



c7-consult
sustainable performance

Ökobilanz für Gebinde aus PET und anderen Materialien

Akronym: ALPLA LCA Packaging

| | |
|-------------------|---------------------------------------|
| Endbericht | 09.04.2019 |
| Update | 26.08.2019 |
| Version | 1.2 |
| Autor | Roland Fehringer |
| Kunde | ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG |

ALPLA

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Kurzfassung | 5 |
| 2 | Ausgangssituation | 9 |
| 3 | Zielsetzung und Rahmen | 10 |
| 3.1 | Ziel der gesamten Analyse | 10 |
| 3.2 | Inhalt des vorliegenden Berichts | 11 |
| 3.3 | Organisation der Studie | 11 |
| 3.4 | Zielgruppe | 11 |
| 3.5 | Funktionelle Einheit | 12 |
| 3.6 | Lebensweg und Systemgrenzen | 12 |
| 3.7 | Allokation von Gutschriften im Rahmen der Verwertung | 14 |
| 3.8 | Kritisches Review | 15 |
| 3.9 | Datensammlung und Datenqualität | 15 |
| 3.10 | Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen | 16 |
| 3.10.1 | Klimawandel | 18 |
| 3.10.2 | Versauerung | 18 |
| 3.10.3 | Sommersmog | 18 |
| 3.10.4 | Wasserverbrauch | 18 |
| 3.11 | Sensitivitätsanalysen | 18 |
| 3.12 | Normierung | 19 |
| 4 | Verpackungssysteme | 20 |
| 4.1 | Details zu den Verpackungssystemen | 20 |
| 4.1.1 | Mineralwasser | 20 |
| 4.1.2 | Milch | 22 |
| 4.1.3 | Limonade | 24 |
| 4.1.4 | Waschmittel | 26 |
| 4.2 | Allgemeine Angaben zu den Verpackungssystemen | 27 |
| 4.2.1 | PET Flaschen | 27 |
| 4.2.2 | Funktionsweise der Distribution | 27 |
| 4.2.3 | Treibstoffverbrauch | 29 |
| 4.2.4 | Abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen | 29 |
| 5 | Ergebnisse | 33 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.1 | Darstellungen der Ergebnisse | 33 |
| 5.2 | Ergebnisse für Mineralwasser | 33 |
| 5.3 | Ergebnisse für Milch..... | 36 |
| 5.4 | Ergebnisse für Limonade (CSD - carbonated soft drinks)..... | 38 |
| 5.5 | Ergebnisse für Waschmittel..... | 41 |
| 6 | Sensitivitätsanalyse | 44 |
| 6.1 | Veränderung der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Mineralwasser | 44 |
| 6.2 | Reduktion der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Mineralwasser..... | 45 |
| 6.3 | Auswirkungen der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Mineralwasser..... | 46 |
| 6.4 | Veränderung der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Milch | 48 |
| 6.5 | Reduktion der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Milch | 49 |
| 6.6 | Änderung der Transportdistanz der Distribution bei Mineralwasser..... | 50 |
| 6.7 | Änderung der Transportdistanz der Distribution bei Milch | 51 |
| 6.8 | Getränkeverbundkarton für Milch | 52 |
| 6.9 | Änderung der Sekundärmaterialanteils bei Aluminiumdosen für Limonade ... | 52 |
| 6.10 | Änderung der separaten Sammlung und Verwertung von PET Flaschen für Mineralwasser | 53 |
| 7 | Normierung..... | 54 |
| 8 | Auswertung | 56 |
| 8.1 | Signifikante Parameter..... | 56 |
| 8.2 | Datenqualität, Vollständigkeit und Konsistenz | 56 |
| 8.3 | Einschränkung..... | 56 |
| 9 | Zusammenfassung | 57 |
| 9.1 | Ziel und funktionelle Einheit..... | 57 |
| 9.2 | Zielgruppe | 57 |
| 9.3 | Lebenszyklusphasen | 57 |
| 9.4 | Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen..... | 58 |
| 9.5 | Ergebnisse..... | 58 |
| 9.5.1 | Mineralwasser..... | 58 |
| 9.5.2 | Milch | 58 |
| 9.5.3 | Limonade / CSD | 59 |
| 9.5.4 | Waschmittel | 59 |
| 9.5.5 | Sensitivitätsanalysen | 60 |

10 Schlussfolgerung 61

11 Quellen..... 63

1 Kurzfassung

Der vorliegende Bericht zeigt die Ergebnisse der Ökobilanz in Anlehnung an die ISO 14044 Ökobilanz für Gebinde für **typische Markenartikel** für Getränke und Waschmittel in Österreich.

Der vorliegende Bericht soll einen sachorientierten Dialog über die ökologische Bewertung der untersuchten Getränkegebinde auf Basis der aktuellen Datengrundlage fördern. Die Ergebnisse der Ökobilanz wurden von einem unabhängigen Reviewer bestätigt.

Die Systemgrenze umfasst den gesamten Lebenszyklus der Gebinde: die Herstellung der Rohstoffe und Energieträger, die Herstellung der Gebinde, Abfüllung, Waschen von Mehrweggebinden sowie die Verwertung und Entsorgung der Gebinde am Ende der Nutzung (cradle to grave). Als funktionelle Einheit wird ein Gebinde definiert, das mit Ausnahme von PET Mehrwegflaschen und HDPE Flaschen für Milch im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) in Österreich zum Verkauf angeboten wird. Die funktionelle Einheit hat je nach Inhalt ein Füllvolumen von:

- 1 Liter Mineralwasser
- 1 Liter Milch
- 0,5 Liter Limonade (CSD – carbonated soft drinks)
- 1,5 l Waschmittel
- 0,35 l Füllvolumen für Nahrungsmittel

Neben der eigentlichen Getränkeverpackung aus PET, HDPE, PP, Glas, Aluminium und Getränkeverbundkarton wird das gesamte Produktsystem analysiert. Dieses besteht je nach Gebinde zusätzlich aus Verschluss, Etikett, Verkaufsverpackung und Transportverpackung. Mit Ausnahme der 1 Liter HDPE Flasche für Milch (Großbritannien) und einiger Mehrwegflaschen werden alle Gebinde im österreichischen Lebensmitteleinzelhandel angeboten. Die Masse der Gebinde, Verschlüsse und Etiketten wurden von c7-consult gewogen.

Transportaufwände für das Füllgut bei der Distribution zum LEH werden ebenfalls berücksichtigt.

Die ausgewählten Gebinde sind für Verhältnisse in Österreich in dem Sinne typisch, als dass bedeutende Mengen an Getränken oder Waschmitteln in diesen Gebinden angeboten werden. Da es nicht das Ziel ist, den am österreichischen Markt befindlichen Gebindemix abzubilden, müssen die analysierten Gebinde nicht zwingend marktrepräsentativ sein.

In der gesamten Studie werden 7 Wirkungskategorien und 6 Sachbilanzgrößen analysiert. Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der folgenden Wirkungskategorien und Sachbilanzgröße beschrieben:

- Wirkungskategorien
 - Klimawandel [kg CO₂-Äqu.]
 - Versauerungspotential [kg SO₂-Äqu.]
 - Sommersmog [kg Ethylen-Äqu.]
- Sachbilanzgrößen
 - Wasserverbrauch [l]

Der Klimawandel ist aktuell die Umweltwirkung mit der höchsten politischen und gesellschaftlichen Priorität. Zusammen mit dem Versauerungspotential und Sommersmog bilden sie die drei klassischen Wirkungskategorien einer Ökobilanz und werden in diesem Bericht diskutiert. Ebenso der Wasserverbrauch.

Weitere Kriterien einer Ökobilanz sind die Ozonschichtzerstörung und die Eutrophierung sowie die Sachbilanzgrößen Kumulierte Energieaufwand, Feinstaub und Landverbrauch.

Diese werden im vorliegenden Bericht nicht behandelt, da dank des Verbotes von FCKW's (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) das „Ozonloch“ wieder stark geschrumpft ist, und weil die Wirkungskategorie Eutrophierung heute in 3 Kategorien (Boden, Süßwasser und Salzwasser) unterteilt wird. Daher wird hier auf die Darstellung dieser Ergebnisse aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Der Kumulierte Energieaufwand und der Klimawandel zeigen bei vielen Produkten tendenziell ähnliche Ergebnisse. Mehrweggebinde schneiden beim Feinstaub und Landverbrauch tendenziell schlechter ab, Karton und Getränkeverbundkarton beim Landverbrauch. Es bedarf aber einer differenzierten Betrachtung, ob der höhere Landverbrauch aufgrund von Straßen (Mehrweg) oder aufgrund von Waldflächen (Karton) entsteht.

Durch Hinzunahme der weiteren analysierten Umweltwirkungen und Sachbilanzgrößen ändern sich die Grundaussagen des vorliegenden Berichts nicht.

Ergebnisse für Mineralwasser

Beim Klimawandel zeigen die PET Mehrwegflaschen für Mineralwasser mit 69 bis 72 g CO₂-Äqu. eindeutig die günstigsten Ergebnisse für Mineralwasser. Die Glas Mehrwegflasche liegt nur beim Carbon Footprint mit 100 g CO₂-Äqu. vor der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil, bei allen anderen hier dargestellten Kriterien immer hinter allen PET Flaschen. Bei der Versauerung und beim Sommersmog liegt die PET Einwegflasche aus 100 % rPET vor den drei PET Mehrwegflaschen. Beim Wasserverbrauch liegen die PET Einwegflaschen deutlich vor den PET Mehrwegflaschen und der Glas Mehrwegflasche.

Ergebnisse für Milch

Die HDPE Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil ist das ökologischste der untersuchten Gebinde für Milch. Der Getränkeverbundkarton und die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil liegen etwa gleichauf. Die Glas Mehrwegflasche schneidet nur bei der Eutrophierung Frischwasser besser ab als die PET Einwegflaschen und der Getränkeverbundkarton. Beim Klimawandel und beim photochemische Oxidationspotential zeigen die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil ähnliche Ergebnisse. Die Glas Einwegflasche weist bei allen Kriterien die höchsten Umweltwirkungen auf.

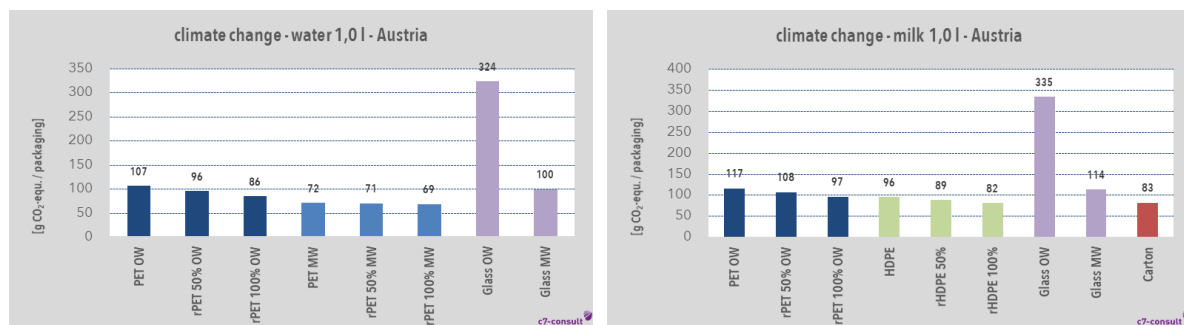


Abbildung 1: Carbon Footprint der Gebinde für Mineralwasser und Milch

Ergebnisse für Limonade: Beim Klimawandel liegen die PET Mehrwegflaschen für Limonade leicht vor der PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil; bei der Versauerung und beim Sommersmog liegen sie allerdings hinter dieser Flasche und gleichauf mit der PET Einwegflasche mit 50 % Rezyklatanteil. Beim Klimawandel liegen die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche mit 50 % rPET mit jeweils ca. 70 g CO₂-Äqu. gleichauf. Bei der Versauerung und beim Sommersmog schneidet die Glas Mehrwegflasche schlechter ab als alle PET Flaschen. Die Aluminiumdose liegt zumeist hinter den PET Einweg- und Glas Mehrwegflaschen, aber vor der Glas Einwegflasche. Beim Sommersmog weisen die Aluminiumdose und die Glas Einwegflasche dasselbe Ergebnis auf, beim Wasserverbrauch liegen Glas Mehrwegflasche und Aluminiumdose gleichauf.

Die Glas Einwegflasche ist bei allen untersuchten Getränken das ökologisch ungünstigste Gebinde.

Ergebnisse für Waschmittel: Bei den Waschmittelverpackungen gibt es einen klaren ökologischen Sieger. Der PP Pouch – ein Standbeutel als Nachfüllpackung – schneidet bei allen Kriterien deutlich am besten ab. PET und HDPE Einwegflaschen zeigen mit gleichem Rezyklatanteil ähnliche Ergebnisse beim Klimawandel und beim Sommersmog. Bei der Versauerung und beim Wasserverbrauch haben die HDPE Einwegflaschen Vorteile gegenüber den PET Einwegflaschen. Die PP Einwegflasche liegt beim Carbon Footprint deutlich hinter den anderen Gebinden, bei den anderen Kategorien im Bereich der HDPE und PET Einwegflaschen mit geringem Rezyklatanteil.

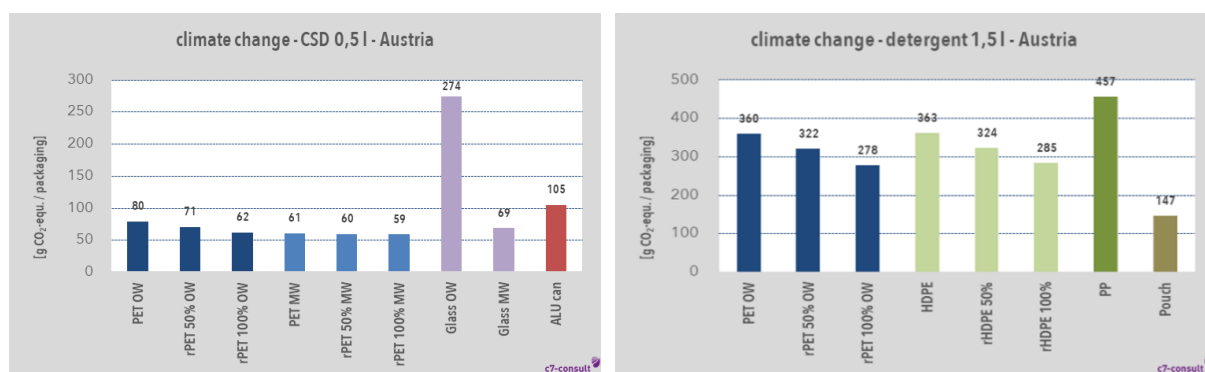


Abbildung 2: Carbon Footprint der Gebinde für Limonade und Waschmittel

Ergebnisse für Nahrungsmittel: Für die untersuchten Nahrungsmittelverpackungen wie beispielsweise Erdnussbutter ist das Gebinde aus PET der klare Sieger. Das Einweg Glas hat 2- bis 3-mal so hohe Umweltauswirkungen, die Weißblechdose liegt bei allen 4 Kriterien nochmals deutlich über dem Einweg Glas. Die Gründe dafür sind einerseits das deutlich höhere Gewicht der Glas- und Metallverpackungen und andererseits der hohe Aufwand für das Verzinnen der Weißblechdose.

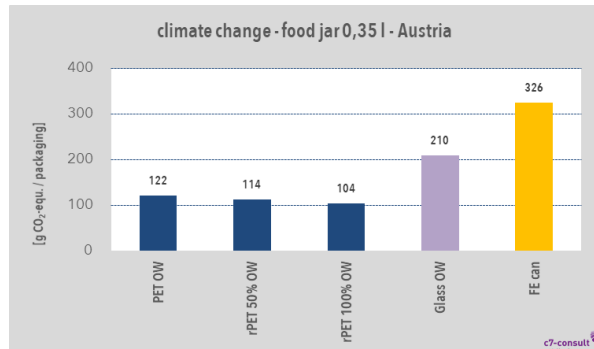


Abbildung 3: Carbon Footprint der Gebinde für Nahrungsmittel

Ein höherer Rezyklatanteil bei PET und HDPE Flaschen wirkt sich mit Ausnahme des Wasserverbrauchs bei HDPE Flaschen für Milch und Waschmittel immer positiv auf das Ergebnis aus. PET- und Glasflaschen profitieren von der hohen stofflichen Verwertungsquote in Österreich.

Geringe Distanzen bei der Auslieferung der Getränke begünstigen Mehrweggebilde. Die Glas Mehrwegflasche ist beim Klimawandel im Vergleich mit der PET Einwegflasche mit 50 % Rezyklatanteil allerdings nur dann ebenbürtig, wenn die Distanz zwischen Abfüller und Zentrallager bei Mineralwasser 182 km und bei Milch 113 km nicht überschreitet.

Wenn man nur den Klimawandel betrachtet, jener Umweltwirkung mit der aktuell höchsten gesellschaftlichen und politischen Priorität, sollten PET Mehrwegflaschen für Mineralwasser zumindest eine Umlaufzahl von 8 bis 10 und Glas Mehrwegflaschen für Mineralwasser zumindest eine Umlaufzahl von zumindest 16 erreichen, da eine weitere Steigerung der Umlaufzahl das Ergebnis nicht mehr so wesentlich verbessert, wie eine geringere Umlaufzahl es verschlechtert.

