutlich, dass Glas klare Vorteile hat, aufgrund der hohen länderspezifischen Recyclingquote des Materials. Auch Rezyklat wird sowohl bei PET, als auch bei Glas eingesetzt, dieser Effekt wirkt sich positiv auf das Bewertungskriterium Rezyklatgehalt aus. Der Anteil kann je nach Verpackungstyp und Hersteller variieren.

Tabelle 40 Umwelt Limonade 1 L

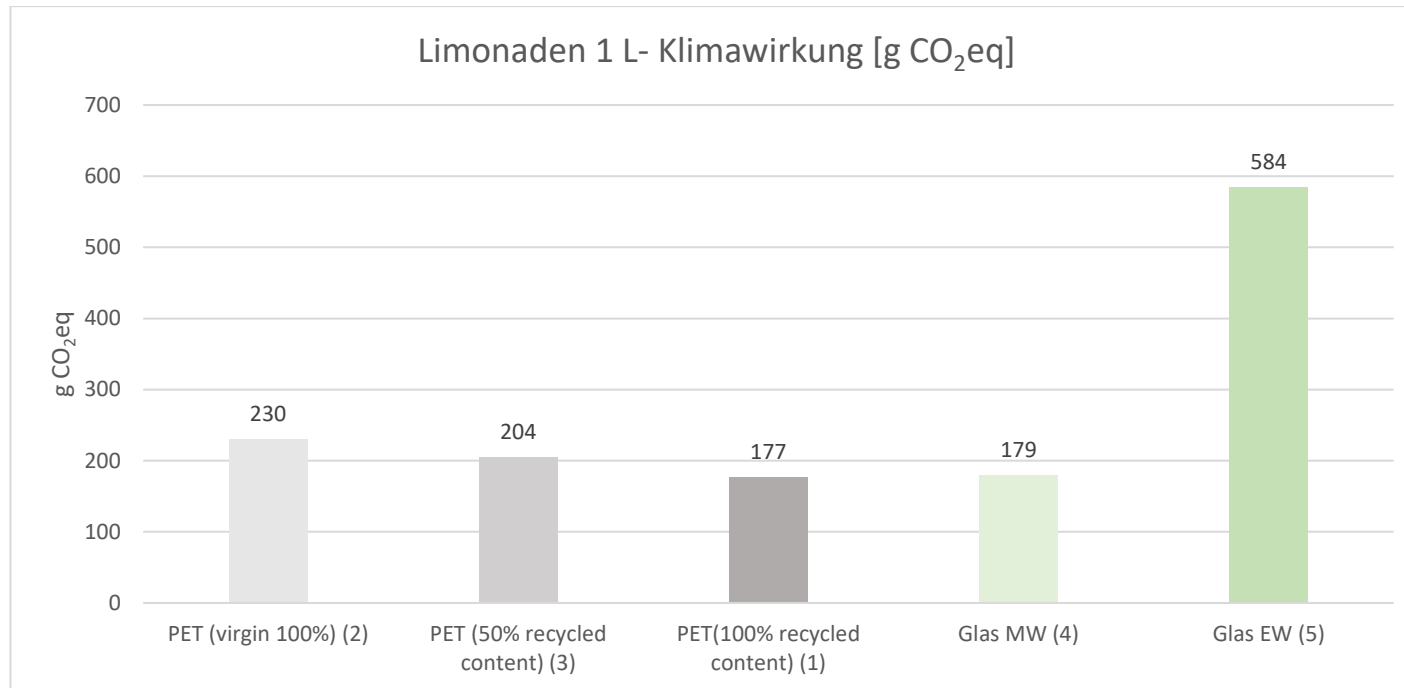
Gruppe	Kriterium		PET _(100% rPET)	PET _(virgin 100%)	PET _(50% rPET)	Glas MW (4)	Glas EW
			(1)	(2)	(3)		(5)
			1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
Umwelt	Klimawirkung	g CO ₂ eq	177	230	204	118-179	425-584
	Verpackungs- effizienz	$\frac{\text{Füllgut in ml}}{\text{Verpackungsgewicht}}$	19	19	19	1-2	1-2

Für die Umweltwirkungen der betrachteten 1 L PET-Flaschen ist darauf hinzuweisen, dass die am Markt vorgefundene PET-Einwegflasche mit 50 g sehr schwer war. Dies bedeutet, dass die Klimawirkung vergleichsweise hoch und die Verpackungseffizienz gering ausgefallen ist. Technisch ist es natürlich möglich, PET-Flaschen mit weit geringerem Gewicht herzustellen (geringer als 30 g). Für PET-Flaschen mit geringerem Gewicht reduziert sich die Klimawirkung natürlich massiv gegenüber der bewerteten Flasche.

Klimawirkung

PET_(100% virgin) hat ein Klimawirkungspotenzial von 230 g CO₂ eq, gefolgt von PET_(50% rPET) mit 204 g CO₂ eq und PET_(100% rPET) mit 177 g CO₂ eq. Mehrweg-Glas weist je nach Gebindegröße ein Klimawirkungspotenzial von 118 - 179 g CO₂ eq auf, während Einweg-Glas einen GWP von 425 - 584 abschätzen lässt. Es wird deutlich, dass sich Mehrweg hier positiv auf die Klimawirkungsabschätzung der Glasverpackung auswirkt. Für Mehrweg müssen jedoch ideale Bedingungen geschaffen werden, um so Ressourcen einzusparen und Verpackungsbedingungen optimal zu gestalten. In Abbildung 11 werden die Gesamtergebnisse für die unterschiedlichen Verpackungstypen dargestellt. Im Bereich PET-Getränkeverpackungen ist, wie eingangs erwähnt, davon auszugehen, dass es neben den übermittelten Gewicht von 50 g je Flasche im Limonade 1 L Bereich auch PET Flaschen auf dem österreichischen Markt gibt, die weniger Flaschengewicht aufweisen.

Abbildung 11 Ergebnisse Limonade 1 L-Klimawirkung



Verpackungseffizienz

Die Verpackungseffizienz der Vergleichsverpackungs-Varianten PET_(100% virgin), PET_(50% rPET) und PET_(100% rPET) liegt bei einer Ratio von 18. Durch den Einsatz von leichten Verpackungsmaterialien kann eine Ressourcenschonung erreicht werden. Bei Glas liegt die Verpackungseffizienz bei 1-2.

3.3.2 Joghurtbecher

Tabelle 41 Produktschutz 500 g Joghurtbecher

		K3@-PET (1)	PET Direkt- druck (2)	K3@-PP (3)	PP Direkt- druck (4)	K3@-PS (5)	PS Direktdruck (6)	K3@-r100-PP (7)	Glas-Behälter Einweg (8)	PP Direkt- druck + Stülpedeckel (9)
Gruppe	Kriterium	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g
Produkt- schutz	mechanischer Schutz	Mittlere Stoßfestigkeit	Mittlere Stoßfestigkeit	Mittlere Stoßfestigkeit	Mittlere Stoßfestigkeit	Mittlere Stoßfestigkeit	Mittlere Stoßfestigkeit	Mittlere Stoßfestigkeit	Spröde / Zerbrechlich	Sehr gute Stoßfestigkeit
	nicht- mechanischer Schutz	Sehr guter Schutz gegenüber Mikro- organismen und Licht, gute Wasserdampf- barriere	Sehr guter Schutz gegenüber Mikro- organismen und Licht, gute Wasserdampf- barriere	Sehr guter Schutz gegenüber Mikro- organismen und Licht, gute Wasserdampf- barriere	Sehr guter Schutz gegenüber Mikro- organismen und Licht, gute Wasserdampf- barriere	Sehr guter Schutz gegen- über Mikro- organismen und Licht, nur ausreichende Wasserdampf- barriere	Sehr guter Schutz gegen- über Mikro- organismen und Licht, nur ausreichende Wasserdampf- barriere	Sehr guter Schutz gegenüber Mikro- organismen und Licht, gute Wasserdampf- barriere	Sehr gute Barriere gegenüber Mikroorganismen und Gasen. Weißglas bietet nur geringen Schutz vor UV/Licht.	Sehr guter Schutz gegenüber Mikro- organismen und Licht, gute Wasserdampf- barriere
	Migrations- potenzial¹⁴⁹	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Food Contact Plastic Regulation (EU) No 10/2011- 10 mg/dm ³ und 60 mg/kg food, daher geringes Migrations- potenzial	Kein Migrations- potential aus Glas, da inertes Material ¹⁵⁰ . Compound- Material des Drehverschlusses hohes Migrations- potenzial, wenn PVC hältig
	Wiederver- schließbarkeit	Mittlere Wiederver- schließbarkeit	Mittlere Wiederver- schließbarkeit	Mittlere Wiederver- schließbarkeit	Mittlere Wiederver- schließbarkeit	Mittlere Wiederver- schließbarkeit	Mittlere Wiederver- schließbarkeit	Mittlere Wiederver- schließbarkeit	Sehr gute Wiederver- schließbarkeit	Sehr gute Wiederver- schließbarkeit

¹⁴⁹ Europäische Kommission, 2011. VERORDNUNG (EU) Nr. 10/2011 DER KOMMISSION über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Abgerufen in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> [abgerufen am 10.06.2022]

¹⁵⁰ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

Joghurt wird aus pasteurisierter Milch durch Zugabe von Milchsäurebakterien hergestellt. Je nach Mikroorganismen werden Milcherzeugnisse in Milcherzeugnisse auf Joghurtbasis, Sauermilch- und Buttermilchbasis, auf Basis von Acidophilus- und Bifidusmilch, Kefir, Kumys oder sonstiger speziell fermentierter Milch und auf Basis fermentierter Milch unterschieden¹⁵¹. Es handelt sich bei Joghurt um ein Produkt mit Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD). Das Mindesthaltbarkeitsdatum und die Lagerbedingungen geben Auskunft, wie lange der Inhalt der ungeöffneten und entsprechend gelagerten Packung in einwandfreier Qualität garantiert werden kann. Das Produkt kann auch teilweise nach dem MHD noch gut zum Verzehr geeignet sein¹⁵². Für die angenommenen Beispiele wurde davon ausgegangen, dass es sich um Joghurt auf Joghurtbasis handelt. Folgende Ergebnisse können für diese Produktkategorie zusammengefasst werden.

Mechanischer Schutz

Alle untersuchten Verpackungssysteme schützen das Füllgut Joghurt ausreichend vor mechanischer Beanspruchung. Bei dem Verpackungssystem PP - Direktdruck + Stülpdeckel (VP9) wird die Aluminiumplatte durch den zusätzlichen Stülpdeckel sehr gut vor Stoß geschützt. Auch der Glasbehälter (VP8) schützt das Füllgut aufgrund seiner Stabilität ausreichend vor mechanischer Beanspruchung, aufgrund des spröden Materials besteht jedoch die Gefahr des Zerbrechens^{153/154}.

Nicht-mechanischer Schutz

Alle Joghurtverpackungen aus Kunststoff (VP1 - VP7 & VP9) bieten eine sehr gute Barrierefunktion gegenüber Mikroorganismen und gegenüber Licht, durch das Produktdesigns- Aluminiumplatte & Einfärbung des Bechers- bedingt. Auch Verpackung aus Glas schützt das Joghurt sehr gut vor Mikroorganismen, Sauerstoff und Feuchtigkeit, bietet jedoch nur einen eingeschränkten Schutz gegenüber UV-Strahlung und Licht aufgrund des Produktdesigns- transparente Farbe des Glascontainers^{155/156}.

Migrationspotenzial

Joghurtbecher aus Kunststoff unterliegen neben der Verordnung (EG) Nr. 2023/2006¹⁵⁷, welche vorschreibt, dass Verpackungsmaterialien weitestgehend inert sein müssen, auch der Verordnung (EU) 10/2011 der EU-Kommission über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen.

¹⁵¹ Lebensmittelbuch, s.a. 5.1.3 Milcherzeugnisse aus fermentierter Milch und fermentiertem Rahm. Verfügbar in: <https://www.lebensmittelbuch.at/lebensmittelbuch/b-32-milch-und-milchprodukte/5-milchmischerzeugnisse/5-1-beschreibung/5-1-3-milchmischerzeugnisse-aus-fermentierter-milch-oder-fermentiertem-rahm.html>. [abgerufen am: 28.10.2022]

¹⁵² AMA (2017). ALLES ÜBER JOGHURT. Verfügbar in:

https://shop.amainfo.at/fileadmin/downloads/webshop/Broschueren/Download_Joghurtbroschuere_18.pdf. [abgerufen am: 28.10.2022]

¹⁵³ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

¹⁵⁴ Kaßmann, Monika, 2014. Grundlagen der Verpackungen-Leitfaden für fächerübergreifende Verpackungsausbildung. Auflage 4-DIN Deutsches Institut für Normung e.V.. Beuth Verlag GmbH: Berlin · Wien · Zürich

¹⁵⁵ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

¹⁵⁶ Kaßmann, Monika, 2014. Grundlagen der Verpackungen-Leitfaden für fächerübergreifende Verpackungsausbildung. Auflage 4-DIN Deutsches Institut für Normung e.V.. Beuth Verlag GmbH: Berlin · Wien · Zürich

¹⁵⁷ Europäische Kommission, 2006. VERORDNUNG (EG) Nr. 2023/2006 DER KOMMISSION vom 22. Dezember 2006 über gute Herstellungspraxis für Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R2023&from=DE> [abgerufen am 28.07.2022]

Die Europäische Kommission schreibt vor, dass aus Kunststoffverpackungen nicht mehr als 60 mg an Inhaltsstoffen je kg Lebensmittel übertragen dürfen¹⁵⁸. Migration von Additiven lassen sich aber nicht vollständig ausschließen.

Varianten VP1 - VP7 & VP9 wurden daher mit einem geringen Migrationspotenzial bewertet. Einweg-Glasverpackungen haben den Vorteil, dass sie inert sind, nicht mit dem Lebensmittel reagieren und das Material selbst keinen Geschmack abgibt¹⁵⁹, daher besteht kein Migrationspotenzial durch den Einsatz von Joghurt-Glascontainern. Twist-Off-Deckel bei Glascontainern können Weichmacher als Dichtmasse auf Basis von PVC enthalten¹⁶⁰. Es sind jedoch auch PVC-freie Twist-Off Deckel am Markt zu finden.

Wiederverschließbarkeit

Die Joghurtverpackungen aus Kunststoff ohne zusätzlichen Stülpedeckel (VP1-7) ließen sich mit der Aluminiumplatte teilweise wiederverschließen. Der PP - Direktdruck + Stülpedeckel (VP9) Joghurtbecher ließ sich aufgrund des zusätzlichen Stülpedeckels sehr gut wiederverschließen, dadurch kann Produktverlust verhindert und die Haltbarkeit verlängert werden¹⁶¹. Auch der Joghurtbecher aus Glas (VP8) ließ sich durch den Einsatz des Schraubdeckels sehr gut wiederverschließen.

Gesamtbewertung Produktschutz

Glas weist ein geringeres Migrationspotential auf als Kunststoff, auf Grund der Materialeigenschaften. Jedoch ist bei Verpackungssystemen mit Glas darauf zu achten PVC-freie Twist-off Deckel zu benutzen, da auch PVC in die Lebensmittel migrieren kann. Die eingefärbten Kunststoffbecher bieten einen besseren Schutz vor Licht im Vergleich zu dem transparenten Glasbehälter. Aufgrund der Lagerung im Kühlschrank & Verzehr des Lebensmittels wird jedoch nicht davon ausgegangen, dass es zu Verderb des Produktes wegen UV/Licht kommt. Verpackungssystem mit Stülpedeckel (VP9) schützen die dünne Aluminiumplatte besser vor Stoß und anderen mechanischen Einflüssen als die anderen Kunststoffbecher. Außerdem wird durch den Stülpedeckel eine Wiederverschließbarkeit ermöglicht. Auch Glas schützt das Produkt ausreichend vor mechanischen Einflüssen, ist jedoch auf Grund der Materialeigenschaften zerbrechlicher.

¹⁵⁸ Europäische Kommission, 2011. Verordnung (EU) 10/2011 der EU Kommission über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Verfügbar in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1480421952818&uri=CELEX:02011R0010-20160914>. [abgerufen am 10.06.2022]

¹⁵⁹ Soroka W., 1999. Fundamentals of Packaging Technology. Institute of Packaging Professionals. 5. Ausgabe. ISBN: 1930268068.

¹⁶⁰ Bundesinstitut für Risikobewertung, 2006. Übergang von Weichmachern aus Twist-off-Verschlüssen in Lebensmittel. Verfügbar in: https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/uebergang_von_weichmachern_aus_twist_off_verschluesen_in_lebensmittel.pdf. [abgerufen am: 10.07.2022]

¹⁶¹ Efficient consumer Response (ECR) (2022): Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen. <https://www.ecr.digital/book/ecr-empfehlungen/ecr-circular-packaging-initiative/>. [abgerufen am 05.05.2022]

Tabelle 42 Zirkularität Joghurtbecher 500 g

		K3®-PET (1)	PET Direkt- druck (2)	K3®-PP (3)	PP Direkt- druck (4)	K3®-PS (5)	PS Direkt- druck (6)	K3®-r100- PP (7)	Glas- Behälter Einweg (8)	PP Direkt- druck + Stülp- deckel (9)
Gruppe	Kriterium	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g
Zirkularität	Konsu- ment*Innen- Aktion	2	3	2	3	2	3	3	3	3
	technische Recycling- fähigkeit	≥98 %	98 %	≥98 %	98 %	≥98 %	98 %	≥98 %	≥99 %	97 %
	Recycling der Verpackung	54 %	22 %	47 %	19 %	47 %	19 %	51 %	84 %	18 %
	Rezyklat- gehalt	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	50-80 %	0 %
	NAWARO	~50 %	0 %	~39 %	0 %	~41 %	0 %	~49%	<1 %	0 %
	Mehrweg	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Konsument*Innen-Aktion

Gemäß der Expert*Inneneinschätzung können alle Kunststoffbecher mit Direktdruck und die Glas-Variante mit der besten Bewertung 3 (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich) bewertet werden. Sie sind daher seitens der Konsument*Innen durch ihr optimales Produktdesign einfach zu entsorgen und brauchen keine aufwendige Trennung. Die K3®-Becher müssen üblicherweise von ihrem Kartonmantel getrennt werden, um recyclingfähig zu sein. Sie sind durch einen Hinweis und eine Perforation zum Trennen gekennzeichnet. Deswegen werden sie mit einer 2 (gut) bewertet. Mit dem K3® r100 wurde eine Lösung entwickelt, bei der sich der Kartonwickel während des Abfallsammelprozesses eigenständig vom Kunststoffbecher abtrennt (Bewertung mit 3 – sehr gut). Auch die Glasvariante kann ohne weitere Trennleistung seitens des Konsumenten einem Sammel- und Verwertungsstrom zugeführt werden (Bewertung mit 3 – sehr gut).

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote

Es wurde durch die Kennzeichnung zur Trennung des Kartonmantels bei dem K3®-PET-Becher davon ausgegangen, dass der Kartonmantel und der PET-Becher getrennt voneinander entsorgt werden. Sowohl für den PET-Becher, als auch für den Kartonmantel existiert in Österreich ein Sammel- und Verwertungsstrom. Es wurde angenommen, dass die Aluminiumplatine vollständig vom Becher abgezogen und einem entsprechenden Sammel- und Verwertungsstrom zugeführt wird. Auch für PET rigid existiert in Österreich ein Sammel- und Verwertungsstrom. So können alle Materialien des K3®-PET-Becher in einem stofflichen Recyclingprozess zu Rezyklat verwertet werden. Die daraus gewonnenen Sekundärstoffe weisen ein Marktpotenzial auf, um als Ersatz materialidenter Neuware verwertet zu werden. Da die Druckfarben auf dem Karton und der Aluminiumplatine nicht recyclingfähig sind, hat der Becher eine technische Recyclingfähigkeit von >98 %. Die technische Recyclingfähigkeit beträgt beim PET - Direktdruckbecher 98 %. Druckfarben auf dem Becher können nicht recycelt werden. Für den PET-Becher und die Aluminiumplatine gibt es einen Sammel- und Verwertungsstrom. Somit können diese Materialien in einem stofflichen Recyclingprozess in Österreich zu Rezyklat verwertet werden. Beim K3®-PP-Becher wird durch die Kennzeichnung zur Trennung des Kartonmantels davon ausgegangen, dass der Kartonmantel und der PP-Becher getrennt voneinander entsorgt werden. Für den Kartonmantel existiert in Österreich es einen Sammel- und Verwertungsstrom. Es wurde davon ausgegangen, dass die Aluminiumplatine vollständig vom Becher abgezogen und einem Sammel- & Verwertungsstrom zugeführt wird. Auch für den PP-Hauptkörper gibt es in Österreich einen Sammel- und Verwertungsstrom. Somit können alle Materialien zu Rezyklat verwertet werden bis auf die Bedruckung und den Siegellack der Aluminiumplatine. Die technische Recyclingfähigkeit beträgt daher >98 %. Auch für den PP - Direktdruckbecher konnte eine sehr gute technische Recyclingfähigkeit ermittelt werden. Sowohl für den PP-Becher, als auch die PP-Platine existieren Sammel- und Verwertungsströme in Österreich. Sie können dadurch zu Rezyklat verwertet werden. Die technische Recyclingfähigkeit beträgt daher 98 %. Beim K3®-PS-Becher werden, wie auch schon bei den anderen beiden K3®-Bechern, Kartonwickel, Aluminiumplatine und Becher getrennt voneinander entsorgt. Für alle drei Materialtypen gibt es in Österreich einen Sammel- und Verwertungsstrom. Somit können alle Materialien, bis auf die Bedruckung und den Siegellack der Aluminiumplatine, zu Rezyklat verwertet werden. Die technische Recyclingfähigkeit beträgt daher >98 %. Auch der PS-Becher mit Direktdruck weist eine technische RF von 98% auf. Für den Kunststoff PS und die Platine aus Aluminium

existieren Sammel- und Verwertungsströme in Österreich. Sie können also beide zu Rezyklat verwertet werden. Durch die Kennzeichnung zur Trennung des Kartonmantels wird beim K3®-r100-PP-Becher davon ausgegangen, dass der Kartonmantel und der PP-Becher getrennt voneinander entsorgt werden. Für den Kartonmantel gibt es in Österreich einen Sammel- und Verwertungsstrom. Die PP-Platine und der PP-Hauptkörper werden in Österreich im gelben Sack / gelbe Tonne gesammelt. Alle Materialien, bis auf die Druckfarben und den Siegelack der Platine, können zu Rezyklat verwertet werden. Die technische Recyclingfähigkeit des K3®-r100-PP-Becher beträgt 98%. Der Glas-Container hat eine technische RF von ≥ 99 %. Für Glas existiert in Österreich ein Sammel- und Verwertungsstrom. Der Weißblechverschluss wird beim Glasrecycling abgeschieden und zu Rezyklat verwertet werden. Bis auf das Papieretikett und die Dichtmasse des Verschlusses wird bei der Glasvariante ein Großteil der Verpackungskomponenten in Österreich recycelt. Die technische Recyclingfähigkeit des direktbedruckten PP-Bechers + Stülpedeckel beträgt 97%. Für den PP-Becher, den PP-Stülpedeckel und die PP-Platine existieren Sammel- und Verwertungsströme in Österreich. Sie können zu Rezyklat verwertet werden. Der Stülpedeckel kann bei Bedarf mehrmals wiederverwendet werden.

Die Recyclingquote der Einzelverpackungsvarianten liegt unter der technischen Recyclingfähigkeit. Es konnten folgende Recyclingquoten für die untersuchten Verpackungsvarianten ermittelt werden:

- K3®-PET-Becher: 54 %
- PET - Direktdruckbecher: 22 %
- K3®-PP-Becher: 47 %
- PP - Direktdruckbecher: 19 %
- K3®-PS-Becher: 47 %
- PS - Direktdruckbecher: 19 %
- K3®-r100-PP-Becher: 51 %
- Glas-MW: 84 %
- PP - Direktdruckbecher + Stülpedeckel: 18 %

Die genaueren Bewertungen und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem Anhang zu entnehmen.