Die durchgeführten Sensitivitätsanalysen ergebnisrelevanter Eingangsdaten zeigen, dass die gewählten Umlaufzahlen und Transportentfernungen konservativ, also eher die Mehrweggebilde unterstützend angesetzt wurden und eine weitere Erhöhung der Umlaufzahl, beziehungsweise Verringerung der Distributionsentfernung keine wesentlichen Ergebnisänderungen bringen.

Ein „convenience-optimierter“ Getränkeverbundkarton für Milch schneidet deutlich schlechter ab, als der hier bewertete.

Eine Steigerung der separaten Sammlung von PET Flaschen auf 90 % und der stofflichen Verwertung auf 80 % verbessert das Ergebnis der PET Einwegflaschen deutlich. Die PET Einwegflasche für Mineralwasser mit 100 % Rezyklatanteil kommt dann auf 75 g CO₂-Äqu., das sind 25 % weniger Treibhausgasemissionen wie bei einer Glas Mehrwegflasche. Diese Kombination der rPET Einwegflasche mit einer hohen Erfassungs- und Verwertungsquote kombiniert die wesentlichen Vorteile von leichter Verpackung und mehrmals wiederverwendetem Material.

2 Ausgangssituation

c7-consult hat für ALPLA bereits früher ein Modell zur Berechnung des Product Carbon Footprint von PET- und Polyolefinflaschen entwickelt, mit dem ALPLA den Carbon Footprint der Herstellung seiner Gebinde und Verschlüsse berechnet. Kunden von ALPLA fragen zunehmend an, wie der Carbon Footprint beziehungsweise die Ökobilanz für alternative Materialien im Vergleich mit den genannten Kunststoffen aussieht.

Kunststoffflaschen und Aluminiumdosen haben in der öffentlichen Wahrnehmung ein negatives ökologisches Image. Glasflaschen (auch Einweg Glasflaschen) haben zumeist ein positives Image. Oft entspricht aber diese Wahrnehmung nicht den aktuellen Daten und Fakten. Pauschalaussagen sind kaum möglich, wenn es um die ökologischen Auswirkungen unterschiedlicher Materialien geht. Die Rahmenbedingungen sind oft unterschiedlich und daher ist ein ökologischer Vorteil oder Nachteil verschiedener Getränkegebinde auf fundierter Basis zu ermitteln.

Die Ökobilanz ist eine geeignete Grundlage, um die Umweltauswirkungen eines Produktes auf wissenschaftlicher Basis zu beschreiben. Ökobilanzen beziehen sich auf konkrete produktspezifische, zeitliche und örtliche Rahmenbedingungen und sind daher nur bedingt auf andere Produkte oder auf andere Länder übertragbar. Daher ist je nach Fragestellung eine eigene Ökobilanz zu erstellen, um die Umweltauswirkungen eines bestimmten Produktes unter dessen spezifischen Rahmenbedingungen zu ermitteln.

3 Zielsetzung und Rahmen

3.1 Ziel der gesamten Analyse

Das Ziel der vorliegenden Analyse ist die Erstellung einer Ökobilanz für Gebinde aus PET und alternativen Verpackungsmaterialien für ausgewählte Gebinde für Getränke, Nahrungsmittel und Waschmittel, die beim Endverbraucher über die Vertriebschiene österreichischer Lebensmitteleinzelhandel konsumiert werden. Die Analyse erfolgt in Anlehnung an die ISO 14044 Ökobilanz unter Berücksichtigung des aktuellen Datenstandes.

Die gesamte Analyse umfasst 59 Material-Inhalt-Kombinationen **für in Österreich typische Markenartikel**. Diese Gebinde sind nicht zwingend marktrepräsentativ. Es ist nicht das Ziel, den am österreichischen Markt befindlichen Gebindemix abzubilden. Bei der Abschätzung der Distributionsentfernung wird angenommen, dass alle Markenartikelhersteller die analysierten Gebinde abfüllen. Dies bedeutet, dass beispielsweise alle Molkereien in Österreich eine Abfüllanlage für PET-, HDPE- und Glasflaschen sowie für Getränkeverbundkartons haben.

| Inhalt | Kapazität [l] | PET | rPET | rPET | PET | rPET | rPET | HDPE | rHDPE | rHDPE | PP | Pouch | Glas | Glas | Alu- | Fe- | GVK | |
|-------------|---------------|-----|--------|---------|-----|--------|---------|------|--------|---------|----|-------|------|------|------|-----|-----|----|
| | | EW | 50% EW | 100% EW | MW | 50% MW | 100% MW | EW | 50% EW | 100% EW | EW | EW | EW | MW | EW | EW | EW | |
| Wasser | 1,0 | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | | | | 8 |
| Milch | 1,0 | x | x | x | | | | x | x | x | | | x | x | | | | 9 |
| Saft | 1,0 | x | x | x | | | | | | | | | x | x | | | | 6 |
| Bier | 0,5 | x | x | x | | | | | | | | | x | x | x | | | 6 |
| CSD | 0,5 | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | x | | | 9 |
| Nahrung | 0,35 | x | x | x | | | | | | | | | x | | | x | | 5 |
| Ketchup | 0,30 | x | x | x | | | | x | x | x | x | | x | | | | | 8 |
| Waschmittel | 1,5 | x | x | x | | | | x | x | x | x | x | | | | | | 8 |
| | | 8 | 8 | 8 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 7 | 5 | 2 | 1 | 2 | 59 |

Zusätzlich zur Ökobilanz für Österreich werden die Ergebnisse für 11 weitere Länder berechnet. Die Daten (Masse und Zusammensetzung) zu den Gebinden werden dabei nicht variiert. Angepasst werden die abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen (bestmögliche Abschätzung der separaten Sammlung und Verwertung anhand von Literaturdaten) und der Strommix für die Produktion der Gebinde. Weiters erfolgt eine grobe Abschätzung der Transportentfernungen vom Abfüller bis zum Lebensmitteleinzelhandel. Bei der Berechnung der Umweltauswirkungen der im untersuchten System enthaltenen Prozesse werden soweit vorhanden auch unterschiedliche Datensätze für die Länder verwendet (Europa versus Rest der Welt).

Für folgende Länder werden separate Auswertungen berechnet:

- Brasilien, China, Deutschland, Indien, Mexiko, Polen, Südafrika, Türkei, USA, Tschechische Republik und Ungarn.

Die Systemgrenze umfasst den gesamten Lebenszyklus der Gebinde: die Herstellung der Rohstoffe und Energieträger, die Herstellung der Gebinde, Abfüllung und Waschen von Mehrweggebinden sowie die Verwertung und Entsorgung der Gebinde am Ende der Nutzung (cradle to grave). Für open-loop Recyclingprozesse (Rezyklate werden für andere Produkte verwendet) ist zusätzlich die anteilige „finale Entsorgung“ der im zweiten Produktsystem nicht rezyklierten Mengen im hier bewerteten Bilanzraum enthalten.

In der Endphase der Ökobilanz wurde ein kritisches Review beauftragt. Im vorliegenden Bericht sind alle Verbesserungsvorschläge des externen Gutachters berücksichtigt.

3.2 Inhalt des vorliegenden Berichts

Der vorliegende Bericht beschreibt die Ergebnisse für Wasser, Milch, Limonaden (CSD: carbonated soft drinks) und Waschmittel, wie sie im österreichischen Lebensmitteleinzelhandel angeboten werden.

Die Auswahl erfolgt aus pragmatischen Gründen. Die Veröffentlichung der Ergebnisse soll sich auf wichtige Marktsegmente konzentrieren, für den Auftraggeber ALPLA die wichtigsten Packstoffe PET und HDPE berücksichtigen aber auch in der Öffentlichkeit breit diskutierte Inhalt-Packstoffe-Kombinationen (insbesondere für Mineralwasser und Milch) umfassen.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse für Österreich für folgende 34 Material-Inhalt-Kombinationen dargestellt.

| Inhalt | Kapazität [l] | PET | rPET | rPET | PET | rPET | rPET | HDPE | rHDPE | rHDPE | PP | Pouch | Glas | Glas | Alu- | GVK | |
|-------------|---------------|-----|--------|---------|-----|--------|---------|------|--------|---------|----|-------|------|------|---------|-----|----|
| | | EW | 50% EW | 100% EW | MW | 50% MW | 100% MW | EW | 50% EW | 100% EW | EW | EW | EW | MW | dose EW | EW | |
| Wasser | 1,0 | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | | | 8 |
| Milch | 1,0 | x | x | x | | | | x | x | x | | | x | x | | x | 9 |
| CSD | 0,5 | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | x | | 9 |
| Waschmittel | 1,5 | x | x | x | | | | x | x | x | x | x | | | | | 8 |
| | | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 34 |

3.3 Organisation der Studie

Die Studie „ALPLA LCA Packaging“ wurde von ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG beauftragt und von Roland Fehringer, c7-consult e.U. erstellt.

3.4 Zielgruppe

Der vorliegende Bericht richtet sich an den Auftraggeber und fachkundige Leser.

Der Autor beschäftigt sich seit mehr als 10 Jahren mit Ökobilanzen im Getränkebereich und hat durch zahlreiche Studien im Auftrag verschiedenster Verpackungshersteller, Abfüller, Verbände und Verwertungssysteme bzw. -unternehmen umfassende Erfahrungen in diesem Gebiet gesammelt und verfügt daher über sehr spezifische und vertrauliche Daten. Auf die detaillierte Darstellung dieser Daten wird zugunsten der Möglichkeit, diesen Bericht auch zu veröffentlichen, verzichtet.

Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Studie sollen einen sachorientierten Dialog über die ökologische Bewertung der untersuchten Getränkegebinde auf Basis der aktuellen Datengrundlage fördern. Zielgruppen sind daher weiters Entscheidungsträger bei Bund, Bundesländern und Gemeinden, Entscheidungsträger entlang der Wertschöpfungskette von Getränkegebinden sowie NGO's und umweltbewusste Konsumenten und Konsumentinnen.

3.5 Funktionelle Einheit

Als funktionelle Einheit wird ein Gebinde mit festgelegtem Füllvolumen definiert, das mit Ausnahme von PET Mehrwegflaschen und HDPE Flaschen für Milch im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) in Österreich zum Verkauf angeboten wird. Die funktionelle Einheit hat je nach Inhalt ein Füllvolumen von:

- 1 Liter Mineralwasser
- 1 Liter Milch
- 0,5 Liter Limonade (CSD – carbonated soft drink)
- 1,5 l Waschmittel

Neben der eigentlichen Getränkeverpackung aus PET, HDPE, PP, Glas, Aluminium und Getränkeverbundkarton wird das gesamte Produktsystem analysiert. Dieses besteht je nach Gebinde zusätzlich aus

- Verschluss
- Etiketle
- Verkaufsverpackungen wie Karton-Trays, Mehrwegkisten, Schrumpffolien
- Transportverpackungen wie Paletten und Schrumpffolien

die zum Schutz bei der Auslieferung benötigt werden.

Weiters wird auch die Verpackung bei der Anlieferung der PET Preformen, Gebinde, Deckel und Verschlüsse zur Abfüllung berücksichtigt.

Mit Ausnahme der PET Mehrwegflaschen und der 1 Liter HDPE Flasche für Milch werden alle Gebinde im österreichischen Lebensmitteleinzelhandel angeboten.

3.6 Lebensweg und Systemgrenzen

Die Produktion der Gebinde und sonstigen sekundären und tertiären Verpackungen findet vorwiegend in Österreich statt. Die Rohstoffe dafür kommen auch aus dem Ausland.

Die Abfüllung und der Konsum finden in Österreich statt. Für die Sammel- und Recyclingquoten werden die aktuellsten Daten für Österreich herangezogen.

Als Bilanzjahr wird das Jahr 2018 definiert. Dies betrifft die Datensammlung zu den analysierten Gebindetypen und ihren Lieferanten. Die Ökobilanz erstreckt sich über den gesamten Lebenszyklus („von der Wiege bis zur Bahre“ oder „cradle to grave“) der Gebinde von der Produktion der Rohstoffe, Energieträger, Herstellung der Gebinde, Abfüllung, Transporte bis hin zur Sammlung und Verwertung. Der Inhalt selbst wird mit Ausnahme der Transportprozesse nicht bilanziert.

Bei der Verwertung und endgültigen Entsorgung der Gebinde, Sekundär- und Tertiärverpackungen entstehen Aufwände aber auch Gutschriften durch substituierte Primärproduktion und energetische Nutzung.

Gemäß ISO 14044 ist das Ziel, alle Inputmaterialien und Energieverbräuche zu berücksichtigen, die in einem Subprozess des Lebenszyklus mehr als 5 % umfassen. Bezogen auf das Gesamtsystem sollen aber mindestens 99 % der Massenanteile und Energieverbräuche berücksichtigt werden.

Gemäß der UBA-Methode (UBA D, 2002) wird das Füllgut aufgrund der unterschiedlichen Transportentfernungen der Einweg- und Mehrwegsysteme im Bereich der Distribution berücksichtigt. Es wird vereinfacht mit der Dichte 1 kg / dm³ gerechnet.

In der vorliegenden Analyse werden im Einzelnen folgende Lebenszyklusabschnitte separat für die verschiedenen Gebindetypen berechnet:

- Herstellung
 - PET Preform und PET-Flaschen
 - HDPE- und PP Flaschen
 - PP Pouch
 - GLAS Gebinde (Einweg und Mehrweg)
 - ALU Gebinde Dose & Deckel
 - Getränkeverbundkarton
 - Verschlüsse für Glas & PET-Flaschen
 - Etiketten für Gebinde
 - Sekundärverpackung Tray / Kiste (Verkaufsverpackung)
 - Tertiärverpackung für Transport Gebinde von der Abfüllung zum Lebensmitteleinzelhandel (Transportverpackung)
 - Verpackung für Transport Gebinde / Preform zur Abfüllung
 - Verpackung für Transport Deckel / Verschlüsse zur Abfüllung
- Transporte
 - Gebinde / Preform zur Abfüllung
 - Deckel / Verschluss zur Abfüllung
 - Etikette zur Abfüllung
 - Produktionsabfall Gebinde zur Verwertung
 - Produktionsabfall Verschlüsse zur Verwertung
 - Sammlung zur stofflichen Verwertung oder gemeinsam mit Restmüll
- Abfüllung
 - Waschen Mehrweggebinde
 - Waschen der Aluminiumdosen vor der Abfüllung
 - Abfüllung samt Verlusten bei Einweggebinden
- Distribution
 - Auslieferung der Gebinde zum Lebensmitteleinzelhandel
 - Rücktransport der Mehrweggebinde vom Lebensmitteleinzelhandel zur Wiederbefüllung
- Verwertung
 - Verwertung Produktionsabfall Gebinde
 - Verwertung Produktionsabfall Verschlüsse
 - Verwertung Verpackung für Transport Gebinde / Preform zur Abfüllung
 - Verwertung Verpackung für Transport Deckel / Verschlüsse zur Abfüllung

- Verwertung Gebinde 1. Stufe¹
- Verwertung Tertiärverpackung Gebinde & Deckel zur Anlieferung
- Verwertung Verschlüsse 1. Stufe
- Verwertung Etiketten 1. Stufe
- Verwertung Sekundärverpackung 1. Stufe
- Verwertung Tertiärverpackung 1. Stufe
- Endgültige Verwertung Gebinde
- Endgültige Verwertung Verschlüsse
- Endgültige Verwertung Etiketten
- Endgültige Verwertung Sekundärverpackung
- Endgültige Verwertung Tertiärverpackung

Nicht berücksichtigt und somit außerhalb der Systemgrenze sind folgende Prozesse:

- Herstellung des Inhalts Mineralwasser, Milch, Limonade und Waschmittel
- Verpackung für Transport Etiketten zur Abfüllung
- Herstellung und Entsorgung der Infrastruktur (Maschinen, Aggregate, Transportmittel) und deren Betrieb
- Verluste bei Transport und Lagerung
- Etwaige Kühlung im Lebensmitteleinzelhandel
- Einkaufsfahrt zum Handel
- Kühlung zu Hause
- Verlust durch beschädigte Verpackungen
- Etwaige Unterschiede in der Haltbarkeitsdauer zwischen den verschiedenen Verpackungssystemen
- Umweltwirkungen durch Unfälle

3.7 Allokation von Gutschriften im Rahmen der Verwertung

Für die Berechnung der Ökobilanz wird die systembezogene Allokation nach der 50:50 Methode durchgeführt (UBA D, 2002). Dies bedeutet, dass die Belastungen und Gutschriften der Verwertung zu je 50 % auf das abgebende System und das aufnehmende System aufgeteilt werden (open-loop).

Diese Allokation wird auch für jene Anteile an Packstoffen angewendet, die bei der Herstellung der Gebinde aus Sekundärmaterial stammen und die von der Abfallwirtschaft wieder in den Gebindekreislauf gebracht werden können. Bei „closed loop“ Recyclingsystemen entsteht so 50 % der Gutschrift bei der Abfallverwertung, und 50 % der Gutschrift beim Wiedereinsatz des Rezyklats.