Rezyklatgehalt

Keine der Kunststoffvarianten setzte Rezyklatmaterial ein, lediglich bei der Glasverpackung wurde ein Scherbenanteil von 50-80% für Österreich angesetzt.

Nachwachsende Rohstoffe

Die Kunststoffbecher mit Direktdruck wurden betreffend den Gehalt an nachwachsenden Rohstoffen mit 0 % ermittelt, da sie aus Primär-Kunststoff und -Aluminium bestehen. Die K3®-PET-Variante hat einen Anteil an NAWAROs von ~50 %, da es sich beim Wickel um Kartonfasern handelt. Der K3®-PP-Becher hat durch den Kartonmantel einen NAWARO-Anteil von ~39 %. Beim K3®-PS-Becher beträgt der Anteil an NAWAROS 41 %. Der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen beträgt K3®-r100-PP ~49 %. Die Glasvariante schneidet hier mit dem Papieretikett mit einem sehr geringen Anteil an NAWAROs ab, dieser beträgt < 1 %.

Mehrweg

Alle untersuchten Varianten sind Einwegvarianten.

Gesamtbewertung Zirkularität

Alle Kunststoffbecher mit Direktdruck und die Glasverpackung kommen ohne zusätzliche Trennleistung der Konsument*Innen aus, Bechervarianten mit Kartonwickel müssen vorab voneinander getrennt werden. Die technische Recyclingfähigkeit wurde bei allen betrachteten Verpackungen mit hohen Werten errechnet. Bei Berücksichtigung österreichischer Recyclingquoten wird jedoch deutlich, dass nur die Variante Glas eine gute Recyclingquote der Verpackung in der Praxis aufweist. Glas ist bei den untersuchten Verpackungsvarianten das einzige Verpackungssystem bei dem Rezyklat eingesetzt wird. PET-Becher-Varianten aus Primärmaterial bieten die Möglichkeit mit Recyclingmaterial ersetzt zu werden, so könnten für PET bis zu 100 % Rezyklatanteil eingesetzt werden¹⁶². Die K3®-Becher Varianten weisen durch den Einsatz von Kartonwickel den höchsten Anteil an nachwachsenden Rohstoffen auf, während bei Glas kaum nachwachsende Rohstoffe zum Einsatz kommen.

¹⁶² Greiner Packaging-GPI, 2022. Nachhaltig verpackte Schulmilch. Verfügbar in: <https://rpet-becher.at> [abgerufen am: 28.07.2022]

Tabelle 43 Umwelt Joghurtbecher 500 g

			K3® PET	PET Direkt- druck	K3® PP	PP Direkt- druck	K3® PS	PS Direkt- druck	K3® r100-PP	Glas	PP Direkt- druck + Stülp- deckel
Gruppe	Kriterium	Einheit	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g
Umwelt	Klima	g CO ₂ eq	43,7	66,8	44,2	45,4	60,2	94,4	35,6	183,5	72,3
	Verpackungs- effizienz		35	38	32	42	29	34	32	2	29

Klimawirkung

Hinsichtlich der Klimawirksamkeit zeigt sich bei den Verpackungen für Joghurt folgendes Ergebnis, gegliedert nach den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen (siehe Abbildung 12).

Die geringste Klimawirkung mit 36 g CO₂ eq weist bei Joghurt 500 g der K3® r100 Becher aus Polypropylen auf. Die höchste Klimawirkung mit 184 g CO₂ eq erkennt man beim Glas mit Etikett und einem Weißblechdeckel, wobei hier der Großteil aus der energieintensiven Glasherstellung stammt. Die übrigen Verpackungen haben eine Klimawirkung zwischen 44 g CO₂ eq und 94 g CO₂ eq. Der Großteil der Klimawirkung entfällt auch bei diesen Verpackungsvarianten auf die Phase der Materialproduktion. Den zweitgrößten Anteil an der Klimawirkung hat die Herstellung der Verpackungen, während die Auswirkungen von Transport und Distribution sehr gering sind.

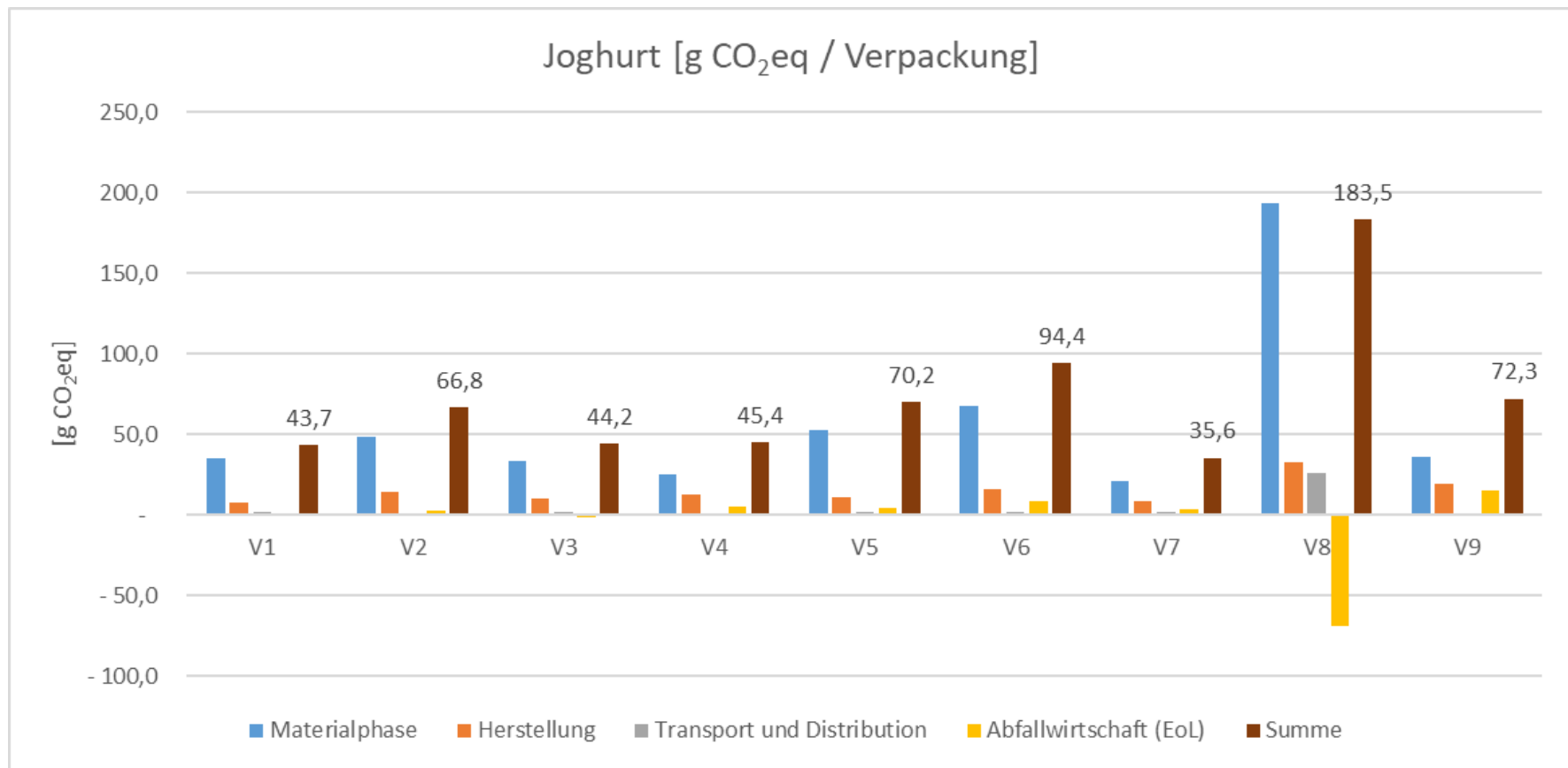


Abbildung 12: Klimarelevante Emissionen für Joghurt 500 g in den einzelnen Lebenszyklusphasen

Verpackungseffizienz

Die Verpackungseffizienz der K3® Varianten liegt zwischen 29 - 35. Dabei schneidet der K3® PET mit einer Ratio von 35 am besten ab, gefolgt von K3® r100 PP mit 32 und K3® PS mit einer Verpackungseffizienz von 29. Im Vergleich dazu liegen die direkt bedruckten Kunststoffbecher bei Verpackungseffizienzen von 32 - 42 je nach Variante. Deutlich wird, dass durch den geringeren Einsatz an Materialien die direkt bedruckten Becher besser abschneiden als die K3® Varianten. Wird jedoch noch ein zusätzlicher Stülpedeckel aufgebracht, reduziert sich die Verpackungseffizienz auf 29, das zusätzliche Material beeinflusst den direkt bedruckten PP - Becher inkl. Stülpedeckel also negativ in seinem Ergebnis. Bei Mehrfachverwendung des Stülpedeckels seitens des Verbrauchers kann das Ergebnis positiv beeinflusst werden. Im Vergleich zu den

Kunststoffvarianten schneidet der Glascontainer schlecht ab, da im Vergleich zu den Kunststoffvarianten eine größere Menge an Material genutzt werden muss, um dieselbe funktionelle Einheit zur Verfügung zu stellen. Es handelt sich hierbei um einen Faktor 15.

Gesamtbewertung Umwelt

Die Materialkombination aus Kartonwickel und Kunststoff wirkt sich im Bereich Klimawirkung positiv auf die Ergebnisse der untersuchten Kunststoff-Joghurtbecher aus. Auch Polypropylen-Monomaterialvarianten haben im Vergleich zu anderen Kunststoffvarianten einen Vorteil bezüglich der errechneten Klimawirkung. Größte Klimawirkung hat die Einweg-Glasjoghurtverpackung gezeigt. Auch im Bereich Verpackungseffizienz schneiden Kunststoffvarianten im Vergleich zur Glas-Einwegvariante gut ab, es wird relativ wenig Material eingesetzt, um eine definierte funktionelle Einheit von 500g Joghurt zu transportieren.

3.3.3. Blister

Tabelle 44 Produktschutz Lippenpflege 1 und 2 Stück

Gruppe	Kriterium	KARTON/PET (1)	KARTON (2)	KARTON/PET (3)	KARTON (4)
		1 Stück		2 Stück	
Produktschutz	mechanischer Schutz	Ausreichender Schutz	Ausreichender Schutz	Ausreichender Schutz	Ausreichender Schutz
	nicht-mechanischer Schutz	Schutz vor Staub	Kein Staubschutz	Schutz vor Staub	Kein Staubschutz

Die untersuchten Lippenpflegeprodukt befanden sich in einem Kunststoffbehältnis mit Schraubfunktion zur besseren Auftragung des Produktes. Für die Produktgruppe Lippenpflege 1 und 2 Stück Lippenpflegestift wurde nur für Blisterverpackungen bewertet, nicht aber für die Kunststoffhülse, da es sich bei dieser um ein Teil des Produktes selbst handelte. Die Kriterien Migrationspotential & Wiederverschließbarkeit sind auf Grund des Kunststoffbehälters für die Blisterverpackungen unberücksichtigt geblieben. Folgende Ergebnisse werden für die Bewertung der Blisterverpackung für Lippenpflege daher zusammengefasst.

Mechanischer Schutz

Alle vier Sekundärverpackungen für die Produktkategorie Blisterverpackungen für Lippenpflege schützen die Primärverpackung ausreichend vor mechanischer Beanspruchung.

Nicht-mechanischer Schutz

Die Sekundärverpackungen 1 und 3 schützen die Primärverpackungen durch die zusätzliche Kunststoffhaube aus PET vor Staub. Bei den Verpackungen 2 und 4 kann kein Schutz vor Staub gewährleistet werden.