¹ In der vorliegenden Ökobilanz wird die stoffliche oder thermische Verwertung der Abfälle als 1. Stufe der Verwertung bezeichnet. Im Falle einer stofflichen Verwertung der Abfälle und der Verwendung der Rezyklate in einem anderen Produktsystem wird in weiterer Folge kein weiterer Recyclingschritt mehr berechnet, sondern nur mehr die endgültige Verwertung jener Mengen im zweiten Produktsystem, die nicht rezykliert werden. Gebinde werden dabei in Müllverbrennungsanlagen energetisch genutzt, Sekundär- und Tertiärverpackungen in industriellen Wirbelschichtenanlagen thermisch genutzt.

Bei Kartonverpackungen wird ein closed-loop Recycling angenommen. Das bedeutet, dass keine Belastungen aus der endgültigen Verwertung der Sekundär- und Tertiärverpackung sowie aus der Verpackung bei der Anlieferung der Gebinde und Verschlüsse zur Abfüllung berechnet werden.

Auch für Aluminiumdosen und für rezyklierte Fasern aus Getränkeverbundkartons wird keine anteilige finale Entsorgung berechnet, da angenommen wird, dass die entstehenden Produkte (außerhalb des Systems der Getränkeverpackungen) wiederum zu einem großen Teil rezykliert werden.

3.8 Kritisches Review

Gemäß ISO 14044 wird die Ökobilanz einem kritischen Review unterzogen, aber nicht durch ein Review Panel bestehend aus drei Reviewern, sondern nur mit einem Reviewer. Der Gutachter der abgeschlossenen Ökobilanz ist **Harald Pilz** - together for tomorrow, Tulln.

Der Reviewer hat 20 Jahre Erfahrung in der Ökobilanzierung von Getränkegebinden und prüft, ob die angewendete Methode der ISO 14044 entspricht, ob die Ökobilanz wissenschaftlich und technisch korrekt durchgeführt wird, ob die verwendeten Sachbilanzdaten hinsichtlich der Ziele der Studie ausreichend und zweckmäßig sind und ob die Interpretation der Ergebnisse korrekt ist. Das Review dient der Qualitätssicherung der vorliegenden Ökobilanz.

3.9 Datensammlung und Datenqualität

Zur Erstellung einer objektiven Ökobilanz sind viele unterschiedliche Daten erforderlich. Besonderes Augenmerk gilt dabei aber einigen, bei Ökobilanzen für Getränkegebinde relevanten, Daten wie:

- Material, Masse und Sekundärmaterialanteil der Gebinde
- Strommix (Energiemix der Stromproduktion) bei stromintensiven Prozessen
- Umlaufzahl von Mehrweggebinden
- Transportdistanzen und transportierte Getränke pro LKW bei der Distribution
- Abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen.

Alle im österreichischen Lebensmitteleinzelhandel verfügbaren Gebinde wurden zwischen Dezember 2018 und Februar 2018 gekauft und die Masse der Gebinde, Verschlüsse und Etiketten mit der Tischwaage KERN KB 2400-2N mit einer Auflösung von 0,01 g gewogen.

Daten zur 1,0 l HDPE Flasche für Milch wurden von ALPLA bereitgestellt; diese Flasche ist in der Schweiz erhältlich. Daten zu den nicht am österreichischen Markt erhältlichen PET Mehrwegflaschen wurden gemeinsam mit dem Auftraggeber festgelegt.

Die Masse der Glas Mehrwegflasche für Milch (aktuell in Österreich nicht erhältlich) wurde mittels Schlussrechnung anhand der Massen der Glasflaschen für Wasser und Saft hochgerechnet.

Daten zu Sekundär- und Tertiärverpackungen sowie zu Verpackungen zum Antransport der Gebinde und Verschlüsse zur Abfüllung stammen aus vertraulichen Informationen und früheren Berechnungen.

Die Transportentfernungen vom Abfüller zum Zentrallager des Lebensmitteleinzelhandels wurden bestmöglich anhand von Literaturdaten abgeschätzt. Daten zur zweiten Distributionsstufe, also von den Zentrallagern der Handelshäuser zu den einzelnen Filialen wurden von einer im Jahr 2018 durchgeführten Ökobilanz übernommen. 2018 wurden IST Daten zur Auslieferung in Österreich dem ifeu übermittelt und mit Hilfe des Distributionsmodells, das zur Erstellung der Studie „Ökobilanzen von Getränkeverpackungen in Österreich - Sachstand 2010“ von Kauertz, et al. (2011) entwickelt wurde, ausgewertet.

Die Umrechnung der Sachbilanzdaten in Ökobilanzdaten erfolgt mit Hilfe der wissenschaftlich anerkannten Datenbank Ecoinvent in der 2018 veröffentlichten Version 3.5 (Wernet et al., 2016). Aus ihr werden mit Ausnahme der Datensätze für Aluminium, PET, LDPE und HDPE alle Faktoren zur Berechnung der Ökobilanz verwendet. Die Datensätze für die drei genannten Kunststoffe werden vom ifeu zur Verfügung gestellt, da das ifeu die neuesten publizierten Daten von PlasticsEurope berücksichtigt, Ecoinvent 3.5 jedoch noch auf die alten PlasticsEurope Datensätze aus 2005 zurückgreift. Die Ökoinventare von PlasticsEurope werden auf Basis eines publizierten Methodenstandards erstellt, der allen aktuellen Anforderungen entspricht. Die Ökoinventare werden von unabhängigen Instituten berechnet und durch kritische Reviewer wissenschaftlich geprüft. Für die Produktion von Primäraluminium in Europa wird der Datensatz der European Aluminium Association (EAA) mit Hilfe von Ecoinvent angepasst.

3.10 Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen

In der gesamten Analyse werden folgende Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen berechnet. Die Auswahl orientiert sich an gängigen Ökobilanzen, den Empfehlungen der Europäischen Kommission aus dem Projekt „Product Environmental Footprint (PEF)“ und den in Ecoinvent bewerteten Wirkungskategorien.

- Wirkungskategorien
 - Klimawandel [kg CO₂-Äqu.]
 - Versauerungspotential [kg SO₂-Äqu.]
 - Sommersmog [kg Ethylen-Äqu.]
 - Abiotischer Ressourcenverbrauch [kg SB-Äqu.] - bewertet wird der Verbrauch mineralischer Ressourcen, fossile Energieträger sind im „Kumulierter Energieaufwand“ KEA berücksichtigt
 - Terrestrische Eutrophierung [mol N-Äqu.]
 - Aquatische Eutrophierung Frischwasser [kg P-Äqu.]
 - Aquatische Eutrophierung Meerwasser [kg N-Äqu.]
- Sachbilanzgrößen
 - Kumulierter Energieaufwand - KEA, gesamt [GJ-Äqu.]
 - Kumulierter Energieaufwand - nicht-erneuerbar [GJ-Äqu.]
 - Kumulierter Energieaufwand - erneuerbar [GJ-Äqu.]
 - Landverbrauch [m².a]
 - Feinstaub PM<2,5µm
 - Wasserverbrauch [l]

Im vorliegenden Bericht werden folgende Wirkungskategorien und Sachbilanzgröße dargestellt:

- Wirkungskategorien
 - Klimawandel [kg CO₂-Äqu.]
 - Versauerungspotential [kg SO₂-Äqu.]
 - Sommersmog [kg Ethylen-Äqu.]
- Sachbilanzgrößen
 - Wasserverbrauch [l]

Durch Hinzunahme der weiteren analysierten Umweltwirkungen und Sachbilanzgrößen ändern sich die Grundaussagen der Studie nicht.

Die Auswahl wird wie folgt begründet:

- Der Klimawandel ist aktuell die Umweltwirkung mit der höchsten politischen und gesellschaftlichen Priorität. Zusammen mit dem Versauerungspotential und Sommersmog bilden sie die drei klassischen Wirkungskategorien einer Ökobilanz. Zu diesen gehörten früher auch noch die Ozonschichtzerstörung sowie die Eutrophierung (vergleiche Standards der EPD - Umweltproduktdeklaration).
- Dank des Verbotes von FCKW's (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) ist das „Ozonloch“ wieder stark geschrumpft und die Ozonschichtzerstörung ist heute keine wichtige Wirkungskategorie mehr. Im 21. Jahrhundert ist Distickstoffmonoxid (Lachgas) die bedeutendste Quelle ozonschädlicher Emissionen. Lachgasemissionen sind aber auch in der Wirkungskategorie Klimawandel mit einem sehr hohen Gewichtungsfaktor berücksichtigt.
- Während früher die Eutrophierung als eine Wirkungskategorie bewertet wurde, wird diese heute in 3 Kategorien unterteilt: Eutrophierung Boden, Eutrophierung Süßwasser und Eutrophierung Salzwasser. Sie ist daher komplexer geworden und wird aus Gründen der Übersichtlichkeit in diesem Bericht nicht dargestellt.
- Der Kumulierte Energieaufwand und der Klimawandel zeigen bei vielen Produkten tendenziell ähnliche Ergebnisse, da ein hoher Carbon Footprint aus einem hohen Energie- und Materialbedarf resultiert.
- Beim Feinstaub schneiden Mehrweggebinde aufgrund des höheren Transportaufwandes tendenziell schlechter ab.
- Karton und Getränkeverbundkarton schneiden bei der Sachbilanzgröße „Landverbrauch“ tendenziell schlechter ab als andere Materialien. Die Sachbilanzgröße ist im vorliegenden Fall eine ungewichtete Summe aller benötigten Flächen, ungeachtet ihrer unterschiedlichen Qualitäten; für die Berücksichtigung der Qualitäten von Flächen sind unterschiedliche Methoden in Verwendung, deren Anwendbarkeit in der Praxis jedoch noch nicht ausreichend entwickelt sind.

Die Wirkung von Getränkeverpackungen, die aufgrund von illegalem Wegwerfen durch KonsumentInnen dauerhaft in der Natur verbleiben, sind in dieser Studie nicht berücksichtigt. Die entsprechenden Mengen liegen aber maximal im Promillebereich (siehe

beispielsweise: Hohenblum et al. (2015): Plastik in der Donau²), weshalb nicht von wesentlichen Einflüssen auf die Ergebnisse auszugehen ist.

3.10.1 Klimawandel

Die Wirkungskategorie Klimawandel steht für die direkten und indirekten Umweltwirkungen der anthropogenen Erwärmung der Erdatmosphäre. Der sogenannte Treibhauseffekt bildet hierfür die physikalische Grundlage.

Die wichtigsten Treibhausgase sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (Lachgas) (N₂O), Ozon (O₃), Halogenkohlenwasserstoffe (z.B. FCKWs, Halone) und Wasserdampf (H₂O).

3.10.2 Versauerung

Die Wirkungskategorie Versauerung adressiert die pH-Wert Absenkung oder die Verringerung der Säureneutralisationskapazität in aquatischen und terrestrischen Systemen. Eine Absenkung des pH-Werts kann zur Störung des ökologischen Gleichgewichtes in den Ökosystemen führen. Am bekanntesten ist das Umweltproblem Waldsterben.

Die wichtigsten Emissionen, die zur Versauerung beitragen sind Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂), Schwefelwasserstoff (H₂S) und Salzsäure (HCl).

3.10.3 Sommersmog

Bei starker Sonneneinstrahlung entstehen unter Beteiligung von Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden hohe Konzentrationen von Ozon und andere Photooxidantien. Stickstoffoxide (NO_x) werden bei allen Verbrennungsprozessen (bodennah besonders vom Verkehr) freigesetzt und tragen als primäre Schadstoffe unmittelbar zur Ozonbildung bei.

Die wichtigsten Emissionen, die Sommersmog verursachen sind: Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC und VOC), Benzol, Methan (CH₄), Acetylen, Ethanol, Formaldehyd und andere.

3.10.4 Wasserverbrauch

Der hier berichtete Wasserverbrauch ist der physische Frischwasserverbrauch in Liter.

3.11 Sensitivitätsanalysen

Kritische Eingangsparameter werden mittels Sensitivitätsanalyse gesondert auf ihre Auswirkung auf das Gesamtergebnis hin untersucht. Analysiert werden mittels Sensitivitätsanalyse:

1. Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser und Milch
2. Änderung der Transportdistanz bei der Distribution vom Abfüller zum Zentrallager für Mineralwasser und Milch
3. Erhöhung des Sekundärmaterialanteils bei Aluminiumdosen für Limonade

² <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0547.pdf>

4. Änderung der separaten Sammel- und Verwertungsquote bei PET Flaschen für Mineralwasser

3.12 Normierung

Die Normierung der Umweltwirkungen (= Quotient aus den Umweltwirkungen der untersuchten Gebindesysteme und den gesamten europäischen Umweltwirkungen, getrennt berechnet für jede Wirkungskategorie) wird anhand von Angaben des Joint Research Centre der Europäischen Kommission (JRC, 2010) für jene Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen durchgeführt, für die es eine Übereinstimmung in der zugrundeliegenden Methode gibt.

Die Normierung wird auf 1.000 l Getränke beziehungsweise Waschmittel durchgeführt.

4 Verpackungssysteme

Im vorliegenden Bericht werden 34 verschiedene Gebinde-Inhalt Kombinationen untersucht:

| Inhalt | Kapazität [l] | PET EW | rPET 50% EW | rPET 100% EW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | HDPE | rHDPE 50% | rHDPE 100% | PP | Pouch | Glas EW | Glas MW | Alu-dose | Getränke-verbund-karton | |
|-------------|---------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|--------------|------|-----------|------------|----|-------|---------|---------|----------|-------------------------|----|
| Wasser | 1,0 | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | | | 8 |
| Milch | 1,0 | x | x | x | | | | x | x | x | | | x | x | | x | 9 |
| CSD | 0,5 | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | x | | 9 |
| Waschmittel | 1,5 | x | x | x | | | | x | x | x | x | x | | | | | 8 |
| | | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 34 |

In den nachfolgenden Kapiteln sind die Eingangsdaten und Quellenangaben angeführt. Vertrauliche Informationen und Detailinformationen vor allem zu Annahmen sind im Text beschrieben.

Im folgenden Kapitel werden die Details zu den vier Verpackungssystemen vorgestellt. Anschließend werden jene Daten beschrieben, die für alle 4 Verpackungssysteme gelten.

4.1 Details zu den Verpackungssystemen

4.1.1 Mineralwasser

Die Masse der Einwegflaschen aus PET und der beiden Glasflaschen (Einweg und Mehrweg) wurde gewogen. Die Masse der PET Mehrwegflasche wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber doppelt so schwer angesetzt wie jene der PET Einwegflasche.

Die Umlaufzahl wird für PET Mehrwegflaschen mit 20 und für Glas Mehrwegflaschen mit 30 festgelegt. Beim Österreichischen Umweltzeichen Richtlinie UZ 26 Mehrweggebinde und Mehrwegbechersysteme müssen Mehrwegflaschen eine Umlaufzahl von 12 erreichen, um den Anforderungen der Richtlinie zu entsprechen (BMNT, 2017).

Daten zum Produktionsabfall bei der PET Preformherstellung und beim Flaschen Blasen stammen von ALPLA. Bei Glasgebinden ist der Produktionsabfall bereits im Datensatz berücksichtigt.

Die Transportdistanz von PET Granulat zur Verarbeitung wird mit 750 km angenommen. Da in Österreich rPET hergestellt wird, werden PET Flaschen mit höherem rPET Anteil leicht benachteiligt. Der Antransport der Rohstoffe zur Glashütte ist im Datensatz Glas bereits berücksichtigt.

Die Transportdistanz vom Gebindeproduzenten zum Abfüller wird bei PET mit 500 km per LKW angesetzt, bei Glasflaschen mit je 200 km per LKW und Bahn. Dies wird damit begründet, dass die beiden Glashütten in Österreich relativ zentral gelegen sind, während ALPLA seinen Firmensitz in Vorarlberg hat. Bei Inhouse-Werken oder der wall to wall Produktion würde die Transportdistanz bei PET auf 0 km sinken. Beide Produktionsvarianten wurden nicht berücksichtigt.

Die Masse der Verschlüsse wurde gewogen. Es wird angenommen, dass PET Einweg und PET Mehrwegflaschen denselben Verschluss haben. Im Falle des Aluminiumverschlusses der Glas Mehrwegflasche wird ein Rezyklatanteil von Aluminium von 40 % angenommen. Die Transportdistanz vom Verschlussproduzenten zum Abfüller wird bei

Kunststoffverschlüssen mit 500 km per LKW angenommen, bei Metallschraubverschlüssen mit 1.000 km per LKW.

Daten zur Verpackung der Gebinde und Verschlüsse für die Anlieferung zum Abfüller stammen aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019.

Die Masse der Etiketten wurde gewogen. Es wird angenommen, dass PET Einweg und PET Mehrwegflaschen dieselben Etiketten haben. Die Transportdistanz von Etikettenproduzenten zum Abfüller wird bei Etiketten aus PET mit 750 km angenommen, für Papieretiketten mit 300 km.

Daten zur Sekundär- und Tertiärverpackung stammen zu einem Großteil aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019. Fehlende Daten wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt.

Daten zum Energie- und Reinigungsmittelbedarf bei der Abfüllung und beim Waschen von Mehrweggebinden stammen zu einem Großteil aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019. Fehlende Daten wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt. Selbiges gilt für Daten zum Verlust / Bruch an Einweggebinden und Verschlüssen bei der Abfüllung. Bei Mehrweggebinden sind diese Verluste in der Umlaufzahl inkludiert.