Gesamtbewertung Produktschutz

Alle vier Blister-Sekundärverpackungen schützen die Lippenpflegestifte ausreichend vor mechanischer Belastung. Die zusätzliche Kunststoffhaube von Verpackung 1 und 3 bietet zusätzlichen Schutz vor Staub für das Produkt.

Tabelle 45 Zirkularität Lippenpflege 1 und 2 Stück

		Karton/PET Blister	Karton Blister	Karton/PET Blister	Karton Blister
Gruppe	Kriterium	1 Stück		2 Stück	
Zirkularität	Konsument*innen-Aktion	1	3	1	3
	technische Recyclingfähigkeit	68 %	98 %	0 %	98 %
	Recycling(-quote) Einzelverpackung	der 56 %	82 %	0 %	82 %
	Rezyklatgehalt	k.A	k.A	k.A	k.A
	NAWARO	66 %	98 %	70 %	98 %

Konsument*Innen-Aktion:

Beiden KARTON-Varianten konnten mit der besten Bewertung (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich) bewertet werden. Aufgrund des Produktdesigns wurde bei KARTON/PET-Varianten eine Bewertung von „Konsument*Innen-Aktion für das Recycling notwendig“ vorgenommen. Da bei der KARTON/PET- 1 Stück und 2 Stück Variante keine Perforation oder nicht ausreichend sichtbare Kennzeichnung der Trennung angebracht wurde, wurden diese mit einer 1 bewertet.

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote:

Die KARTON/PET-Blisterverpackung 1 Stück war mit einer (für die Konsument*In sehr schlecht sichtbaren) Kennzeichnung zur Trennung ausgestattet. Laut Bewertungskriterien der FH Campus Wien wird davon ausgegangen, dass so der Kartonteil der Verpackung technisch recycelt werden kann. Die technische Recyclingfähigkeit der Variante Karton/PET-Blisterverpackung 1 Stück Lippenpflege liegt daher bei 68 %. Der PET-Anteil wurde durch die Fasern, welche bei Trennung der Materialien am Klebstoff hängen bleiben, als nicht recyclingfähig bewertet, da es dadurch zu einer Verschmutzung des PET-Strom kommt. Es ist davon auszugehen, dass nur ein geringer Anteil der Blister von den Konsumenten tatsächlich getrennt wird, da die Trennhinweise durch das Produkt verdeckt ist. Wenn die Konsument*Innen die Trennung nicht vornehmen, beträgt die technische Recyclingfähigkeit 0 %.

Die technische Recyclingfähigkeit für Karton 1 Stück und 2 Stück Lippenpflege wurde eine technische Recyclingfähigkeit von 98% ermittelt. Für Karton existiert ein Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Somit kann Karton in einem stofflichen Recyclingprozess zu Rezyklat verwertet werden. Durch die Druckfarbe, die nicht recycelt werden kann, ergibt sich eine technische Recyclingfähigkeit bei beiden Verpackungen von 98 %.

Bei der KARTON/PET Blisterverpackung 2 Stück Lippenpflegestifte gab es keinen Hinweis auf der Verpackung zur Trennung von Karton und PET. Da in der Leichtstofffraktion der Papieranteil das Recycling des PET-Anteils stört, wurde die technische Recyclingfähigkeit mit 0 % ermittelt.

Die Recyclingquote liegt bei allen Verpackungsvarianten unter der technischen Recyclingfähigkeit und fällt bei den Verpackungsvarianten folgendermaßen aus:

- 1 Stück KARTON/PET: 56 %
- 1 Stück KARTON: 82 %
- 2 Stück KARTON/PET: 0 %
- 2 Stück KARTON: 82 %

Die genaueren Bewertungen und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem Anhang zu entnehmen.

Rezyklatgehalt:

Keine der untersuchten Verpackungsvarianten wies einen Anteil an Sekundärmaterialien aus. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei Kartonverpackungen Anteile von bis $\geq 90\%$ Sekundärfaser eingesetzt werden können¹⁶³.

NAWARO:

Betreffend den Gehalt an nachwachsenden Rohstoffen schneiden die beiden KARTON-Varianten am besten ab. Diese bestanden zu 98 % aus nachwachsenden Rohstoffen. Die KARTON/PET 1 Stück Variante wurde mit einem Anteil von 66 % und die KARTON/PET 2 Stück Variante einem Anteil von 70 % ermittelt. Dies ergibt sich aus dem Gewichtsanteil an Karton in der Verpackung.

¹⁶³ CEPI, 2022. Key-Statistics-2021. Verfügbar in: <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2022/07/Key-Statistics-2021-Final.pdf>. [abgerufen am: 31.10.2022]

Gesamtbewertung Zirkularität:

Die KARTON-Varianten weisen eine sehr gute Konsument*Innen Aktion auf, sowie auch eine sehr gute technische Recyclingfähigkeit mit bis zu 98%. Die Kennzeichnung zur Trennung von Kunststoff-Kartonkombinationen entscheidet über die technische Recyclingfähigkeit von Verbunden. Für die untersuchten Varianten ergab sich eine technische Recyclingfähigkeit von 68% bzw. 0%. Berücksichtigt man die österreichische Recyclingquoten, schneiden reine Karton-Varianten sehr gut ab mit Recyclingquoten der Verpackungen von 82%, im Vergleich dazu liegen die Karton/Kunststoffvarianten bei 0% bzw. 56%. Beim Anteil nachwachsender Rohstoffe liegen die Vollkartonlösungen bei 98 %, die PET/Kartonblister bei über 60 %.

Tabelle 46 Umwelt Lippenpflege 1 und 2 Stück

Gruppe	Kriterium		Karton/PET Blister		Karton Blister	
			1 Stück	2 Stück	1 Stück	2 Stück
Umwelt	Klimawirkung	g CO ₂ eq	8,3	2,7	8,9	3,3
	Verpackungs-effizienz	<u>Füllgut in ml</u> Verpackungsgewicht	4	3	5	4

Klimawirkung

Hinsichtlich der Klimawirksamkeit zeigt sich bei den Blister-Verpackungen für Lippenpflege folgendes Ergebnis, gegliedert nach den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen:

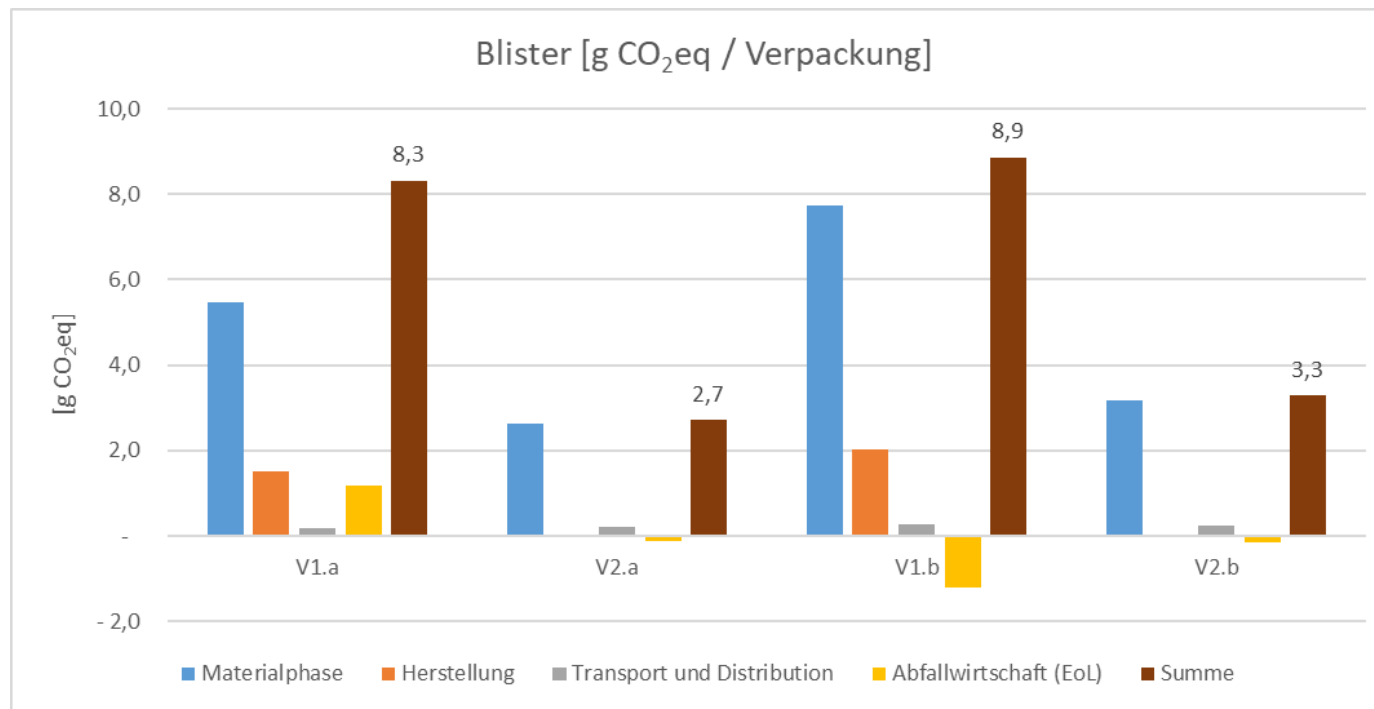


Abbildung 13: Klimarelevante Emissionen für Blister-Verpackungen in den einzelnen Lebenszyklusphasen

Wie aus der Abbildung zu erkennen ist, ist die Verpackung aus Aufreißkarton sowohl für ein Stück Lippenpflege (14 g) als auch für zwei Stück Lippenpflege (27 g) diejenige mit der geringsten Klimawirkung, sie beträgt für ein Stück Lippenpflege 2,7 g CO₂ eq und für zwei Stück Lippenpflege 3,3 g CO₂ eq. Im Gegensatz dazu haben die alternativen Verpackungen mit einer Rückwand aus Karton und einer Kunststoffhaube aus PET mit 8,3 g CO₂ eq für ein Stück bzw. mit 8,9 g CO₂ eq für zwei Stück Lippenpflege eine weit höhere Klimawirkung. Bei den Verpackungen aus Karton sind in der Abbildung die klimawirksamen Emissionen aufgrund der verwendeten Datensätze in der Materialphase inkludiert, woraus ersichtlich ist, dass die Material- und Verpackungsherstellung den weitaus größten Anteil an der Klimawirkung hat. Die Abfallwirtschaft bringt vor allem durch das Kartonrecycling eine Emissionsgutschrift ein, die jedoch lediglich zu einer geringen Verringerung des Gesamtemissionssaldos beiträgt

Verpackungseffizienz

Alle Verpackungsvarianten haben eine vergleichbare Verpackungseffizienz. Die Karton-PET-Varianten schneiden nur geringfügig schlechter ab mit einem Verhältnis Füllgut zu Verpackung mit 4 bzw. 5 als die Vergleichsprodukte aus Karton mit Werten zwischen 3 und 4. Im Bereich Verpackungseffizienz kann daher keine eindeutige Aussage zu den Verpackungsvarianten getätigt werden.

Gesamtbewertung Umwelt

In der Bewertung der Umwelt im Bereich Blisterverpackungen für Lippenpflegeprodukte zeichnen sich klare Vorteile im Bereich Klimawirkung für reine Kartonvarianten ab. Bei der Ressourceneffizienz ist dieses Bild nicht so klar erkenntlich, da hier in allen Fällen ein sparsamer Einsatz von Verpackungsressourcen vorgenommen wurde.

Tabelle 47 Produktschutz Batterien AAA und AA

Gruppe	Kriterium	KARTON/PP (1)	KARTON (2)	KARTON/PET (3)	PP (4)
		AAA Batterien		AA Batterien	
Produktschutz	mechanischer Schutz	Ausreichender Schutz	Ausreichender Schutz	Ausreichender Schutz	Ausreichender Schutz

In Österreich werden unterschiedliche Batterienarten unterschieden. Bei den ausgewählten Batterietypen handelt es sich um Gerätebatterien, die von Durchschnitts-Personen in der Hand gehalten werden können. Die untersuchten Batterien sind Monozellenbatterien¹⁶⁴. Für die untersuchte Produktgruppe wurde im Bereich Produktschutz lediglich der mechanische Schutz als relevant angesehen und wird folgend kurz erläutert.

Mechanischer Schutz

Alle vier Sekundärverpackungen für die Produktkategorie Batterien schützen die Primärverpackung ausreichend vor mechanischer Beanspruchung.

Gesamtbewertung Produktschutz

Alle vier Sekundärverpackungen schützen die Batterien ausreichend vor mechanischer Belastung. Durch die Produktgestaltung sind die Batterien bereits gut vor mechanischen Einflüssen geschützt.

¹⁶⁴ BMK, s.a.. Abgrenzung der unterschiedlichen Batterienarten. Verfügbar in: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/Kreislaufwirtschaft/elektroaltgeraete/batterien.html#batterienarten. [abgerufen am: 31.10.2022]

Tabelle 48 Zirkularität Batterien AAA und AA

		KARTON/PP Blister	KARTON Blister	KARTON/PET Blister	KARTON Blister
Gruppe	Kriterium	AAA Batterien		AA Batterien	
Zirkularität	Konsument*Innen-Aktion	1	3	1	3
	technische Recyclingfähigkeit	0 %	98 %	0 %	98 %
	Recycling(-quote) der Einzelverpackung	0 %	82 %	0 %	82 %
	Rezyklatgehalt	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	NAWARO	61 %	98 %	62 %	98 %

Konsument*Innen-Aktion:

Gemäß der Expert*Inneneinschätzung können die beiden KARTON-Varianten mit der besten Bewertung (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich) bewertet werden. Bei den KARTON/PET-Varianten ist eine Konsument*Innen-Aktion für das Recycling notwendig. Da hier bei beiden KARTON/PET-Varianten keine Perforation oder Kennzeichnung der Trennung gegeben ist, wird diese mit 1 bewertet (Recyclingfähigkeit ohne Trennung nicht gegeben).

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote:

AAA Batterien KARTON/PET und AA Batterien KARTON/PET:

Bei diesen Varianten gibt es keinen Hinweis zur Trennung des Kartons vom PET-Anteil. Die technische Recyclingfähigkeit beträgt 0 %, da in der Leichtstofffraktion der Papieranteil das Recycling des PET-Anteils verhindert.

AAA Batterien KARTON und AA Batterien KARTON:

Für Karton existiert ein Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Somit kann der Karton in einem stofflichen Recyclingprozess zu Rezyklat verwertet werden. Durch die Druckfarbe, die nicht recycelt werden kann, ergibt sich eine technische Recyclingfähigkeit der beiden Varianten von 98 %.

Die Recyclingquote liegt unter der technischen Recyclingfähigkeit und fällt bei den Verpackungsvarianten folgendermaßen aus:

- AAA Batterien KARTON/PET: 0 %
- AAA Batterien KARTON: 82 %
- AA Batterien KARTON/PET: 0 %
- AA Batterien KARTON: 82 %

Die genaueren Bewertungen und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem Anhang zu entnehmen.

Rezyklatgehalt

Keine Angaben zu Anteil an Sekundärmaterial ersichtlich bei den untersuchten Varianten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei Kartonverpackungen Anteile von bis $\geq 90\%$ Sekundärfaser eingesetzt werden können¹⁶⁵.

NAWARO:

Betreffend den Gehalt an nachwachsenden Rohstoffen schneiden die beiden KARTON-Varianten am besten ab. Sie bestehen zu 98 % aus nachwachsenden Rohstoffen. Die KARTON/PET AAA Batterien Variante hat einen Anteil von 61 % und die KARTON/PET AA Batterien Variante einen von 62 %. Dies ergibt sich aus dem Gewichtsanteil an Karton in den Verpackungen.

Gesamtbewertung Zirkularität:

Die KARTON-Varianten benötigen keine zusätzliche Trennleistung der Konsument*Innen. Sie sind auch beide zu 98 % technisch recyclingfähig, während die Verbundvarianten aus PET/Kartonblister nicht technisch recyclingfähig bewertet wurden. Berücksichtigt man die österreichischen Recyclingquoten, schneiden die Vollkartonvarianten sehr gut ab, ebenfalls beim Anteil an nachwachsenden Rohstoffen.

¹⁶⁵ CEPI, 2022. Key-Statistics-2021. Verfügbar in: <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2022/07/Key-Statistics-2021-Final.pdf>. [abgerufen am: 31.10.2022]

Tabelle 49 Umwelt Batterien AAA und AA

			KARTON/PP Blister	KARTON Blister	KARTON/PET Blister	KARTON Blister
Gruppe	Kriterium		AAA Batterien		AA Batterien	
Umwelt	Klimawirkung	g CO ₂ eq	15	17	15	30
	Verpackungs- effizienz	$\frac{\text{Füllgut in ml}}{\text{Verpackungsgewicht}}$	14	10	34	11

Klimawirkung

Im Bereich AAA Batterien schneiden die Karton- und die Karton-PP-Variante mit 17 bzw. 15 g CO₂ eq relativ ähnlich ab, was das Klimawirkungspotenzial betrifft. Deutlicher fällt der Unterschied bei den AA Batterien aus, hier wurde ein Unterschied von 15 g CO₂ eq errechnet. Der Kartonblister der Batterietypen AA hat ein weitaus höheres Gewicht als die Vergleichsverpackung aus Karton & PET. Die Kartonvariante des Batterietypen AA ist durch ein besonderes Maß an Überverpackung gekennzeichnet und ist daher lt. Klimawirkungspotenzialabschätzung zu vermeiden.

Verpackungseffizienz

Die beiden Kartonvarianten schneiden bei dem Kriterium Verpackungseffizienz und somit Ressourcenverbrauch schlechter ab - mit einem Verhältnis von 10 bzw. 11 - als die Karton-Kunststoffkombinationen mit einem Verhältnis von 14 bzw. 34. Für den Bereich Batteriepackungen im Blisterbereich ist daher eine ressourcensparendere Variante auf Karton-Kunststoffkombinationen zu setzen. Es ist jedoch darauf zu achten, Ressourcen im Kreislauf zu führen und Verpackungen so zu gestalten, dass sie einem entsprechenden Sammel- und Verwertungssystem zugeführt werden können.

Gesamtbewertung Umwelt

Bei den Batterie-Blisterverpackungen schneiden die Karton/Kunststoffvarianten besser bei der ermittelten Klimawirkung ab. Dies liegt vor allem am höheren Einsatz von Materialien im Bereich Kartonverpackung für Batterien für die untersuchten Fälle. Überverpackungen sind sowohl auf Grund der Ressourceneffizienz, als auch auf Grund der Klimawirkung zu vermeiden.

3.3.4. Obst und Gemüse

Tabelle 50 Produktschutz Apfelverpackungen

		Wellpappen Schale + Etikett (1)	Wellpappen Schale + Etikett + PVC Folie (2)	LDPE Beutel (3)	LDPE Beutel + Etikett + LDPE Klebestreifen (4)	Zellulosenetz + Etikett + Klammer (5)
Gruppe	Kriterium	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g	1000 g
Produktschutz	Mechanischer Schutz	Schale schützt vor mechanischer Belastung von unten bzw. seitlich, nicht jedoch von oben	Schale schützt vor mechanischer Belastung von unten bzw. seitlich, nicht jedoch von oben	Geringer Schutz vor mechanischen Belastungen durch den Beutel	Geringer Schutz vor mechanischen Belastungen durch den Beutel	Geringer Schutz vor mechanischen Belastungen durch das Netz
	nicht-mechanischer Schutz	Perforation der Schale ermöglicht Zirkulation der Luft	Perforation der Schale und Folie ermöglichen Zirkulation der Luft	Keine Luftzirkulation möglich durch dichten Beutel	Keine Luftzirkulation möglich durch dichten Beutel	Netz ermöglicht Luftzirkulation
	Migrationspotenzial	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant
	Wiederverschließbarkeit	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant

Mechanischer Schutz

Bei der VP 1 handelte es sich um eine reine Kartonlösung mit hoher Formstabilität. Da die Verpackung nicht das gesamte Produkt umschloss, wurden die Äpfel nicht vollständig vor Druck und Stoß geschützt. Die Kartonverpackung waren zudem unbeschichtet, weshalb die Gefahr bestand, dass die Verpackung selbst durch Feuchtigkeitsaufnahme an Stabilität verlieren. Die VP 2, bestand ebenfalls aus einer Kartonlösung, der jedoch zusätzlich von einer Kunststoffolie umschlossen war. Diese schützte die Äpfel jedoch auch nicht vor Druck oder Stoß. Außerdem konnte es auch hier zu einer Feuchtigkeitsaufnahme der Verpackung kommen. Bei den VP 3 und 4 handelt es sich um Kunststoffbeutel. Die flexiblen Kunststoffbeutel schützten das Füllgut schlechter vor mechanischer Beanspruchung als die Kartonlösungen. Auch das Verpackungssystem 5, welches ein Zellulosenetz war, bot ebenfalls keinen ausreichenden mechanischen Schutz für das Füllgut.

Nicht-mechanischer Schutz

Wichtig für das Füllgut Äpfel ist ein ausreichender Sauerstoffzutritt und Schutz vor Wasser und Feuchtigkeit, um mikrobiellen Verderb zu verhindern. Dies wurde von allen Verpackungen sichergestellt, wobei in den mit Kunststoffolie abgeschlossenen Verpackungen (VP 3, 4) Kondenswasserbildung nicht ausgeschlossen werden konnte.

Migrationspotenzial

Migrationspotenzial ist bei Äpfeln, die vor Verzehr gewaschen oder geschält werden, nur von geringer Relevanz.

Wiederverschließbarkeit

Nicht relevant.

Gesamtbewertung Produktschutz

Bei den Verpackungen für das Füllgut Äpfel schützen die stabilen Kartonschalen (VP 1 und 2) die Äpfel besser vor Stoß und Druck als die Kunststoffbeutel (VP 3 und 4) und das Zellulosenetz (VP 5). Außerdem bieten die Kartonschalen und das Zellulosenetz eine Möglichkeit zur Luftzirkulation, im Gegensatz zu den Kunststoffbeuteln.

Tabelle 51 Zirkularität **Apfelverpackungen**

Gruppe	Kriterium	Wellpappen Schale + Etikett (1)	Wellpappen Schale + Etikett + PVC Folie (2)	LDPE Beutel (3)	LDPE Beutel + Etikett Verschluss (4)	Zellulosen etz + Etikett + Klammer (5)
Zirkularität	Konsument*Innen-Aktion	3	3	3	3	3
	technische Recyclingfähigkeit	98 %	84 %	98 %	0 %	0 %
	Recycling(-quote) der Einzelverpackung	82 %	71 %	19 %	0 %	0 %
	Rezyklatgehalt	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	NAWARO	98 %	78 %	0 %	4 %	88 %

Konsument*Innen-Aktion:

Gemäß der Expert*Inneneinschätzung können alle 5 Varianten mit der besten Bewertung (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich) bewertet werden. Für Variante 2 und 3 werden beim Gebrauch des Produktes die unterschiedlichen Materialien getrennt (außer die Etiketten). Variante 1, 3 und 5 müssen nicht getrennt werden.

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote:

Betreffend der technischen Recyclingfähigkeit schneidet der Tray aus Wellpappe (VP1) sehr gut ab. Für Pappe gibt es einen Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Die Verpackung konnte daher mit einer technischen Recyclingfähigkeit von 98 % ermittelt werden, (Druckfarbe auf Kartonverpackungen können nicht recycelt werden).

Bei dieser Verpackung 2 gibt es nur für die Wellpappe einen Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Für die PVC-Folie gibt es keinen Sammel- und Verwertungsstrom. Die PVC-Folie, die Druckfarbe und das Etikett können nicht recycelt werden. Zusätzlich kann PVC den Verwertungsstrom von Folien stören und sollte deshalb nicht eingesetzt werden. Die technische Recyclingfähigkeit beträgt 84 %.