Die Transportdistanz vom Abfüller zum Zentrallager wird für Mineralwasser mit 200 km abgeschätzt. Bei Einweggebinden wird sehr konservativ angenommen, dass sich der Rücktransport durch Auslastung mit anderen Gütern auf 30 % oder 60 km verringert. Die Auslieferung vom Zentrallager zu den einzelnen Filialen des Lebensmitteleinzelhandel wurde für eine Ökobilanz im Jahr 2018 vom ifeu mit 50 km berechnet.

Es wird angenommen, dass 99 % der Mehrwegflaschen wieder zum Abfüller zurückkommen.

Tabelle 1: Daten zum Produktsystem für Mineralwasser

| water 1,0 l | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW |
|---|-------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| volume | [ml] | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| cycles | [-] | 1 | 1 | 1 | 20 | 20 | 20 | 1 | 30 |
| mass of container | [g] | 24,9 | 24,9 | 24,9 | 65,0 | 65,0 | 65,0 | 470,0 | 551,9 |
| material cap | [-] | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | Tinplate | Alu |
| mass cap | [g] | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 2,20 | 1,70 |
| material label | [-] | PET | PET | PET | paper | paper | paper | paper | paper |
| mass label | [g] | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| mass product system: container, cap & label | [g] | 28,26 | 28,26 | 28,26 | 69,00 | 69,00 | 69,00 | 473,20 | 554,58 |
| secondary packaging / sales packaging | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW |
| container per tray/box | [pieces] | 4 | 4 | 4 | 9 | 9 | 9 | 12 | 12 |
| mass materials single use | [g] | 12,16 | 12,16 | 12,16 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | - | - |
| mass materials multiple use | [g] | - | - | - | 1.750,00 | 1.750,00 | 1.750,00 | 2.500,00 | 1.750,00 |
| tertiary packaging / transport packaging per palette | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW |
| container per palette | [pieces] | 576 | 576 | 576 | 396 | 396 | 396 | 384 | 384 |
| mass materials single use | [g] | 5.001 | 5.001 | 5.001 | 101 | 101 | 101 | - | - |
| mass materials multiple use | [g] | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 25.750 | 25.750 | 25.750 | 26.500 | 25.750 |
| delivery to stores | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW |
| mass for transport total | [kg] | 22.429 | 22.429 | 22.429 | 18.880 | 18.880 | 18.880 | 17.412 | 16.247 |
| delivery step 1 outbound | [km] | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| delivery step 1 inbound | [km] | 60 | 60 | 60 | 200 | 200 | 200 | 60 | 200 |
| delivery step 2 outbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery step 2 inbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery total | [km] | 360 | 360 | 360 | 500 | 500 | 500 | 360 | 500 |
| cooling lorry needed (1 = yes) | [-] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| waste management | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW |
| allocation benefit recycling | [%] | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% |

4.1.2 Milch

Die Masse der Einwegflaschen aus PET und Glas Einwegflasche und des Getränkeverbundkartons wurde gewogen. Daten zur 1,0 l HDPE Flasche für Milch wurden von ALPLA bereitgestellt; diese Flasche ist in Großbritannien erhältlich.

Die Masse der Glas Mehrwegflasche für Milch wurde mittels Schlussrechnung anhand der Massen der Glasflaschen für Wasser und Saft hochgerechnet. Für die Ökobilanz wurde die geringere Masse der beiden Rechnungen herangezogen.

Die Umlaufzahl wird für Glas Mehrwegflaschen mit 15 festgelegt. Beim Österreichischen Umweltzeichen Richtlinie UZ 26 Mehrweggebinde und Mehrwegbechersysteme müssen Mehrwegflaschen eine Umlaufzahl von 12 erreichen, um den Anforderungen der Richtlinie zu entsprechen (BMNT, 2017).

Daten zum Produktionsabfall bei der PET Preformherstellung und beim Flaschen Blasen stammen von ALPLA. Bei Glasgebinden ist der Produktionsabfall bereits im Datensatz berücksichtigt. Der Produktionsabfall bei der Herstellung von Getränkeverbundkartons wird mit 3 % angenommen.

Die Transportdistanz von PET und HDPE Granulat zur Verarbeitung wird mit 750 km angenommen. Da in Österreich rPET hergestellt wird, werden PET Flaschen mit höherem rPET Anteil leicht benachteiligt. Der Antransport der Rohstoffe zur Glashütte und zur Getränkeverbundkartonproduktion ist im Datensatz Glas und Getränkeverbundkarton bereits berücksichtigt.

Die Transportdistanz vom Gebindeproduzenten zum Abfüller wird bei PET, HDPE und Getränkeverbundkartons mit 500 km per LKW angenommen, bei Glasflaschen mit je 250 km per Bahn. Bei Inhouse-Werken oder der wall to wall Produktion würde die Transportdistanz bei PET und HDPE auf 0 km sinken. Beide Produktionsvarianten wurden nicht berücksichtigt.

Die Masse der Verschlüsse wurde gewogen. Die Transportdistanz vom Verschlussproduzenten zum Abfüller wird bei Kunststoffverschlüssen mit 500 km per LKW angenommen, bei Metallschraubverschlüssen mit 1.000 km per LKW.

Daten zur Verpackung der Gebinde und Verschlüsse für die Anlieferung zum Abfüller stammen aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019.

Die Masse der Etiketten wurde gewogen. Die Transportdistanz von Etikettenproduzenten zum Abfüller wird bei Etiketten aus PET mit 750 km angenommen, für Papieretiketten mit 300 km.

Daten zur Sekundär- und Tertiärverpackung stammen zu einem Großteil aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019. Fehlende Daten wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt.

Daten zum Energie- und Reinigungsmittelbedarf bei der Abfüllung und beim Waschen von Mehrweggebinden stammen zu einem Großteil aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019. Fehlende Daten wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt. Selbiges gilt für Daten zum Verlust / Bruch an Gebinden und Verschlüssen bei der Abfüllung und beim Waschen.

Die Transportdistanz vom Abfüller zum Zentrallager wird für Milch mit 150 km abgeschätzt. Bei der Auslieferung der Milch in der 1. Distributionsstufe ist ein Kühl-LKW notwendig. Es wird angenommen, dass dieser bei der Rückfahrt keine anderen Kühlwaren transportiert. Die Entfernung der Rückfahrt beträgt demnach ebenfalls 150 km. Dies gilt nicht nur für Mehrweggebinde, sondern bei Milch auf für Einweggebinde.

Die Auslieferung vom Zentrallager zu den einzelnen Filialen des Lebensmitteleinzelhandel wurde für eine Ökobilanz im Jahr 2018 vom ifeu mit 50 km berechnet.

Es wird angenommen, dass 99 % der Mehrwegflaschen zum Abfüller zurückkommen.

Tabelle 2: Daten zum Produktsystem für Milch

| milk 1,0 l | | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | HDPE | rHDPE 50% | rHDPE 100% | Glass OW | Glass MW | Carton |
|---|----------|--------|-------------|--------------|--------|-----------|------------|----------|----------|----------|
| volume | [ml] | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| cycles | [-] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1 |
| mass of container | [g] | 22,10 | 22,10 | 22,10 | 18,80 | 18,80 | 18,80 | 420,00 | 493,17 | 26,75 |
| material cap | [-] | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | Tinplate | Tinplate | HDPE |
| mass cap | [g] | 2,67 | 2,67 | 2,67 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 4,02 | 4,02 | 2,10 |
| material label | [-] | PET | PET | PET | paper | paper | paper | paper | paper | no label |
| mass label | [g] | 3,16 | 3,16 | 3,16 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,78 | 1,78 | - |
| mass product system: container, cap & label | [g] | 27,93 | 27,93 | 27,93 | 21,95 | 21,95 | 21,95 | 425,80 | 498,97 | 28,85 |
| secondary packaging / sales packaging | | | | | | | | | | |
| container per tray/box | [pieces] | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 6 | 6 | 12 |
| mass materials single use | [g] | 150,28 | 150,28 | 150,28 | 140,20 | 140,20 | 140,20 | 165,20 | 0,20 | 122,20 |
| mass materials multiple use | [g] | - | - | - | - | - | - | - | 1.200,00 | - |
| tertiary packaging / transport packaging per palette | | | | | | | | | | |
| container per palette | [pieces] | 864 | 864 | 864 | 864 | 864 | 864 | 408 | 306 | 624 |
| mass materials single use | [g] | 2.967 | 2.967 | 2.967 | 3.352 | 3.352 | 3.352 | 172 | 172 | 172 |
| mass materials multiple use | [g] | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 25.200 | 24.000 |
| delivery to retailer | | | | | | | | | | |
| mass for transport total | [kg] | 24.074 | 24.074 | 24.074 | 23.931 | 23.931 | 23.931 | 20.365 | 17.954 | 22.193 |
| delivery step 1 outbound | [km] | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| delivery step 1 inbound | [km] | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| delivery step 2 outbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery step 2 inbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery total | [km] | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| cooling lorry needed (1 = yes) | [-] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| waste management | | | | | | | | | | |
| allocation benefit recycling | [%] | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% |

4.1.3 Limonade

Die Masse der PET Einwegflasche, der Glas Einwegflasche und Glas Mehrwegflasche sowie der Aluminiumdose wurde gewogen. Die Masse der PET Mehrwegflasche wurde gemeinsam mit dem Auftraggeber festgelegt.

Die Umlaufzahl wird für die PET Mehrwegflasche wie bei Mineralwasser mit 20 festgelegt, für die Glas Mehrwegflaschen mit 30 Umläufen. Beim Österreichischen Umweltzeichen Richtlinie UZ 26 Mehrweggebinde und Mehrwegbechersysteme müssen Mehrwegflaschen eine Umlaufzahl von 12 erreichen, um den Anforderungen der Richtlinie zu entsprechen (BMNT, 2017).

Daten zum Produktionsabfall bei der PET Preformherstellung und beim Flaschen Blasen stammen von ALPLA. Bei Glasgebinden ist der Produktionsabfall bereits im Datensatz berücksichtigt. Daten zum Produktionsabfall bei der Herstellung von Aluminiumdosen stammen aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018.

Die Transportdistanz von PET Granulat zur Verarbeitung wird mit 750 km angenommen. Da in Österreich rPET hergestellt wird, werden PET Flaschen mit höherem rPET Anteil leicht benachteiligt. Der Antransport der Rohstoffe zur Glashütte und zur Aluminiumproduktion ist im Datensatz Glas und Aluminium bereits berücksichtigt.

Die Transportdistanz vom Gebindeproduzenten zum Abfüller wird bei PET mit 500 km per LKW angenommen, bei Glasflaschen mit je 250 km per LKW und Bahn. Dies wird damit begründet, dass die beiden Glashütten in Österreich relativ zentral gelegen sind, während ALPLA seinen Firmensitz in Vorarlberg hat. Bei Inhouse-Werken oder der wall to wall Produktion würde die Transportdistanz bei PET auf 0 km sinken. Beide Produktionsvarianten wurden nicht berücksichtigt. Die Transportdistanz vom Gebindeproduzenten zum Abfüller

wird bei Aluminiumdosen mit 1.000 km per LKW angenommen, da viele Aluminiumdosen nach Österreich importiert werden.

Die Masse der Verschlüsse wurde gewogen. Die Transportdistanz vom Verschlussproduzenten zum Abfüller wird bei Kunststoffverschlüssen mit 500 km per LKW angenommen, bei Aluminiumschraubverschlüssen mit 1.000 km per LKW.

Daten zur Verpackung der Gebinde und Verschlüsse für die Anlieferung zum Abfüller stammen aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019.

Die Masse der Etiketten wurde gewogen. Die Transportdistanz von Etikettenproduzenten zum Abfüller wird bei Etiketten aus PP mit 750 km angenommen, für Papieretiketten mit 300 km.

Daten zur Sekundär- und Tertiärverpackung stammen zu einem Großteil aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019. Fehlende Daten wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt.

Daten zum Energie- und Reinigungsmittelbedarf bei der Abfüllung und beim Waschen von Mehrweggebinden stammen zu einem Großteil aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019. Fehlende Daten wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt. Selbiges gilt für Daten zum Verlust / Bruch an Gebinden und Verschlüssen bei der Abfüllung und beim Waschen.

Die Transportdistanz vom Abfüller zum Zentrallager wird für Limonaden mit 250 km abgeschätzt. Bei Einweggebinden wird konservativ angenommen, dass sich der Rücktransport durch Auslastung mit anderen Gütern auf 20 % oder 50 km verringert. Die Auslieferung vom Zentrallager zu den einzelnen Filialen des Lebensmitteleinzelhandel wurde für eine Ökobilanz im Jahr 2018 vom ifeu mit 50 km berechnet.

Es wird angenommen, dass 99 % der Glas Mehrwegflaschen wieder zum Abfüller zurückkommen.

Tabelle 3: Daten zum Produktsystem für Limonade

| CSD 0,5l | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW | ALU can |
|---|-------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| volume | [ml] | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| cycles | [-] | 1 | 1 | 1 | 20 | 20 | 20 | 1 | 30 | 1 |
| mass of container | [g] | 20,76 | 20,76 | 20,76 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 335,00 | 385,00 | 12,80 |
| material cap | [-] | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | HDPE | Alu | Alu | Alu |
| mass cap | [g] | 2,18 | 2,18 | 2,18 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 1,50 | 1,50 | 2,65 |
| material label | [-] | PP | PP | PP | PET | PET | PET | paper | paper | no label |
| mass label | [g] | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 1,50 | 1,50 | - |
| mass product system: container, cap & label | [g] | 23,22 | 23,22 | 23,22 | 53,30 | 53,30 | 53,30 | 338,00 | 388,00 | 15,45 |
| secondary packaging / sales packaging | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW | ALU can |
| container per tray/box | [pieces] | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 6 | 20 | 24 |
| mass materials single use | [g] | 8,85 | 8,85 | 8,85 | - | - | - | 169,15 | - | 105,50 |
| mass materials multiple use | [g] | - | - | - | 1.750,00 | 1.750,00 | 1.750,00 | - | 2.000,00 | - |
| tertiary packaging / transport packaging per palette | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW | ALU can |
| container per palette | [pieces] | 1.296 | 1.296 | 1.296 | 840 | 840 | 840 | 864 | 800 | 1.728 |
| mass materials single use | [g] | 3.451 | 3.451 | 3.451 | 1 | 1 | 1 | 3.451 | 1 | 3.451 |
| mass materials multiple use | [g] | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 25.750 | 25.750 | 25.750 | 24.000 | 26.000 | 24.000 |
| delivery to stores | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW | ALU can |
| mass for transport total | [kg] | 18.369 | 18.369 | 18.369 | 15.893 | 15.893 | 15.893 | 20.172 | 21.174 | 24.069 |
| delivery step 1 outbound | [km] | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| delivery step 1 inbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 250 | 250 | 250 | 50 | 250 | 50 |
| delivery step 2 outbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery step 2 inbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery total | [km] | 400 | 400 | 400 | 600 | 600 | 600 | 400 | 600 | 400 |
| cooling lorry needed (1 = yes) | [-] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| waste management | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW | ALU can |
| allocation benefit recycling | [%] | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% |

4.1.4 Waschmittel

Die Masse der Gebinde wurde gewogen. Der PP Pouch ist eine Nachfüllpackung. Für einen objektiven Vergleich wurde angenommen, dass die Originalflasche 10-mal wiederbefüllt wird. Als Masse dieser Flasche wird die Masse der PP Flasche herangezogen.

Daten zum Produktionsabfall bei der PET Preformherstellung und beim Flaschen Blasen stammen von ALPLA, ebenso jene bei der Herstellung der HDPE Flaschen. Für PP Flaschen wird angenommen, dass sie denselben Anteil an Produktionsabfällen haben.

Die Transportdistanz von Granulat zur Verarbeitung wird mit 750 km angenommen. Da in Österreich rPET hergestellt wird, werden rPET Flaschen mit höherem rPET Anteil leicht benachteiligt.

Die Transportdistanz vom Gebindeproduzenten zum Abfüller wird mit 500 km per LKW angenommen. Bei Inhouse-Werken oder der wall to wall Produktion würde die Transportdistanz bei PET auf 0 km sinken. Beide Produktionsvarianten wurden nicht berücksichtigt.

Die Masse der Verschlüsse wurde gewogen. Die Transportdistanz vom Verschlussproduzenten zum Abfüller wird bei allen Kunststoffverschlüssen mit 500 km per LKW angenommen.

Daten zur Verpackung der Gebinde und Verschlüsse für die Anlieferung zum Abfüller stammen aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019.

Die Masse der Etiketten wurde gewogen. Die Transportdistanz von Etikettenproduzenten zum Abfüller wird bei allen Etiketten aus Papier mit 300 km angenommen. Der Pouch hat kein Etikett. Das Bedrucken wird vernachlässigt.

Daten zur Sekundär- und Tertiärverpackung stammen zu einem Großteil aus vertraulichen Quellen aus dem Jahr 2018 und 2019. Fehlende Daten wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt.

Daten zum Energie- bei der Abfüllung wurden in Analogie zu vorhandenen konservativ abgeschätzt. Selbiges gilt für Daten zum Verlust / Bruch an Gebinden und Verschlüssen bei der Abfüllung.

Die Transportdistanz vom Abfüller zum Zentrallager wird für Waschmittel mit 300 km abgeschätzt. Der Rücktransport verringert sich durch Auslastung mit anderen Gütern auf 10 % oder 30 km. Die Auslieferung vom Zentrallager zu den einzelnen Filialen des Lebensmittel Einzelhandel wurde für eine Ökobilanz im Jahr 2018 vom ifeu mit 50 km berechnet.