Der LDPE-Beutel (VP3) schneidet betreffend der technischen Recyclingfähigkeit sehr gut ab. LDPE-Folien werden in Österreich gesammelt und verwertet. Die Druckfarbe wird nicht recycelt. Deswegen ist der Folienbeutel zu 98 % technisch recyclingfähig.

Dieser LDPE-Beutel (VP4) kann aufgrund des Etiketts, das sich auf ihm befindet, nicht recycelt werden, da das Papier das LDPE-Rezyklat verunreinigen würde. Das Etikett ist nicht unter Kaltwäsche ablösbar. Die technische Recyclingfähigkeit beträgt deshalb 0 %.

Für das Zellulosenetz (VP5) gibt es in Österreich keinen Sammel- und Verwertungsstrom und es kann daher nicht recycelt werden. Es hat eine technische Recyclingfähigkeit von 0 %

Die Recyclingquote liegt unter der technischen Recyclingfähigkeit und fällt bei den Verpackungsvarianten folgendermaßen aus:

- Verpackung 1: 82 %
- Verpackung 2: 71 %
- Verpackung 3: 19 %
- Verpackung 4: 0 %
- Verpackung 5: 0 %

Die genaueren Bewertungen und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem Anhang zu entnehmen.

Rezyklatgehalt

Keiner der Verpackungsvarianten wies einen Rezyklatanteil aus.

NAWARO:

Betreffend den Gehalt an nachwachsenden Rohstoffen schneidet die Variante 1 am besten ab. Sie besteht zu 98 % aus nachwachsenden Rohstoffen. Die Variante 2 hat einen Anteil an 87 % und Verpackung 5 einen Anteil von 88 %. Der Variante 4 besitzt durch das Papieretikett einen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen von 4 %. Die Verpackung 3 schneidet hier am schlechtesten ab, mit 0 %, da sie nur aus Kunststoff besteht.

Gesamtbewertung Zirkularität:

Variante 1-4 schneiden bei der Konsument*Innenaktion am besten ab. Bei der technischen Recyclingfähigkeit schneiden Variante 1 und 3 am besten ab. Wobei hier Variante 2 auch im oberen Bereich der technischen Recyclingfähigkeit liegt. Variante 4 ist aufgrund der Verschmutzung durch das Papieretikett als nicht recyclingfähig eingestuft und Variante 5 aufgrund der fehlenden Sammel- und Verwertungsstrukturen in Österreich. Bei einer Berücksichtigung österreichischer Recyclingquoten wird jedoch deutlich, dass nur die Varianten 1 und 2 durch ihren Kartonanteil gute

Ergebnisse im Bereich Kreislaufwirtschaft liefern. Hier ist auch der Einsatz an nachwachsenden Rohstoffen positiv zu bewerten. Bei Verpackung 2 wurde PVC-Folie eingesetzt. Auf PVC sollte verzichtet werden, da dies zu einer Kontamination des Kunststoffstroms führt.

Tabelle 52 Umwelt **Apfelverpackungen**

			Wellpappen Schale + Etikett (1)	Wellpappen Schale + Etikett + PVC Folie (2)	LDPE Beutel (3)	LDPE Beutel + Etikett + Verschluss (4)	Zellulose- netz + Etikett + Klammer (5)
Gruppe	Kriterium						
Umwelt	Klimawirkung	g CO ₂ eq	43,7	51,6	21,4	31,3	9,2
	Verpackungs- effizienz		25	28	156	112	551

Klimawirkung

Hinsichtlich der Klimawirksamkeit zeigt sich bei den Obstverpackungen für Äpfel folgendes Ergebnis, gegliedert nach den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen:

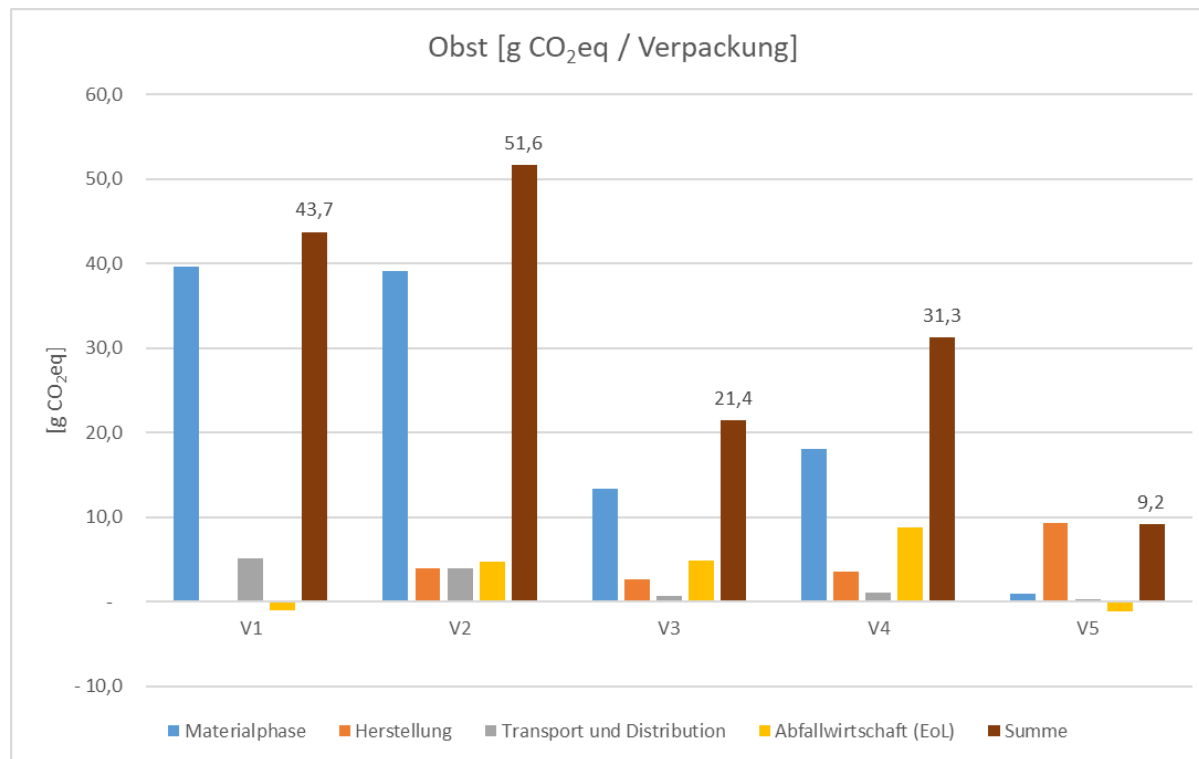


Abbildung 14: Klimarelevante Emissionen für Obstverpackungen in den einzelnen Lebenszyklusphasen

Bei den Obstverpackungen hat die Variante mit dem Zellulosenetz mit Abstand die geringste Klimawirkung, und zwar 9 g CO₂ eq. Die übrigen Verpackungsvarianten haben eine Klimawirkung zwischen 21 g CO₂ eq und 52 g CO₂ eq. Der größte Anteil stammt dabei aus der Materialphase der Verpackungen.

Verpackungseffizienz

Im Bereich Verpackungseffizienz sind vor allem das Zellulosenetz mit 551 und die beiden LDPE-Beutelvarianten mit 156 und 112 sehr gut zu bewerten. Durch die leichten Verpackungen im Vergleich zum Füllgut kommt es zu einer effizienten Ressourcennutzung im Bereich Kunststoffverpackung für Äpfel 1 kg. Darunter liegen die Wellpappekartons, welche schlechtere Ergebnisse mit einem Verhältnis von 25 und 28 liefern.

Produktschutz

Tabelle 53 *Produktschutz Tomatenverpackungen*

		Kartonschale + Etikett (1)	rPET Schale + Siegelfolie (PET) (2)	rPET Schale + Kunststoffbeutel + Etikett (3)	Kartonschale + Kunststoffbeutel + Etikett (4)
Gruppe	Kriterium	500 g	500 g	500 g	500 g
Produktschutz	mechanischer Schutz	Schale schützt vor mechanischer Belastung von unten bzw. seitlich, nicht jedoch von oben	Schale schützt vor mechanischer Belastung von unten bzw. seitlich, nicht jedoch von oben	Schale schützt vor mechanischer Belastung von unten bzw. seitlich, nicht jedoch von oben	Schale schützt vor mechanischer Belastung von unten bzw. seitlich, nicht jedoch von oben
	nicht-mechanischer Schutz	Ermöglicht Luftzirkulation und Abtransport von Wasserdampf	Ermöglicht Luftzirkulation und Abtransport von Wasserdampf	Ermöglicht Luftzirkulation und Abtransport von Wasserdampf	Ermöglicht Luftzirkulation und Abtransport von Wasserdampf möglich, mittlerer Lichtschutz
	Migrationspotenzial	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant
	Wiederver-schließbarkeit	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant	Nicht relevant

Mechanischer Schutz

Bei der VP 1 handelt es sich um eine reine Kartonlösung mit hoher Formstabilität. Da die Verpackung nicht das gesamte Produkt umschließt, sind die Tomaten jedoch nicht vollständig vor Druck und Stoß geschützt. Die Kartonverpackung ist zudem unbeschichtet, weshalb die Gefahr besteht, dass die Verpackung selbst durch Feuchtigkeitsaufnahme beschädigt wird und an Stabilität verliert. Die VP 4, welche ebenfalls eine Kartonlösung darstellt, besitzt noch einen zusätzlichen Kunststoffbeutel. Dieser schützt jedoch die Tomaten auch nicht vor Druck oder Stoß. Außerdem kann es auch hier zu einer Feuchtigkeitsaufnahme der Verpackung kommen. Bei den VP 2 und 3 handelt es sich um Kunststoffschalen, welche beide nicht gefährdet sind durch Feuchtigkeitsaufnahme an Stabilität zu verlieren. Das Füllgut wird durch die Verpackung 2 und 3 von unten und von der Seite vor mechanischer Beanspruchung geschützt, jedoch nicht von oben.

Nichtmechanischer Schutz

Zirkulation von Luft und Abtransport von Feuchtigkeit ist bei allen Verpackungen gegeben. Kunststofftrays können jedoch kein Wasser aufnehmen, sodass Kondenswasser schlechter abgegeben werden kann.

Migrationspotenzial

Nicht relevant.

Wiederverschließbarkeit

Nicht relevant.

Gesamtbewertung Produktschutz

Alle vier Verpackungen schützen das Füllgut gut vor mechanischer Beanspruchung von unten und seitlich, jedoch nur unvollständig von oben.

Tabelle 54 Zirkularität Tomatenverpackungen

		Kartonschale + Etikett (1)	rPET Schale + Siegelfolie (PET) (2)	rPET Schale + Kunststoffbeutel + Etikett (3)	Kartonschale + Kunststoffbeutel + Etikett (4)
Gruppe	Kriterium	500 g	500 g	500 g	500 g
Zirkularität	Konsument*Innen-Aktion	3	3	3	3
	technische Recyclingfähigkeit	98 %	94 %	74 %	85 %
	Recycling(-quote) Einzelverpackung	der 82 %	17 %	13 %	72 %
	Rezyklatgehalt	0 %	94 %	74 %	0 %
	NAWARO	98 %	0 %	3 %	87 %

Konsument*Innen-Aktion:

Betreffend der Expert*Inneneinschätzung können alle vier Verpackungen mit der besten Bewertung bewertet werden (= keine Konsument*Innen-Aktion erforderlich). Es ist davon auszugehen, dass durch das angenommene Produktdesign und die Trennung beim Gebrauch des Produktes eine optimale Entsorgung aller Varianten aufgrund bestehender Sammel- und Verwertungssysteme in Österreich möglich ist.

Technische Recyclingfähigkeit und Recyclingquote:

Betreffend der technischen Recyclingfähigkeit schneidet die Kartonschale Verpackung 1 sehr gut ab. Für Karton gibt es einen Sammel- und Verwertungsstrom in Österreich. Die Druckfarbe ist nicht recyclingfähig. Insgesamt kann die Verpackung zu 98 % technisch recycelt werden.

Für rPET-Schalen (Verpackung 2) gibt es in Österreich ein Sammel- und Verwertungssystem. Sie können also technisch recycelt werden. Die Folie wird für den Gebrauch des Produktes vollständig abgezogen. Für die PET-Folie gibt es noch keinen Sammel- und Verwertungsstrom. Sie kann nicht recycelt werden. Deswegen beträgt die technische Recyclingfähigkeit für diese Verpackung 94 %.

Für rPET-Schalen (Verpackung 3) gibt es in Österreich ein Sammel- und Verwertungssystem. Sie können also technisch recycelt werden. Für den PET-Folienbeutel (wird bei Gebrauch des Produktes abgetrennt) gibt es noch keinen Sammel- und Verwertungsstrom. Er kann nicht recycelt werden. Zusätzlich würde das Papieretikett den Folienstrom verunreinigen und ist deswegen auch nicht recyclingfähig. Die Druckfarbe ist nicht recyclingfähig. Deswegen beträgt die technische Recyclingfähigkeit für diese Verpackung 74 %.

Die Kartonschale (Verpackung 4) kann sehr gut technisch recycelt werden. Für sie gibt es ein Sammel- und Verwertungssystem in Österreich. Für den LDPE-Beutel gibt es auch einen Sammel- und Verwertungsstrom, da auf ihm aber ein Papieretikett klebt, würde er das Rezyklat verunreinigen. Deswegen kann er nicht recycelt werden. Die Druckfarbe ist auch nicht recyclingfähig. Es ergibt sich eine technische Recyclingfähigkeit von 85 %.

Die Recyclingquote liegt unter der technischen Recyclingfähigkeit und fällt bei den Verpackungsvarianten folgendermaßen aus:

- Verpackung 1: 84 %
- Verpackung 2: 17 %
- Verpackung 3: 13 %
- Verpackung 4: 73 %

Die genaueren Bewertungen und Berechnungen der Verpackungskomponenten sind dem Anhang zu entnehmen.

Rezyklatgehalt

Die beiden Kartonschalen-Varianten bestehen aus 0 % Rezyklatgehalt. Die beiden rPET-Varianten bestehen aus recyceltem PET. PET darf im Lebensmittelbereich als Rezyklat verwendet werden¹⁶⁶ Ihr Anteil an Rezyklatgehalt ergibt sich aus dem rPET-Gewichtsanteil zum Gesamtgewicht der Verpackung. Die Variante 2 hat einen Anteil von 94 % und die Variante 3 einen Anteil von 74 %.

NAWARO:

Der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen ist bei den beiden Varianten mit Kartonschalen höher als den rPET-Schalen. Die Variante 1 besteht zu 98 % aus nachwachsenden Rohstoffen, die

¹⁶⁶ European Food Safety Authority (2012): PET-Recyclingverfahren für Lebensmittelmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten. [PET-Recyclingverfahren für Lebensmittelkontaktmaterialien: EFSA verabschiedet erste Gutachten](#) | EFSA (europa.eu) [abgerufen am 05.05.2022]

Verpackung 4 hat einen Anteil von 87 %. Die Verpackung 3 besitzt durch ihr Etikett einen Anteil von 3 % an nachwachsenden Rohstoffen. Die Verpackung 2 besitzt gar keine nachwachsenden Rohstoffe, da sie zur Gänze aus Kunststoff besteht.

Gesamtbewertung Zirkularität:

Alle vier Varianten weisen eine gute Konsument*Innen Aktion auf. Die technische Recyclingfähigkeit ist bei allen Varianten hoch, wobei Variante 1 und Variante 2 sehr gut abschneiden. Bei einer Berücksichtigung österreichischer Recyclingquoten wird jedoch deutlich, dass nur die Varianten 1 und 4 gute Ergebnisse im Bereich Kreislaufwirtschaft liefern. Bei diesen beiden Varianten ist auch der Einsatz nachwachsender Rohstoffe positiv zu bewerten. Der Einsatz von Rezyklat ist aber bei Variante 2 und 3 positiv zu bewerten.

Tabelle 55 Umwelt Tomatenverpackung

		Kartonschale + Etikett (1)	rPET Schale + Siegelfolie (PET) (2)	rPET Schale + Kunststoffbeutel + Etikett (3)	Kartonschale + Kunststoffbeutel + Etikett (4)
Gruppe	Kriterium	500 g	500 g	500 g	500 g
Umwelt	Klimawirkung	g CO ₂ eq 22,4	44,8	32,8	21,1
	Verpackungs-effizienz	15	29	43	24

Klimawirkung

Hinsichtlich der Klimawirksamkeit zeigt sich bei den Gemüseverpackungen für Tomaten folgendes Ergebnis, gegliedert nach den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen:

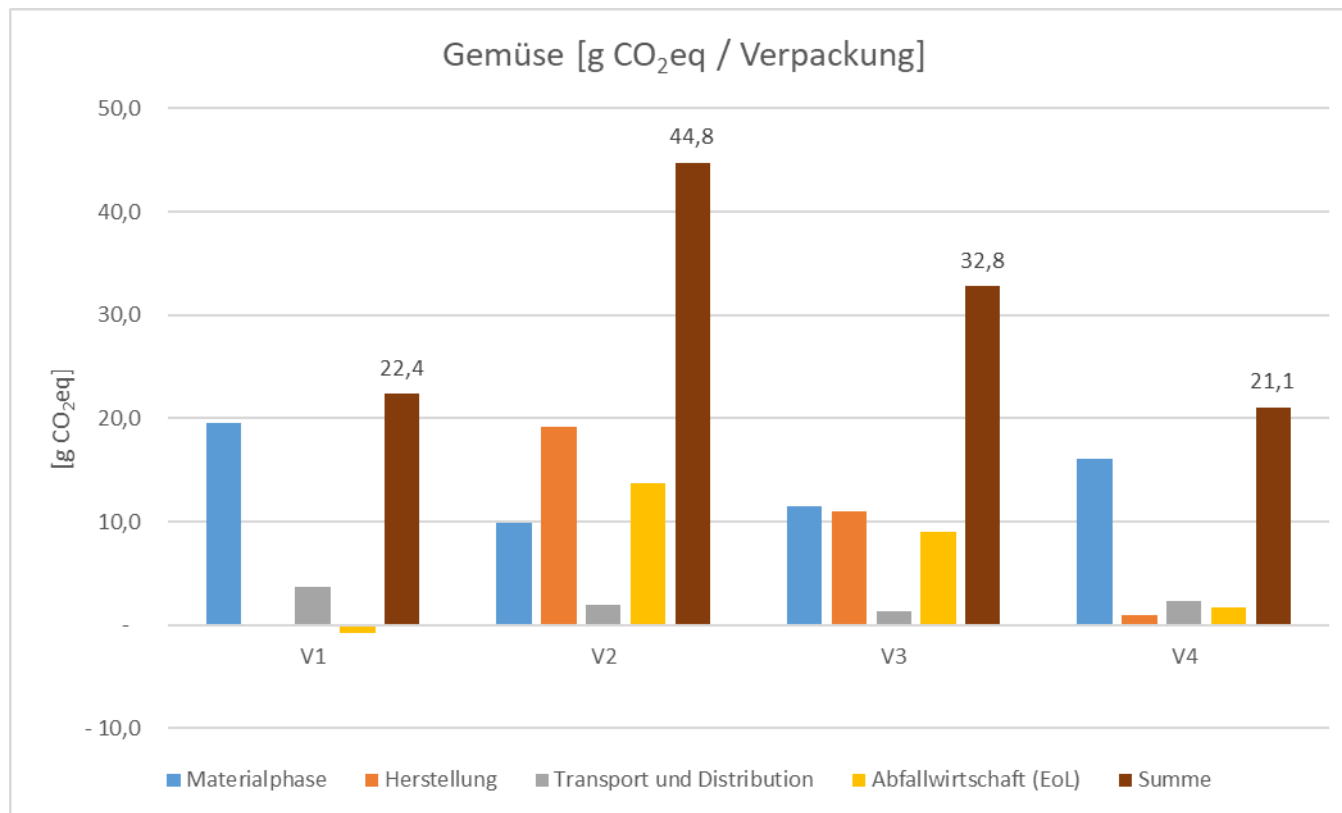


Abbildung 15: Klimarelevante Emissionen für Gemüseverpackungen in den einzelnen Lebenszyklusphasen

Wie aus obiger Grafik ersichtlich, liegen die Klimawirkungen der Kartonschalen mit Etikett sowie der Kartonschale mit Etikett und Folienbeutel mit 21 g CO₂ eq bzw. 22 g CO₂ eq sehr eng beieinander. Bei beiden Verpackungsvarianten stammt der größte Teil der Klimawirkung aus der Materialphase. Die größte Klimawirkung weist mit 45 g CO₂ eq die Verpackung aus rPET mit Siegelfolie auf, wo bedingt durch das hohe Gewicht der Schale der Schwerpunkt in der Herstellungsphase sowie auch in der Abfallwirtschaft (EoL) zu finden ist. Die Verpackungsvariante aus einer leichteren rPET-Schale mit Folienbeutel und Etikett liegt mit 33 g CO₂ eq zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert

Verpackungseffizienz

Im Bereich Gemüseverpackung 500 g Tomaten schneidet die rPET-Schale mit Kunststoffbeutel mit einem Verhältnis Füllgut zu Verpackung mit 43 am besten ab, gefolgt von rPET-Schale mit PET-Siegelfolie mit einem Wert von 29, darauf folgen die Kartonschale inkl. Kunststoffbeutel und die Kartonschale mit Papieretikett. Es zeichnet sich hier ab, dass es durch das leichtere Verpackungsgewicht im Bereich Kunststoffverpackungen zu weniger Ressourceneinsatz je funktionelle Einheit kommt.

4. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Gesamtmengen der in Verkehr gebrachten Kunststoffverpackungsmengen wurden im Auftrag des BMK abfallseitig erhoben, ebenso die dem Recycling zugeführten Mengen. Diese Mengen sind auch im Statusbericht des BMK erfasst. Im Jahr 2019 lag die derart ermittelte Menge an in-Verkehr gesetzten Kunststoffverpackungen bei 295.752 t.

Eine Meldung der in Verkehr gebrachten Kunststoffverpackung nach definierten Verpackungsarten im Detail erfolgt jedoch nicht im Rahmen der jährlichen Meldung an das BMK. Im Rahmen dieser Studie wurde daher eine Aufgliederung der Marktmengen nach Polymertyp (PP, PE, PET, PS) nach Produktgruppen und Verpackungsart (Folien groß, Folien klein, Hohlkörper groß, Hohlkörper klein) vorgenommen. Dabei wurden neben dem BMK-Statusbericht eine kommerziell verfügbare Marktstudie und die detaillierte Mengenstromanalyse von Van Eygen et al. (Datenbasis allerdings aus dem Jahr 2013) herangezogen. Es wird speziell darauf hingewiesen, dass die Marktmengen der einzelnen Polymertypen und Verpackungsarten aufgrund des Fehlens von empirisch erhobenen Daten nur grob hochgerechnet werden konnten und zum Teil auf kommerziell verfügbaren Marktstudien beruhen. Damit ist die damit verbundene Unsicherheit bei den Marktdaten sehr groß. Die dem Recycling zugeführten Mengen an Leichtverpackungen stehen derzeit nur als Brutto-Sortiermengen zur Verfügung (79.867 t im Jahr 2019). Von den Verpackungssystemen werden standardmäßig nur die Gesamtmengen an Kunststoffverpackungen inkl. Verwertungsart (stofflich/thermisch) und Verwertungsbetrieb an das BMK gemeldet. Es gibt keine Aufgliederung nach der sortierten Fraktion. Im Rahmen dieser Studie konnten detailliertere Daten von den Sammelsystemen erhoben werden, jedoch sind diese oft in Mischfraktionen zusammengefasst bzw. erfolgt keine durchgängige Auftrennung in Hohlkörper groß oder klein, sondern zumeist nur die Erfassung sämtlicher Hohlkörperverpackungen nach Anfallsart (Haushalt oder Gewerbe). Entsprechende Untersuchungen werden im Rahmen von weiteren Studien empfohlen, da sich bedeutende Schwankungsbreiten der daraus berechneten Sortierquote_(brutto) ergaben und teilweise eigene Annahmen zu Verteilung der jeweiligen Verpackungsarten durch getroffen werden musste. Bei den laut Anhang III gemeldeten Mengen (11.140 t) wurde in Abstimmung mit dem BMK angenommen, dass diese zu 100 % dem Recycling zugeführt werden. Die Berechnung von Recyclingquoten nach der in Zukunft geltenden EU-Berechnungsmethode konnte im Zuge dieser Studie nicht vorgenommen werden, da es sich bei der Ermittlung der Recyclingquoten um die Sortierquote_(netto) (lt. Definition in Kapitel 2) handelt und für die Berechnung der dem Recycling zugeführten Mengen an Kunststoffverpackungen innerhalb dieser Studie nur die Sortiermengen_(brutto) der jeweiligen Zielfraktionen der Sortierung zur Verfügung standen. Im Rahmen dieser Studie war es deshalb nicht möglich, die Recyclingquoten gemäß EU-Berechnungsmethode zu erheben. Es wurden deshalb die Sortierquoten_(brutto) berechnet (die derzeit noch laut Statusbericht des BMK als Recyclingquoten angeführt werden), und zwar ausschließlich für die Marktmengen abzüglich der laut Anhang 3 gemeldeten Mengen, da für diese keine Informationen über die Zusammensetzung der dem Recycling zugeführten Mengen verfügbar waren. Zudem ist zu vermerken, dass die Vergleichbarkeit der Daten aus 2013 (Van Eygen et al. 2017) nur eingeschränkt vorhanden ist. Während die Studie von Van Eygen et al. sich auf Recycling-Output-Raten bezieht, handelt es sich