Tabelle 4: Daten zum Produktsystem für Waschmittel

| detergent 1,5l | unit | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | HDPE | rHDPE 50% | rHDPE 100% | PP | Pouch |
|---|----------|--------|-------------|--------------|--------|-----------|------------|--------|----------|
| volume | [ml] | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.800 |
| cycles | [-] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| mass of container | [g] | 91,50 | 91,50 | 91,50 | 101,10 | 101,10 | 101,10 | 122,50 | 42,25 |
| material cap | [-] | PP | PP | PP | PP | PP | PP | PP | HDPE |
| mass cap | [g] | 9,30 | 9,30 | 9,30 | 6,90 | 6,90 | 6,90 | 25,40 | 3,80 |
| material label | [-] | paper | paper | paper | paper | paper | paper | paper | no label |
| mass label | [g] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | - |
| mass product system: container, cap & label | [g] | 102,80 | 102,80 | 102,80 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 149,90 | 46,05 |
| secondary packaging / sales packaging | | | | | | | | | |
| container per tray/box | [pieces] | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| mass materials single use | [g] | 181,00 | 181,00 | 181,00 | 181,00 | 181,00 | 181,00 | 181,00 | 161,00 |
| mass materials multiple use | [g] | - | - | - | - | - | - | - | - |
| tertiary packaging / transport packaging per palette | | | | | | | | | |
| container per palette | [pieces] | 528 | 528 | 528 | 528 | 528 | 528 | 528 | 450 |
| mass materials single use | [g] | 5.158 | 5.158 | 5.158 | 5.158 | 5.158 | 5.158 | 5.151 | 4.351 |
| mass materials multiple use | [g] | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 |
| delivery to stores | | | | | | | | | |
| mass for transport total | [kg] | 23.383 | 23.383 | 23.383 | 23.481 | 23.481 | 23.481 | 24.029 | 22.713 |
| delivery step 1 outbound | [km] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| delivery step 1 inbound | [km] | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| delivery step 2 outbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery step 2 inbound | [km] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| delivery total | [km] | 430 | 430 | 430 | 430 | 430 | 430 | 430 | 430 |
| cooling lorry needed (1 = yes) | [-] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| waste management | | | | | | | | | |
| allocation benefit recycling | [%] | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% |

4.2 Allgemeine Angaben zu den Verpackungssystemen

4.2.1 PET Flaschen

Die ausgewählten PET Flaschen bieten eine Barriere gegen Kohlensäureaustritt. Alternativ kommen auch - gegebenenfalls leichtere - Multilayerflaschen in Frage. Die Barrierschicht aus beispielsweise Polyamid stört aber im Recyclingprozess (Bünemann et al., 2016).

4.2.2 Funktionsweise der Distribution

Das Modell wurde von ifeu (2018) an die österreichischen Verhältnisse angepasst.

Mehrweg-Distributionsmodell

- Die vollen Flaschen werden über die Zentrallager des Handels in die Filialen der Handelshäuser geliefert.
- Die geleerten Mehrwegflaschen müssen zum Zweck der Vorbereitung der Wiederverwendung zurück an den Abfüller distribuiert werden.
- Im Rahmen des Modells wird angenommen, dass LKWs, die Vollgut anliefern auch immer Leergut mit zurücknehmen, so dass keine Leerfahrten stattfinden.
- Dies ist für die MW Systeme eine positive Annahme und somit konservativ im Sinne des Vergleichs.

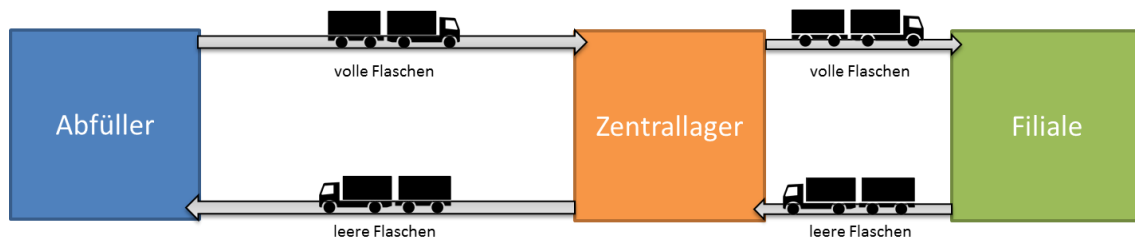


Abbildung 4: Funktionsweise der Mehrwegdistribution

Einweg-Distributionsmodell

- Der an das Zentrallager anliefernde LKW hat gegebenenfalls eine Leerfahrt vor der nächsten Warenaufnahme. Die Leerfahrtstrecke wird anhand des durchschnittlichen Leerfahrtanteils im Speditionsverkehr errechnet
 - Distanzen > 150 km: 10,2 % Leerfahrtanteil
 - Distanzen < 150 km: 32 % Leerfahrtanteil
- Für die 2. Distributionsstufe (vom Zentrallager in die Filiale) wird eine Rundfahrt mit verschiedenen Filialen als Zwischenstopp angenommen. Der LKW leert sich bei jedem Zwischenstopp, nur die Distanz von der letzten Filiale bis zum Zentrallager ist eine Leerfahrt.
- Vereinfachend wird für die 2. Distributionsstufe angenommen, dass die Filiale in der Mitte der Rundfahrt liegt und die Leerfahrt somit gleich der Hinfahrt ist.

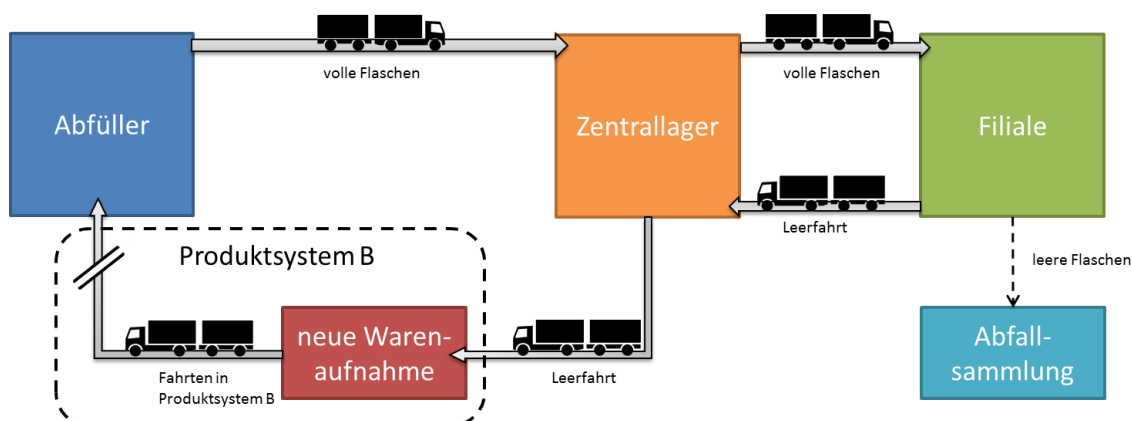


Abbildung 5: Funktionsweise der Einwegdistribution

4.2.3 Treibstoffverbrauch

Treibstoffverbrauch bei der Auslieferung

Der Treibstoffverbrauch bei der Auslieferung wird in Anlehnung an den DSLV-Leitfaden Berechnung von THG-Emissionen ermittelt.³ Für Österreich wird das mittlere Neigungsprofil als Basis herangezogen. Folgende Treibstoffverbräuche werden verwendet:

- bei der Auslieferung voll beladen 37,1 l / 100 km
- bei der Rückfahrt leer (im Falle der Einwegbinde) 22,7 l / 100 km
- bei der Rückfahrt mit leeren PET Mehrwegflaschen 25 l / 100 km
- bei der Rückfahrt mit leeren Glas Mehrwegflaschen 30 l / 100 km

Treibstoffverbrauch bei der separaten Sammlung

Der Treibstoffverbrauch bei der separaten Sammlung von Altstoffen aus Haushalten wird aus den Modellen von Fehring (2018a) und Fehring (2018b) berechnet. In einem der beiden Modelle (Fehring, 2018a) ist auch der Treibstoffverbrauch der Restmüllsammlung angegeben. Sämtliche Daten sind vertraulich.

4.2.4 Abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Recycling von Produktionsabfall

Es wird angenommen, dass die Verwerter der Produktionsabfälle der Gebinde und Verschlüsse aus PET, Aluminium und Getränkeverbundkarton 250 km vom Produzenten entfernt sind, jene für Metalle und Polyolefine 500 km.

Es wird angenommen, dass 95 % der Produktionsabfälle der Gebinde und Verschlüsse aus PET, HDPE, LDPE, Aluminium, Karton und Weißblech recycelt werden. Bei Gebinden und Verschlüssen aus PP wird angenommen, dass diese zu 75 % recycelt werden.

Recycling von Sekundär- und Tertiärverpackungen

Die Sammelquote der Sekundär- und Tertiärverpackungen wird aus dem (vertraulichen) Modell zur Berechnung des Carbon Footprint der Aktivitäten der ARA AG entnommen, ebenso der Energieaufwand bei der stofflichen Verwertung der Polyolefine (PP, PE, LDPE) (Fehring, 2018a).

Es wird angenommen, dass Paletten nach 25 Umläufen zu 15 % separat gesammelt werden und 85 % gemeinsam mit dem Gewerbemüll energetisch verwertet werden. Die separat gesammelten Paletten werden ebenfalls thermisch genutzt.

Es wird angenommen, dass die HDPE Mehrwegkisten zu 99 % separat gesammelt werden. Davon werden 50 % stofflich verwertet, der Rest wird thermisch genutzt.

Erste Verwertungsstufe und endgültige Entsorgung

Generell wird angenommen, dass nicht separat gesammelte Verpackungen (Gebinde, Verschlüsse, Folien, Karton) gemeinsam mit dem Restmüll in Müllverbrennungsanlagen

³ DSLV - Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V.

energetisch verwertet werden, da dies am Ort des Entstehens der Abfälle die übliche Entsorgung von Restmüll der Konsumenten in Österreich ist.

Bei der endgültigen Entsorgung von Rezyklaten im zweiten Produktsystem (open loop Recycling) wird ebenfalls angenommen, dass diese mit dem Restmüll in Müllverbrennungsanlagen energetisch verwertet werden.

Bei der endgültigen Entsorgung der Rezyklate von Sekundär- und Tertiärverpackungen (open loop Recycling) wird angenommen, dass diese im Zementdrehrohrofen thermisch verwertet werden.

Die separat gesammelten Verpackungen, die nicht stofflich verwertet werden, werden in der Zementindustrie thermisch verwertet. Der Drehrohrofen der Zementindustrie steht dabei auch synonym für die thermische Verwertung von Abfällen in industriellen Wirbelschichtverbrennungsanlagen. Es wird angenommen, dass die Abfälle (deren Heizwert) Kohle als primären Brennstoff substituieren.

Recycling der Gebinde

Folgende Anteile der Gebinde werden anhand des Umsetzungsberichts 2014 – 2016 der Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft (WKO, 2017) stofflich verwertet:

- PET Flaschen werden zu 73 % gesammelt. Insgesamt werden 57 % der PET Flaschen stofflich verwertet. Der Rest wird thermisch genutzt.
- Glasflaschen werden zu 81 % separat gesammelt und verwertet.
- Aluminiumdosen werden zu 70 % separat gesammelt und verwertet.

Gemäß Getränkekarton Austria (2019) wird jeder dritte Getränkeverbundkarton recycelt:

- Getränkeverbundkartons werden zu 57 % separat gesammelt. Insgesamt werden 34 % stofflich verwertet.

Für die anderen Gebinde werden folgende Annahmen getroffen:

- Es wird angenommen, dass 50 % der anderen Kunststoffflaschen separat gesammelt werden und insgesamt 40 % stofflich verwertet werden. Der Rest wird thermisch genutzt.
- Es wird angenommen, dass der PP Pouch zu 60 % separat gesammelt wird, aber in Summe nur 5 % stofflich verwertet werden. Der Rest wird thermisch genutzt.

Recycling der Verschlüsse und Etiketten

Verschlüsse und Etiketten werden gemeinsam mit den Gebinden separat gesammelt. Zu den separat gesammelten Verschlüssen und Etiketten werden für die stoffliche Verwertung folgende Annahmen getroffen:

- Verschlüsse und Etiketten aus LDPE werden zu 20 % stofflich verwertet
- Verschlüsse aus HDPE werden zu 50 % stofflich verwertet
- Etiketten aus PP werden zu 20 % stofflich verwertet
- Etiketten aus PET werden zu 50 % stofflich verwertet
- Etiketten aus Papier werden zu 10 % stofflich verwertet
- Verschlüsse der Aluminiumdosen werden zu 100 % stofflich verwertet

Verluste bei der stofflichen Verwertung der Gebinde und Verschlüsse

Bei der Annahme der Verluste bei der stofflichen Verwertung wird beachtet, dass bei der Berechnung die Nettomengen herangezogen werden. Etwaige Restinhalte oder Verschmutzungen werden nicht berücksichtigt.

Es wird angenommen, dass die Verluste bei der stofflichen Verwertung der Kunststoffgebände bei 10 % liegen, bei Glasgebänden bei 4 %, bei Metallgebänden bei 5 % und bei Getränkeverbundkartons bei 40 % (Anteil PE, Alu, und anhaftende Fasern).

Es wird angenommen, dass die Verluste bei der stofflichen Verwertung der Kunststoffverschlüsse bei 5 % liegen, bei Metallverschlüssen bei 1 %.

Rest- und Gewerbemüll

Alle nicht separat gesammelten Gebinde und Verpackungen werden thermisch verwertet. Eine Deponierung oder Littering wird nicht angenommen.

Die österreichischen Müllverbrennungsanlagen können grob in zwei Typen eingeteilt werden. Beim Typ Strom wird der Energieinhalt der Abfälle zur Produktion von Strom genutzt. Der energetische Wirkungsgrad der Verstromung wird mit 21,2 % festgelegt (ÖWAV, 2009), (ÖWAV, 2013). Beim Typ Fernwärme wird in erster Linie Fernwärme ausgekoppelt. Der energetische Wirkungsgrad ist somit wesentlich höher. Bei der Berechnung der Ökobilanz wird er mit 74,7 % angesetzt (ÖWAV, 2009), (ÖWAV, 2013). Weiters wird angenommen, dass die Fernwärmeauskopplung ein Gaskraftwerk substituiert. Der Wirkungsgrad eines Gaskraftwerkes zur Fernwärmeproduktion wird mit 90 % angenommen. 70 % der Müllverbrennungsanlagen in Österreich können dem Typ Fernwärme und 30 % dem Typ Strom zugeordnet werden (Fehring, 2018a).

Finale Entsorgung Gebinde

Laut Angaben des Umsetzungsberichts 2014 - 2016 der Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft (WKO, 2017) werden 50 % der rezyklierten PET Getränkeflaschen wieder zur Herstellung von PET Flaschen oder anderen Lebensmittelverpackungen eingesetzt. Es wird daher angenommen, dass nur 50 % der Kunststoffgebände für ein open-loop Recycling verwendet werden. Daher wird die Masse der Rezyklate, die in der finalen Entsorgung thermisch verwertet werden mit 50 % limitiert.

Heizwerte

Folgende Heizwerte werden bei der Berechnung der Gutschriften durch Strom- und Wärmeproduktion angewendet:

- PET: 23 MJ / kg
- PE: 42 MJ / kg
- PP: 42 MJ / kg
- Karton und Holz: 15 MJ / kg

- Aluminium: 31 MJ / kg, wobei 10 % in einer Verbrennungsanlage oxidieren⁴

Karton und Glas

Die stoffliche Verwertung von Papier und Karton und die entsprechenden Gutschriften werden durch die Datensätze „Wellenstoff aus 100 % Recyclingmaterial“ und „Wellenstoff aus Halbzellstoff“ (Wernet, et al., 2016) modelliert. Als Substitutionsfaktor wird 0,8 angenommen.

Der Scherbenabteil bei der Glasproduktion liegt bei

- Weißglas bei 62 %
- Braunglas bei 69 %
- Grünglas bei 85%

⁴ Nach Biganzoli (2013), Biganzoli et al (2012) und Biganzoli et al (2013) beträgt der Heizwert von Aluminium 31 MJ / kg. Bei den Verbrennungsbedingungen in Müllverbrennungsanlagen oxidieren etwa 10 % des Aluminiums von Aluminiumdosen (rigid packaging) und stehen damit der Energienutzung zur Verfügung.