bei den betrachteten Daten aus 2019 um Sortierquoten_(brutto). Somit werden bei letzteren Kontaminanten, Restfeuchte und Störstoffe in Sortiermengen nicht abgezogen und Verluste während des Recyclingprozesses nicht berücksichtigt. Aufgrund der unvollständigen Datenlage wurde der Vergleich als Näherung trotz alledem durchgeführt. Der Unterschied der Ausgangsdaten ist jedoch deutlich anzumerken.

Da spätestens bis 2025 die Berechnung der Recyclingquoten nach der verpflichtenden EU-Berechnungsmethode laut Durchführungsbeschluss (EU) 2019/665 zu erfolgen hat, sind die tatsächlich dem letzten Recycling zugeführten Netto-Wertstoffmengen zu erheben. Dies könnte durch die Angabe des in Studien repräsentativ erhobenen Wertstoffanteils in den jeweiligen Sortierfraktionen erfolgen. Die Sortierquoten_(brutto) überschätzen die Recyclingquoten teils. Reinheitsgebote liegen jedoch bei 90%-96%¹⁶⁷. Bei Hohlkörperverpackungen können Verschmutzungen durch Füllgutreste, etc. also bei bis zu 10 % des Gewichtes liegen.

Die Sortierquoten, gegliedert nach Polymerart und Verpackungstyp, geben wichtige Hinweise über die tatsächliche Kreislauffähigkeit von Kunststoffverpackungen, sind aber nur ein unvollständiger Ersatz für die tatsächlichen Recyclingquoten, die als Inputparameter für die Lebenszyklusanalyse von hoher Bedeutung sind. Für Inverkehrbringer von Verpackungen ist es notwendig, neben der Recyclingfähigkeit von Verpackungen auch die tatsächlichen Recyclingquoten zu kennen, um zielgerichtet Verpackungsoptimierungen in Richtung besserer Kreislauffähigkeit und Nachhaltigkeit in Österreich durchführen zu können. Ab 2025 ist für Getränkeverbundkartons eine Sammelquote von 80% der inverkehrgesetzten GVK im Rahmen der getrennten Sammlung zu erreichen. Durch den Ausbau der Sammlung und Sortierung im Rahmen der Leichtverpackungssammlung soll auch bei Getränkeverbundkartons eine Recyclingquote von 50% erzielt werden.

Im zweiten Teil der Studie wurde exemplarisch anhand von ausgewählten Produktgruppen verschiedene Kunststoffverpackungen mit marktgängigen Verpackungen aus anderen Packstoffen hinsichtlich der Nachhaltigkeit verglichen. Dazu wurde das Modell einer holistischen Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen eingesetzt, in der die Dimensionen Produktschutz, Zirkularität und Umweltauswirkungen einfließen. In der holistischen Nachhaltigkeitsbetrachtung kommt es bei Verpackungsvergleichen häufig zu Zielkonflikten zwischen Produktschutz, Zirkularität und Umwelt. Die Identifizierung der jeweils nachhaltigsten Verpackungslösung einer Produktgruppe hängt deshalb davon ab, wie die Gewichtung der jeweiligen Nachhaltigkeitsindikatoren vorgenommen wird. Im Zuge dieser Studie wurde keine Gewichtung vorgenommen. Ziel dieser Studie war es, die Methode der umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung von Verpackungen einzusetzen und die Nachhaltigkeitsindikatoren nach möglichst standardisierten Methoden zu ermitteln. Eine Gewichtung der Nachhaltigkeitsindikatoren wurde nicht vorgenommen. Mit der holistischen Nachhaltigkeitsbewertung liegt eine Methode vor, um die Auswirkungen von Substitutionen von Verpackungen abschätzen und Zielkonflikte und Trade Offs besser zu analysieren und sichtbar machen zu können. Dies ist etwa bei Milchverpackungen mit 1 Liter Füllvolumen sehr gut zu sehen. Im Vergleich von Getränkeverbundkarton, einer rPET-Milchflasche aus 100 % PET-Rezyklat und der Mehrwegglasflasche ist klar ersichtlich, dass alle Verpackungen die Frischmilch ausreichend bis sehr gut schützen, die rPET-Flasche schneidet in den Indikatoren Rezyklatgehalt und Recyclingfähigkeit ausgezeichnet ab, die Recyclingquote ist bei im Vergleich zu

¹⁶⁷ Umweltbundesamt Deutschland, 2012. Analyse und Fortentwicklung der Verwertungsquoten für Wertstoff. Verfügbar in: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4342.pdf>. [abgerufen am: 31.10.2022]

anderen Kunststoffverpackungen relativ hoch, auch die Verpackungseffizienz ist sehr gut. Der Getränkeverbundkarton punktet mit einem hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen, dem niedrigsten Carbonfootprint und ebenfalls sehr hoher Verpackungseffizienz, während die technische Recyclingfähigkeit niedriger als bei den beiden anderen Verpackungssystemen ausfällt. Die Glasmehrwegflasche weist eine hohe Recyclingquote aus und ist eine Mehrweglösung, allerdings ist der Carbonfootprint höher als beim Getränkeverbundkarton und durch das hohe Gewicht ist die Verpackungseffizienz weit schlechter, jedoch führt die Mehrfachnutzung der Verpackung zu einer Erhöhung der Verpackungseffizienz. Die detaillierte Auswertung ist in Kapitel 3.3.1, dargestellt.

Die Berechnung des Carbonfootprints eingesetzte Methode basieren auf einer streamlined LCA nach ISO 14040/44 und greift auf publizierte Durchschnittsdaten der Industrie (Ecoinvent-Datenbank) zurück. Bei der Modellierung von Mehrwegverpackungen waren zudem eine Vielzahl an Näherungen notwendig. Die in dieser Studie angeführten Berechnungen können somit keine detaillierten LCAs ersetzen, die auf firmenspezifischen Daten beruhen und sind deshalb nur als ein erstes grobes Hilfsmittel für den Vergleich von Verpackungen heranzuziehen. Auch die gewählten Methoden, in dieser Studie wurde die Cut Off Methode gewählt, führen zu Unterschieden in den Ergebnissen. So können Berechnungen des Carbon Footprints durch Auswahl anderer methodischer Ansätze, z.B. APOS, von den Ergebnissen der Kunststoffstudie variieren.

Durch die Berechnungen der Klimawirksamkeit hat sich bei den untersuchten Verpackungssystemen unter gewählten Rahmenbedingungen gezeigt, dass jeweils einzelne oder einige wenige Verpackungslösungen in Bezug auf geringste Treibhauswirksamkeit identifiziert werden können.

Die untersuchten Kriterien des Produktschutzes, der Zirkularität und der Umwelt zeigten, dass es die „optimale“ Verpackung nicht gibt, sondern dass man im Rahmen einer ganzheitlichen Bewertung immer alle Indikatoren berücksichtigen sollte.

Im Allgemeinen schneiden die untersuchten Verpackungen im Bereich Produktschutz sehr gut ab. Es ist besonders bei tierischen Lebensmitteln hervorzuheben, dass die Herstellung des Füllgutes typischerweise weit mehr Umweltauswirkungen verursacht als die Verpackung. Der Produktschutz und damit der Schutz vor vorzeitigem Verderb des Füllgutes ist auch aus Nachhaltigkeitsüberlegungen die Kernaufgabe der Verpackung. Die Verpackung nimmt deshalb eine wichtige Rolle bei der Verhinderung von Foodwaste ein. Andererseits kann eine Verpackung mit nicht optimiertem Design zu Foodwaste beitragen. Dies ist etwa dann der Fall, wenn die Verpackung nicht ausreichend restentleerbar sind oder das Verpackungsdesign den Verderb von Lebensmitteln begünstigt. Für Verpackungen viskoser Füllgüter ist Restentleerbarkeit ein wichtiges Thema und sollte in weiteren umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung inkludiert werden.

2025 soll bereits eine Recyclingquote von 50% bei Kunststoffverpackungen in Österreich erreicht werden. Damit dies erreicht werden kann, ist eine entsprechende Gestaltung von Verpackungen nach den Grundlagen des zirkulären Designs Voraussetzung. Die Maßzahl für das zirkuläre Design ist die technische Rezyklingfähigkeit, die den Prozentsatz einer Verpackung angibt, die als Wertstoff in den Rezyklingprozess eingebracht werden kann. Die Rezyklingfähigkeit hängt neben der Zusammensetzung und des Designs der Verpackung von der Sammel-, Sortier- und Rezyklinginfrastruktur des jeweiligen Landes ab. Zwischen der Recyclingfähigkeit von Verpackungen und der tatsächlichen Recyclingquote besteht jedoch oft eine große Diskrepanz. Da die Recyclingquoten aufgrund fehlender Datenbasis nicht berechnet werden konnten, werden für die nachfolgenden Überlegungen die Sortierquoten_(brutto) als Näherung herangezogen. Während die

Sortierquote_(brutto) von PET-Getränkeflaschen mit mehr als 59 %¹⁶⁸ relativ hoch liegt und HDPE-Hohlkörper groß sowie PE-Folien groß Sortierquoten_(brutto) bei 36 % bzw. 40 % liegen, weisen die übrigen Fraktionen nur Sortierquoten_(brutto) zwischen 15 % und 22 % auf. Dies zeigt, dass besonders für die Hohlkörper klein und Folien klein große Anstrengungen unternommen werden müssen, um deren Recyclingquoten zu erhöhen. Ebenso ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass keine Daten über den weiteren Weg der aus den Zielfraktionen gewonnenen Rezyklate vorliegen. So werden weder die Qualitäten der Rezyklate noch deren Einsatzbereiche angeführt. Diese Informationen wären jedoch wichtig, um zielgerichtet Optimierungen der Kreislauffähigkeit und Nachhaltigkeit von Verpackungen zu ermöglichen.

Diese Studie wurde in Zusammenarbeit der Packforce GmbH, Circular Analytics TK GmbH und der FH Campus Wien erstellt.

Wien, am 30.11.2022

¹⁶⁸ Wirtschaftskammer Österreich (2014): Lösungen für die Zukunft- Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft, Umsetzungsbericht. Verfügbar in: https://www.wko.at/service/netzwerke/Umsetzungsbericht_Nachhaltigkeitsagenda_11-13_FINAL.pdf, abgerufen am 11.05.2022