5 Ergebnisse

5.1 Darstellungen der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Ökobilanz werden je Lebenszyklusabschnitt in verschiedenen Farben separat dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird auf lange Beschriftungen in den Grafiken verzichtet. Im Folgenden wird erklärt, welche Subprozesse unter den einzelnen Lebenszyklusabschnitten subsummiert sind.

container

- Herstellung der Gebinde
- Herstellung der Verschluss
- Herstellung der Etiketten

packaging

- Herstellung und Verwertung der Sekundärverpackung (Verkaufsverpackung)
- Herstellung und Verwertung der Tertiärverpackung (Transportverpackung)
- Herstellung und Verwertung der Verpackung für Transport der Gebinde und Verschlüsse zum Abfüller

transport

- Transport Produktionsabfall zur Verwertung
- Transport Gebinde / Preform zur Abfüllung
- Transport Deckel zur Abfüllung
- Transport Etikette zur Abfüllung
- Sammlung zur stofflichen Verwertung & gemeinsam mit Restmüll

filling

- Abfüllung und Verluste bei der Abfüllung von Einweggebinden
- Waschen der Mehrweggebinde

distribution

- Auslieferung vom Abfüller zum Lebensmitteleinzelhandel
- Rückfahrt leer oder mit Mehrweggebinden

recycling / disposal

- Verwertung der Produktionsabfälle Gebinde, Verschlüsse & Etiketten
- Verwertung der Gebinde, Verschlüsse & Etiketten 1. Stufe
- Endgültige Entsorgung der Rezyklate aus Gebinden, Verschlüssen & Etiketten bei open loop Recyclingsystemen

5.2 Ergebnisse für Mineralwasser

Beim Klimawandel zeigt die PET Mehrwegflasche eindeutig die günstigsten Ergebnisse. Je nach Rezyklatanteil liegt der Carbon Footprint der PET Mehrwegflasche bei 69 bis 72 g

CO₂-Äqu. Die PET Einwegflasche aus 100 % rPET liegt mit 86 g CO₂-Äqu. deutlich darüber. Die Glas Mehrwegflasche weist einen Carbon Footprint von 100 g CO₂-Äqu. und liegt somit zwischen der PET Einwegflasche mit 50 % rPET und der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil. Die Glas Einwegflasche hat mit 324 g CO₂-Äqu. den bei weitem höchsten Carbon Footprint der hier untersuchten Gebinde.

Bei der Versauerung liegen die drei PET Mehrwegflaschen mit einem Versauerungspotential von 0,17 bis 0,19 g SO₂-Äqu. zwischen der am besten abschneidenden PET Einwegflasche mit 100 % rPET und einem Versauerungspotential von 0,16 g SO₂-Äqu. und der PET Einwegflasche mit 50 % rPET und einem Versauerungspotential von 0,20 g SO₂-Äqu. Die PET Einwegflaschen mit 0 % liegt mit 0,24 g SO₂-Äqu. eindeutig vor der Glas Mehrwegflasche welche ein Versauerungspotential von 0,33 g SO₂-Äqu. aufweist. Die Glas Einwegflasche hat mit 1,5 g SO₂-Äqu. das höchste Versauerungspotential.

Ident ist die Reihenfolge der Gebinde für das Ergebnis Sommersmog. Die drei PET Mehrwegflaschen liegen mit einem photochemischen Oxidationspotential von 0,010 SO₂-Äqu. zwischen der am besten abschneidenden PET Einwegflasche mit 100 % rPET und einem photochemischen Oxidationspotential von 0,008 g Ethen -Äqu. und der PET Einwegflasche mit 50 % rPET und einem photochemischen Oxidationspotential von 0,011 g Ethen -Äqu. Die PET Einwegflaschen mit 0 % liegt mit 0,013 g Ethen -Äqu. eindeutig vor der Glas Mehrwegflasche welche ein photochemisches Oxidationspotential von 0,016 g Ethen -Äqu. aufweist. Die Glas Einwegflasche hat mit 0,045 g Ethen -Äqu. das höchste photochemische Oxidationspotential.

Beim Wasserverbrauch liegen die PET Einwegflaschen mit knapp 0,6 l deutlich vor den PET Mehrwegflaschen mit 0,8 l und der Glas Mehrwegflasche mit 1,0 l pro Verpackungssystem. Die Glas Einwegflasche zeigt mit einem Wasserverbrauch von 1,6 l auch in dieser Kategorie das schlechteste Ergebnis.

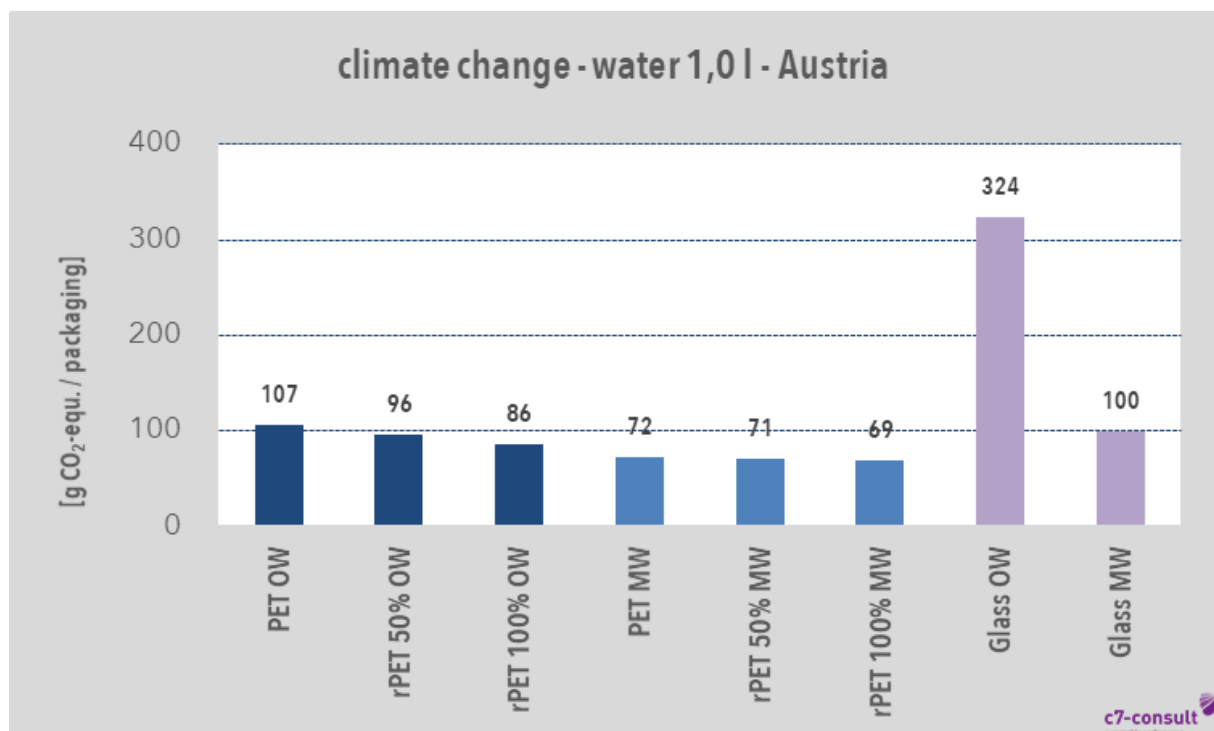


Abbildung 6: Klimawandel - Mineralwasser

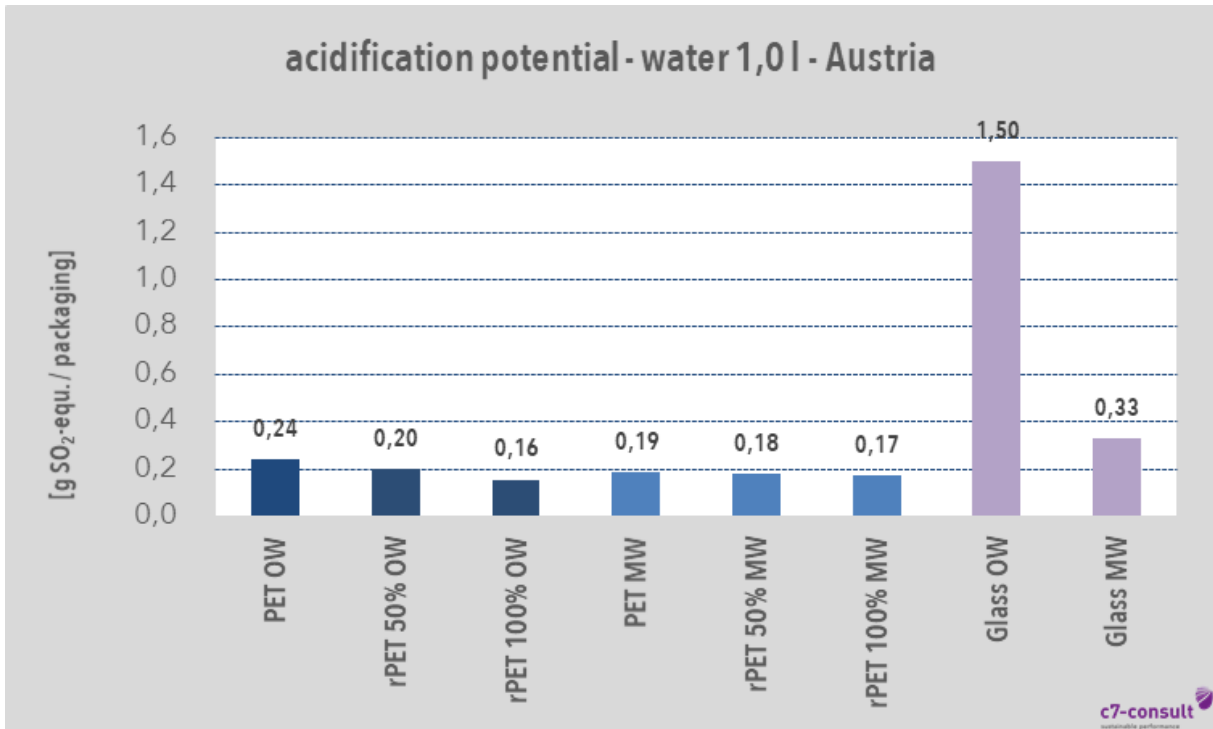


Abbildung 7: Versauerung - Mineralwasser

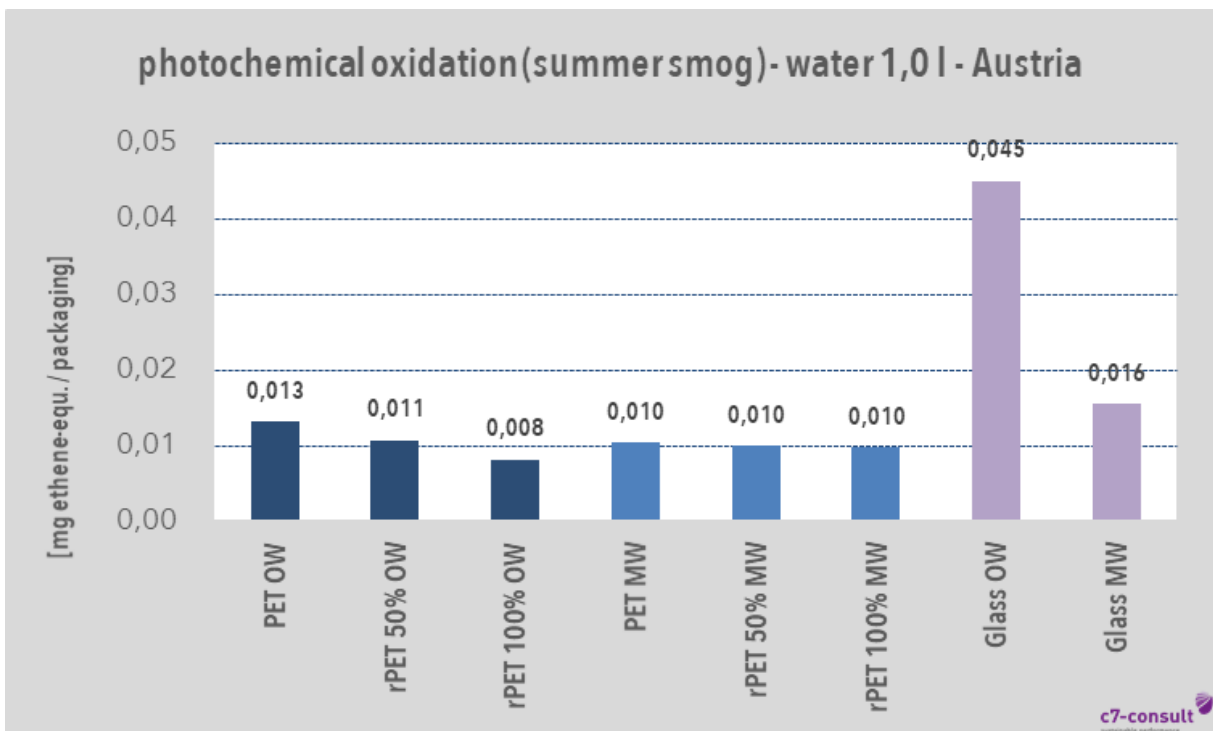


Abbildung 8: Sommersmog - Mineralwasser

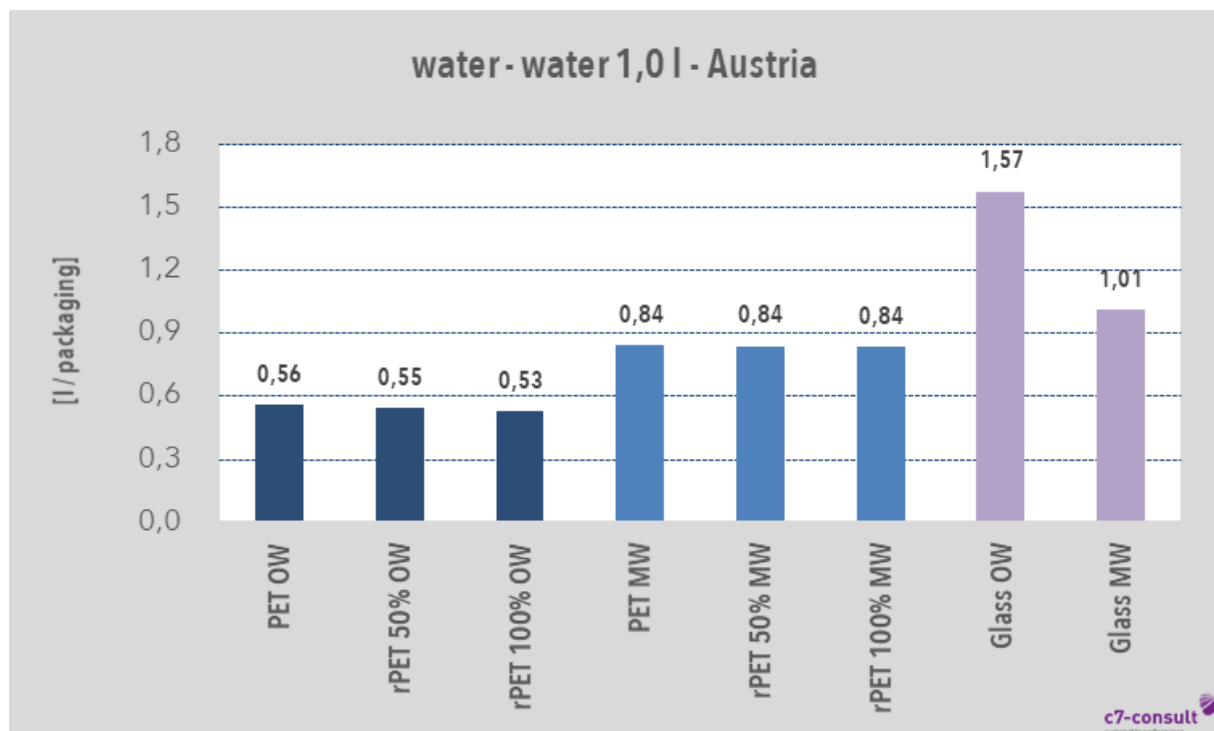


Abbildung 9: Wasserverbrauch - Mineralwasser

5.3 Ergebnisse für Milch

Beim Klimawandel zeigen die HDPE Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil und der Getränkeverbundkarton die günstigsten Ergebnisse. Je nach Rezyklatanteil (50 - 100 %) liegt der Carbon Footprint der HDPE Einwegflasche bei 82 bis 89 g CO₂-Äqu. Einen Carbon Footprint von ca. 100 g CO₂-Äqu. weisen die PET Einwegflasche aus 100 % rPET und die HDPE Flasche ohne Rezyklatanteil auf. Die Glas Mehrwegflasche weist einen Carbon Footprint von 114 g CO₂-Äqu. auf und liegt somit gleichauf mit der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil mit 117 g CO₂-Äqu., aber knapp hinter der PET Einwegflasche mit 50 % rPET. Die Glas Einwegflasche hat mit 335 g CO₂-Äqu. den bei weitem höchsten Carbon Footprint der hier untersuchten Gebinde.

Bei der Versauerung schneiden die HDPE Einwegflaschen mit einem Versauerungspotential von 0,17 bis 0,21 g SO₂-Äqu. am besten ab. Die PET Einwegflaschen mit 100 % rPET liegt etwa gleichauf mit dem Getränkeverbundkarton, die ein Versauerungspotential von 0,25 beziehungsweise 0,24 g SO₂-Äqu. aufweisen. Die Glas Mehrwegflasche hat mit 0,42 g SO₂-Äqu. ein deutlich höheres Versauerungspotential. Weit abgeschlagen liegt die Glas Einwegflasche mit einem Versauerungspotential von 1,6 g SO₂-Äqu.

Wesentlich ausgeglichener ist das Ergebnis beim Sommersmog. Die HDPE Einwegflasche mit 100 % Rezyklat zeigt mit 0,010 g Ethen-Äqu. das geringste photochemische Oxidationspotential, gefolgt von der HDPE Einwegflasche mit 50 % Rezyklat mit 0,012 g Ethen-Äqu. Dahinter folgen gleichauf die PET Einwegflasche mit 100 % rPET und der Getränkeverbundkarton welche ein photochemische Oxidationspotential von 0,013 g Ethen-Äqu. haben. Die HDPE Einwegflasche ohne Rezyklatanteil schneidet mit 0,015 g Ethen-Äqu. ähnlich gut ab wie und die PET Einwegflasche mit 50 % rPET. Die Glas Mehrwegflasche zeigt mit 0,019 g Ethen-Äqu. ein ähnliches Ergebnis wie die PET Einwegflasche ohne

Rezyklatanteil. Die Glas Einwegflasche hat mit 0,050 g Ethen-Äqu. das höchste photochemische Oxidationspotential.

Beim Wasserverbrauch liegen die HDPE Einwegflaschen mit ca. 0,7 l knapp vor den PET Einwegflaschen mit 0,8 l. Der Getränkeverbundkarton hat mit 1,1 l einen geringeren Wasserverbrauch als die Glas Mehrwegflasche mit 1,2 l. Die Glas Einwegflasche zeigt mit einem Wasserverbrauch von 2,4 l auch in dieser Kategorie das schlechteste Ergebnis.

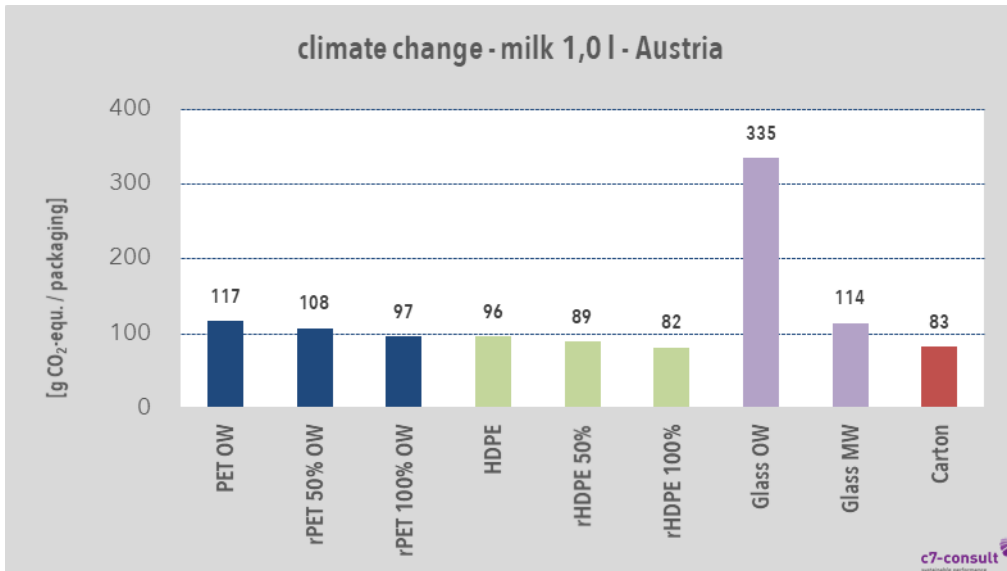


Abbildung 10: Klimawandel - Milch

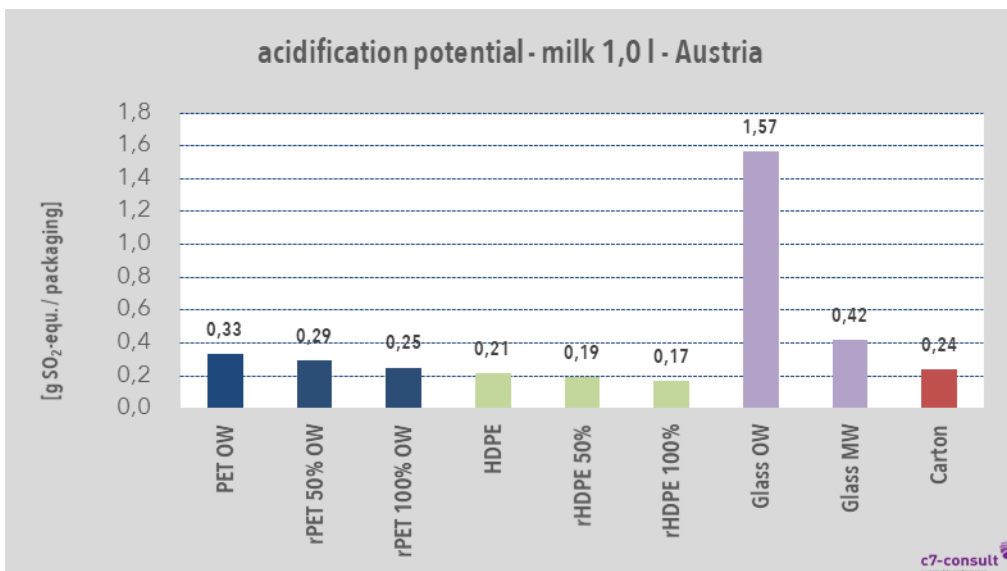


Abbildung 11: Versauerung - Milch

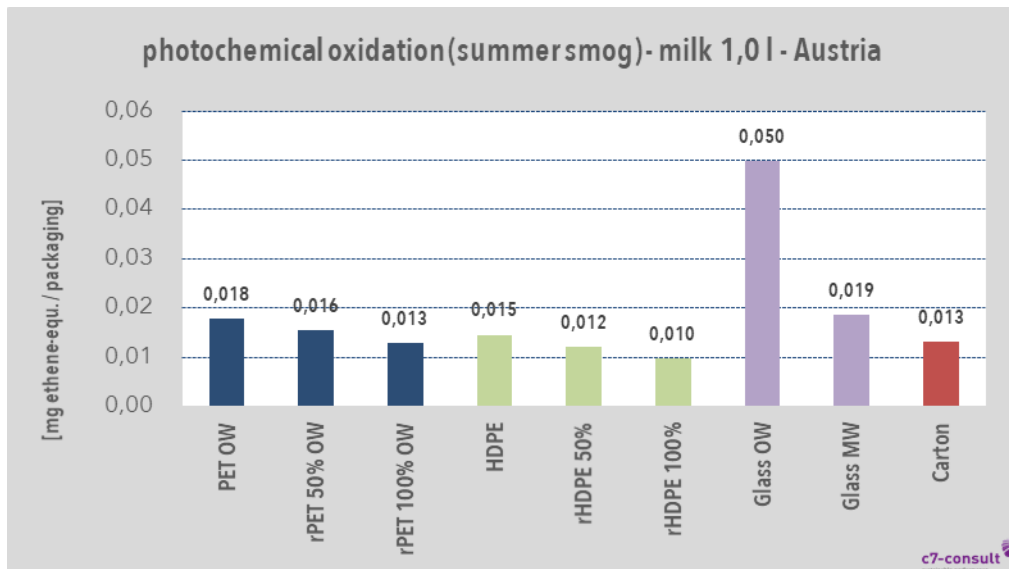


Abbildung 12: Sommersmog - Milch

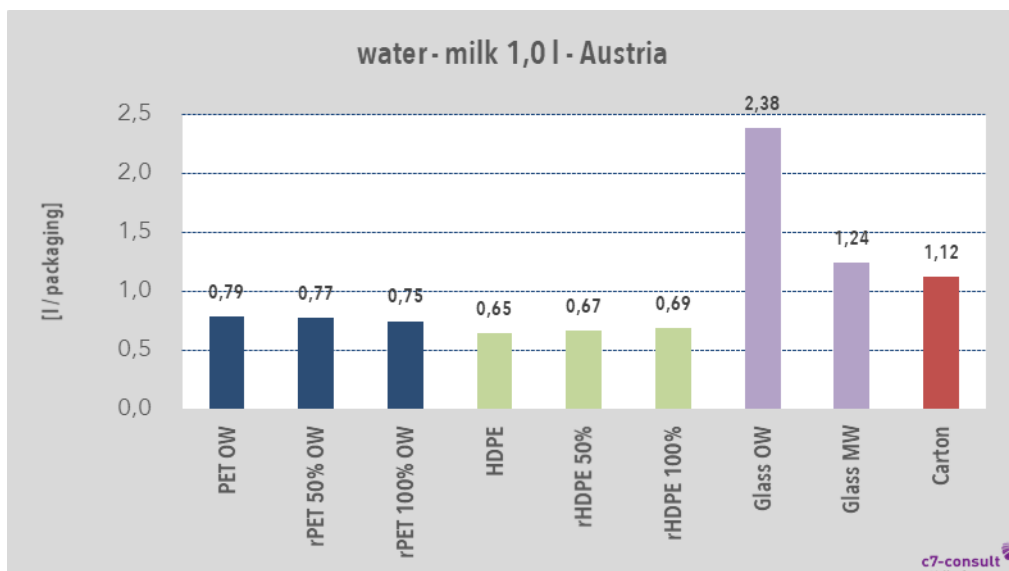


Abbildung 13: Wasserverbrauch - Milch

5.4 Ergebnisse für Limonade (CSD - carbonated soft drinks)

Beim Klimawandel liegen die PET Mehrwegflasche - je nach Rezyklatanteil - mit 59 bis 61 g CO₂-Äqu. ganz knapp vor der PET Einwegflasche mit 100 % rPET mit 62 g CO₂-Äqu.

Die PET Einwegflasche mit 50 % rPET liegt mit 71 g CO₂-Äqu. leicht hinter der Glas Mehrwegflasche mit 69 g CO₂-Äqu. Die PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil liegt deutlich vor der Aluminiumdose, welche einen Carbon Footprint von 105 g CO₂-Äqu. aufweist. Die Glas Einwegflasche hat mit 274 g CO₂-Äqu. den bei weitem höchsten Carbon Footprint der hier untersuchten Gebinde.

Bei der Versauerung schneidet die PET Einwegflaschen mit 100 % am besten ab. Sie hat ein Versauerungspotential von 0,13 g SO₂-Äqu. Die PET Mehrwegflaschen und die PET Einwegflasche mit 50 % rPET liegen mit 0,016 bis 0,17 g SO₂-Äqu. gleichauf. Die Glas

Mehrwegflasche kommt mit 0,24 g SO₂-Äqu. zumindest der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil nahe, welche ein Versauerungspotential von 0,20 g SO₂-Äqu. aufweist. Das Versauerungspotential der Aluminiumdose ist mit 0,54 g SO₂-Äqu. doppelt so hoch. Weit abgeschlagen liegt die Glas Einwegflasche mit einem Versauerungspotential von 1,25 g SO₂-Äqu.

Ident ist die Reihenfolge der Gebinde für das Ergebnis Sommersmog. Bei der Versauerung schneidet die PET Einwegflaschen mit 100 % am besten ab. Sie hat ein photochemisches Oxidationspotential von 0,007 g Ethen-Äqu. Die PET Mehrwegflaschen und die PET Einwegflasche mit 50 % rPET liegen mit 0,008 bis 0,009 g Ethen -Äqu. gleichauf. Die Glas Mehrwegflasche kommt mit 0,0013 g SO₂-Äqu. zumindest der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil nahe, welche ein photochemisches Oxidationspotential von 0,0011 g Ethen -Äqu. aufweist. Das photochemische Oxidationspotential der Aluminiumdose und der Glas Einwegflasche liegt bei 0,0042 g Ethen -Äqu.

Beim Wasserverbrauch hat der Rezyklatanteil der PET Flaschen keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis. Die PET Einwegflaschen verbrauchen 0,35 l Wasser, PET Mehrwegflaschen verbrauchen 0,9 l Wasser. Die Glas Mehrwegflasche und die Aluminiumdose verbrauchen jeweils 1,0 l Wasser. Die Glas Einwegflasche zeigt mit einem Wasserverbrauch von 2,0 l auch in dieser Kategorie das schlechteste Ergebnis.

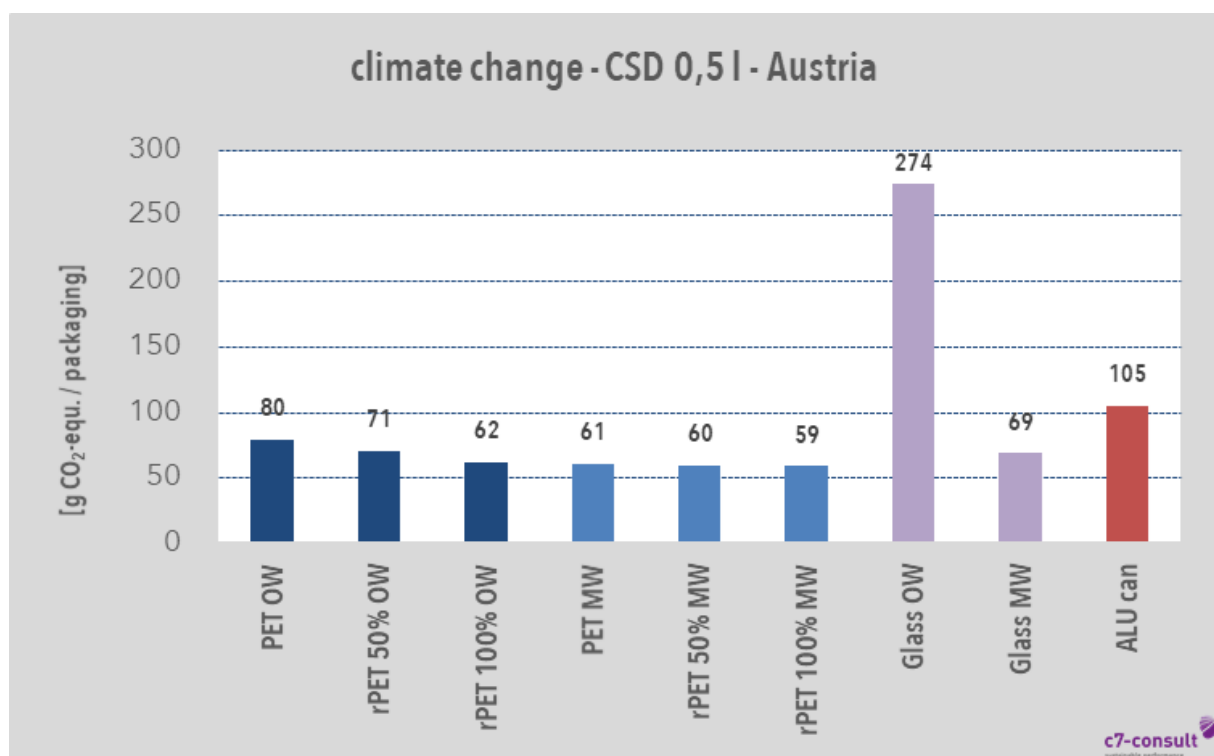


Abbildung 14: Klimawandel - Limonade / CDS

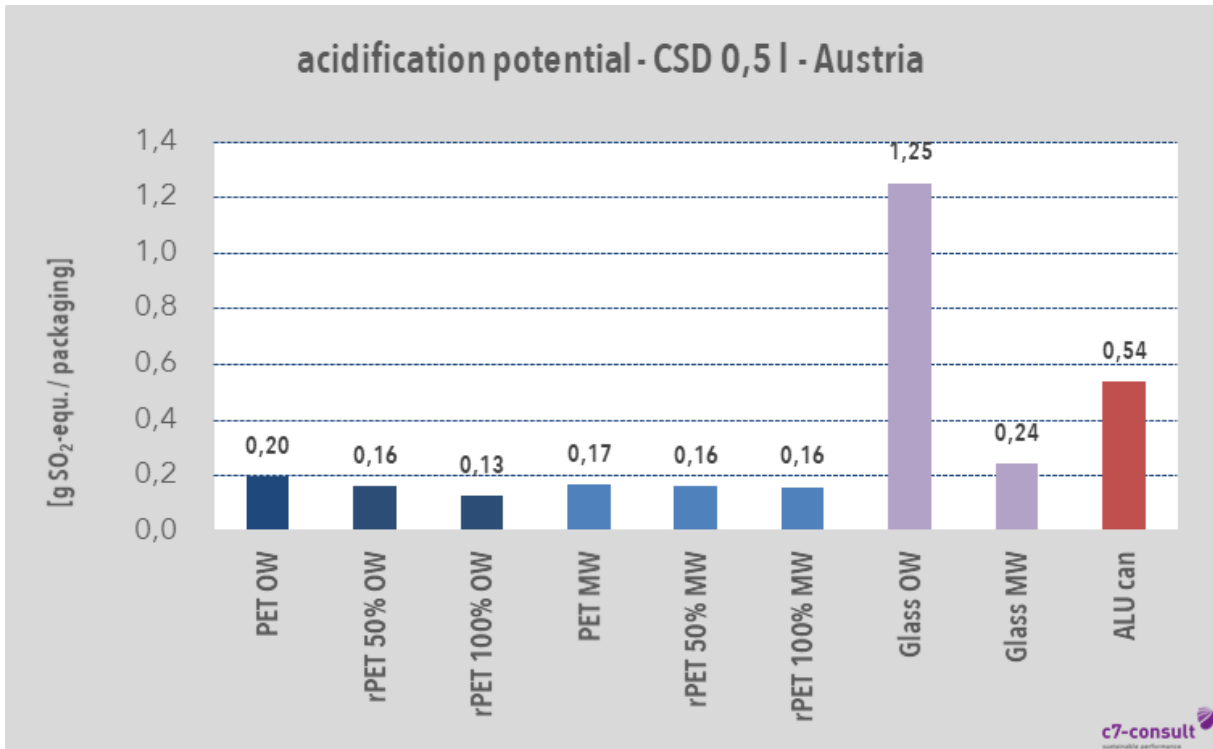


Abbildung 15: Versauerung - Limonade / CDS

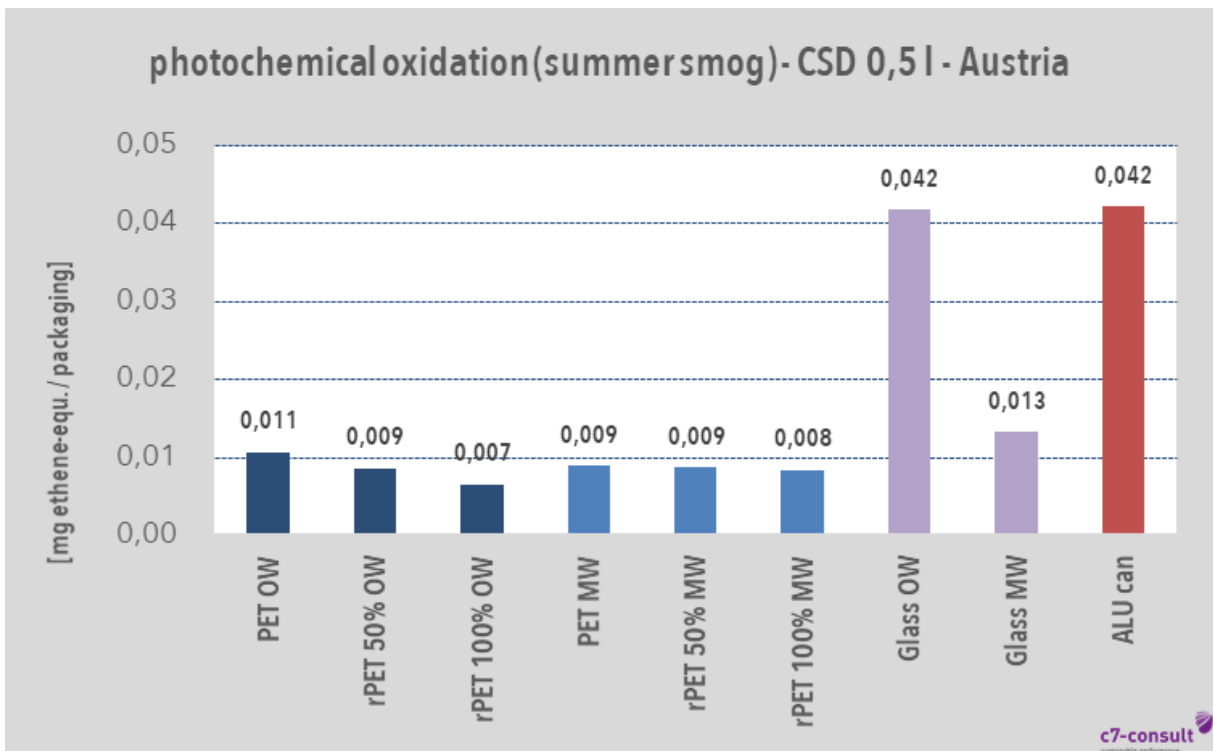


Abbildung 16: Sommersmog - Limonade / CDS

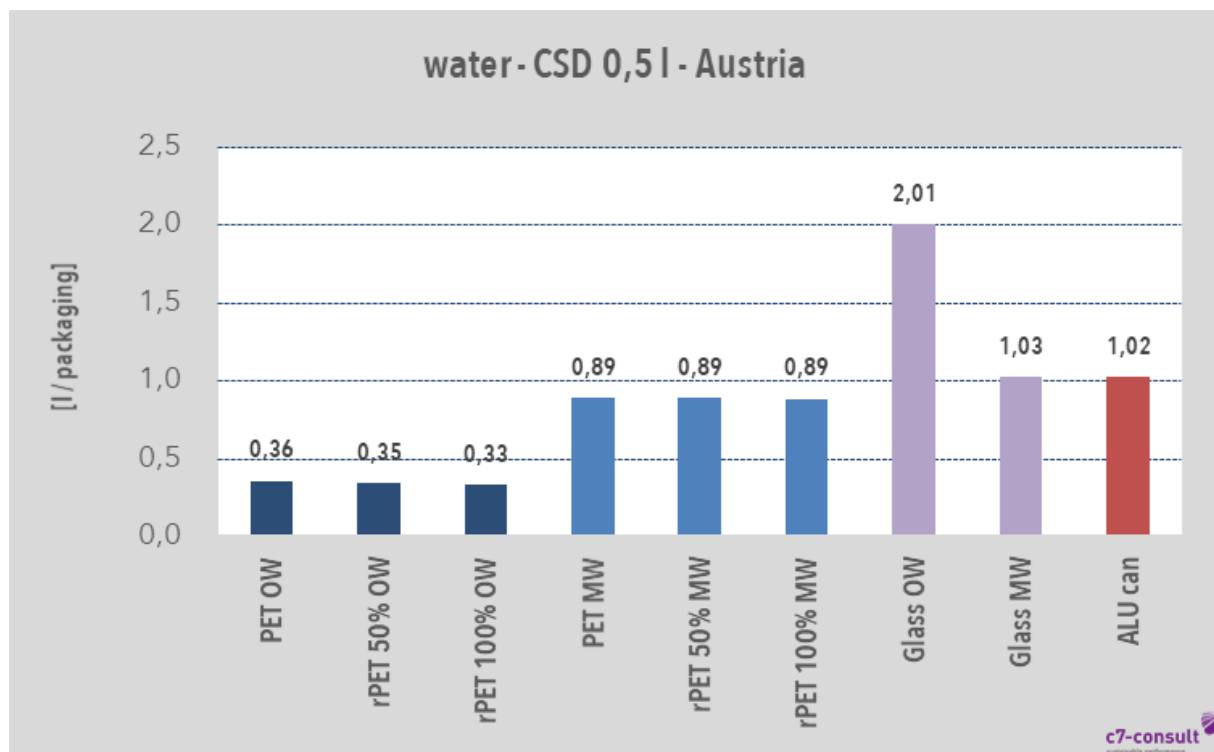


Abbildung 17: Wasserverbrauch - Limonade / CDS

5.5 Ergebnisse für Waschmittel

Bei den Waschmittelverpackungen gibt es einen klaren ökologischen Sieger. Der PP Pouch - eine Nachfüllpackung - schneidet bei allen Kriterien deutlich am besten ab.

Beim Klimawandel hat PP Pouch (samt anteiliger Originalflasche) mit 147 g CO₂-Äqu. den kleinsten Carbon Footprint. Die PET und HDPE Flaschen haben bei gleichem Rezyklatanteil auch vergleichbare Ergebnisse. Diese liegen mit steigendem Rezyklatanteil bei ca. 360, 320 beziehungsweise 280 g CO₂-Äqu. Die PP Flasche hat mit 460 g CO₂-Äqu. den höchsten Carbon Footprint.

Das Versauerungspotential ist beim PP Pouch mit 0,06 g SO₂-Äqu. am geringsten. HDPE Einwegflaschen haben je nach Rezyklatanteil ein Versauerungspotential von 0,35 bis 0,58 g SO₂-Äqu. Die PET Einwegflaschen haben je nach Rezyklatanteil ein Versauerungspotential von 0,55 bis 0,89 g SO₂-Äqu. und liegen demnach bei vergleichbarem Rezyklatanteil deutlich über den HDPE Flaschen. Die PP Flasche hat ein Versauerungspotential von 0,70 g SO₂-Äqu. und liegt somit im Bereich der PET Einwegflasche mit 50 % rPET.

Wesentlich ausgeglichener ist das Ergebnis beim Sommersmog. Der PP Pouch hat zwar mit 0,01 g Ethen-Äqu. das geringste photochemische Oxidationspotential, dahinter liegen aber die Einwegflaschen ohne Rezyklatanteil aus PET, HDPE und PP mit ca. 0,05 bis 0,029 g Ethen-Äqu. gleichauf. Besser schneiden die Einwegflaschen aus PET und HDPE ab, wenn der Rezyklatanteil steigt. Bei 100 % Rezyklatanteil haben PET und HDPE Einwegflaschen ein photochemische Oxidationspotential von 0,029 beziehungsweise 0,024 g Ethen-Äqu.

Beim Wasserverbrauch schneidet wieder der PP Pouch mit 1,1 l am besten ab. Die Einwegflaschen liegen aber alle eher eng beisammen. Der Rezyklatanteil ändert am Ergebnis

eher wenig. Dies liegt daran, dass der Anteil der Verkaufs- und Transportverpackung am Gesamtergebnis Wasserverbrauch sehr hoch ist. Waschmittelverpackungen benötigen wegen ihrer Form im Vergleich zu Getränkegebinden pro Gebinde viel mehr Kartonverpackung. Dies wirkt sich auf den Wasserverbrauch aus. Der Wasserverbrauch der PET Flaschen sinkt mit steigendem Rezyklatanteil von 2,3 auf 2,1 l, jener von HDPE Flaschen steigt mit steigendem Rezyklatanteil von 1,8 auf 2,0 l. Die PP Flasche verbraucht 2,1 l Wasser.

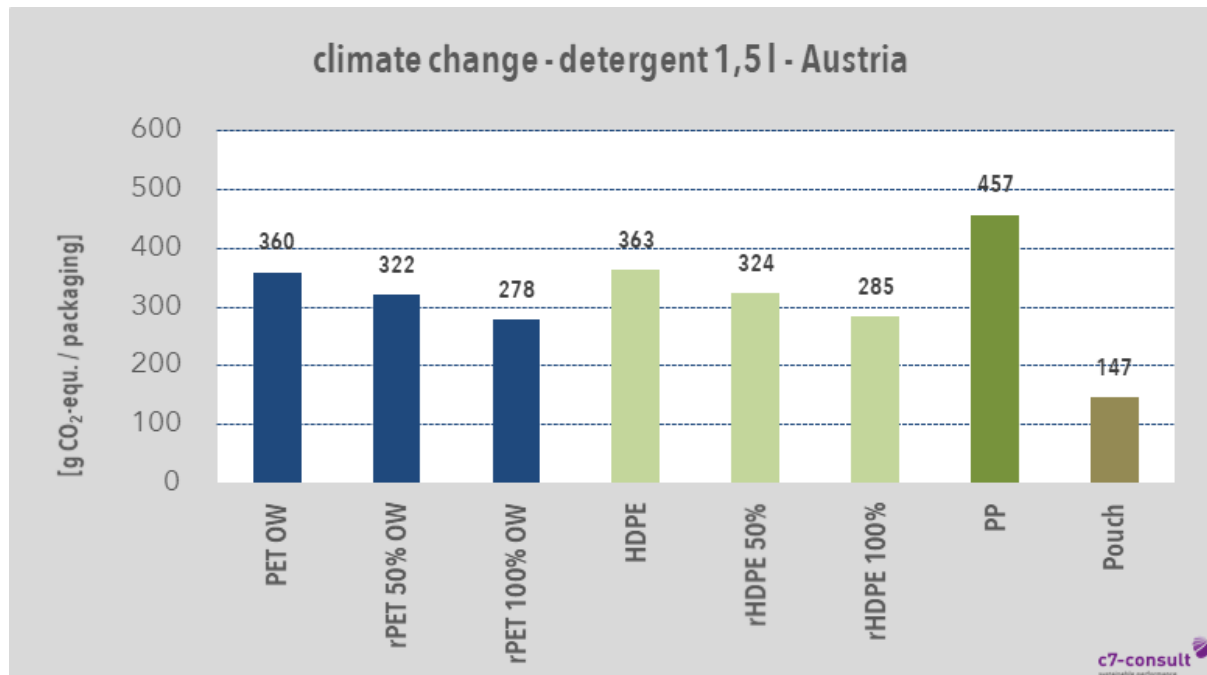


Abbildung 18: Klimawandel - Waschmittel

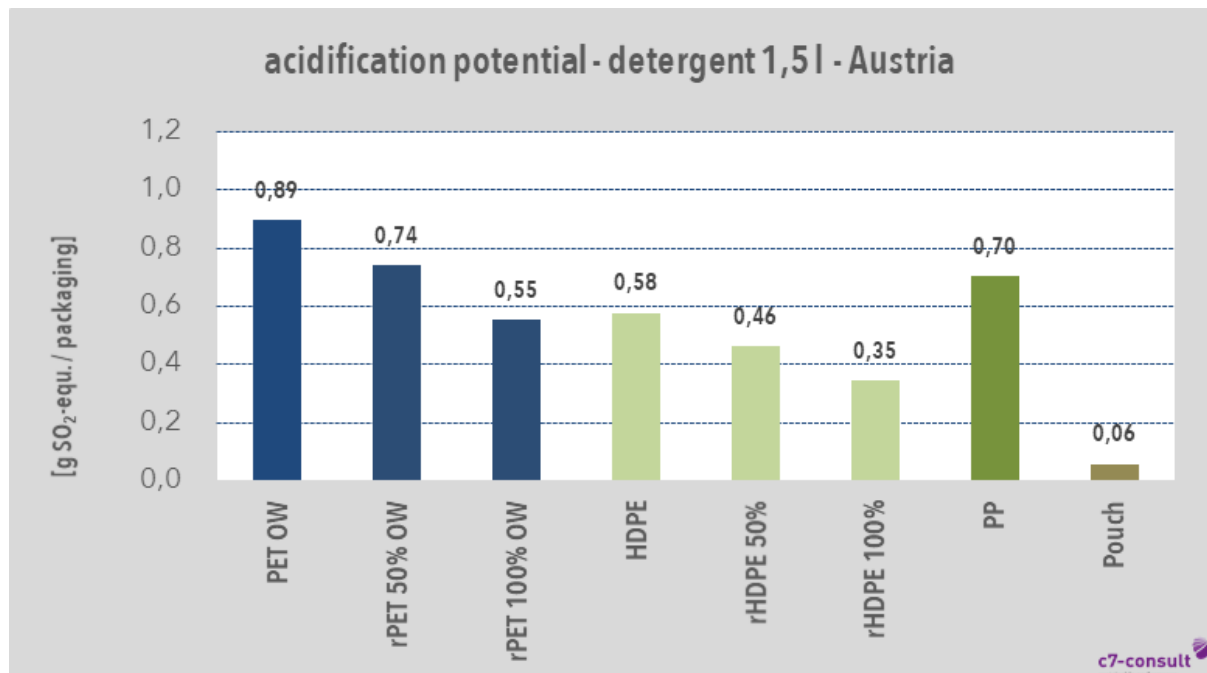


Abbildung 19: Versauerung - Waschmittel

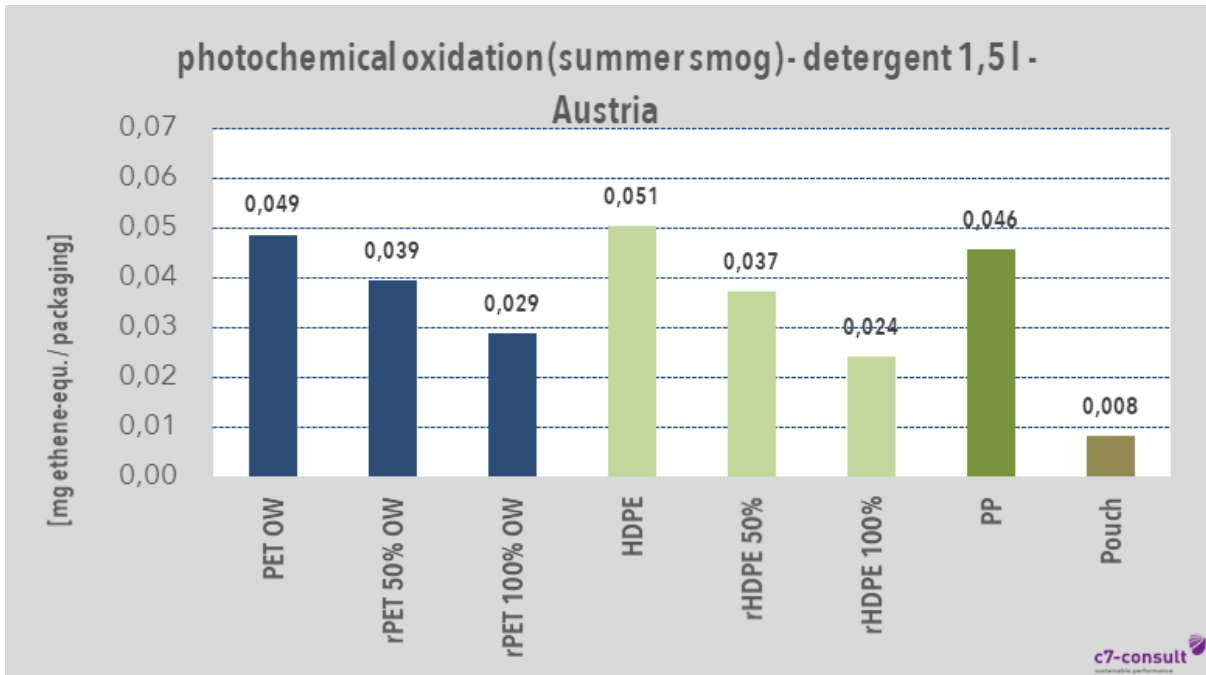


Abbildung 20: Sommersmog - Waschmittel

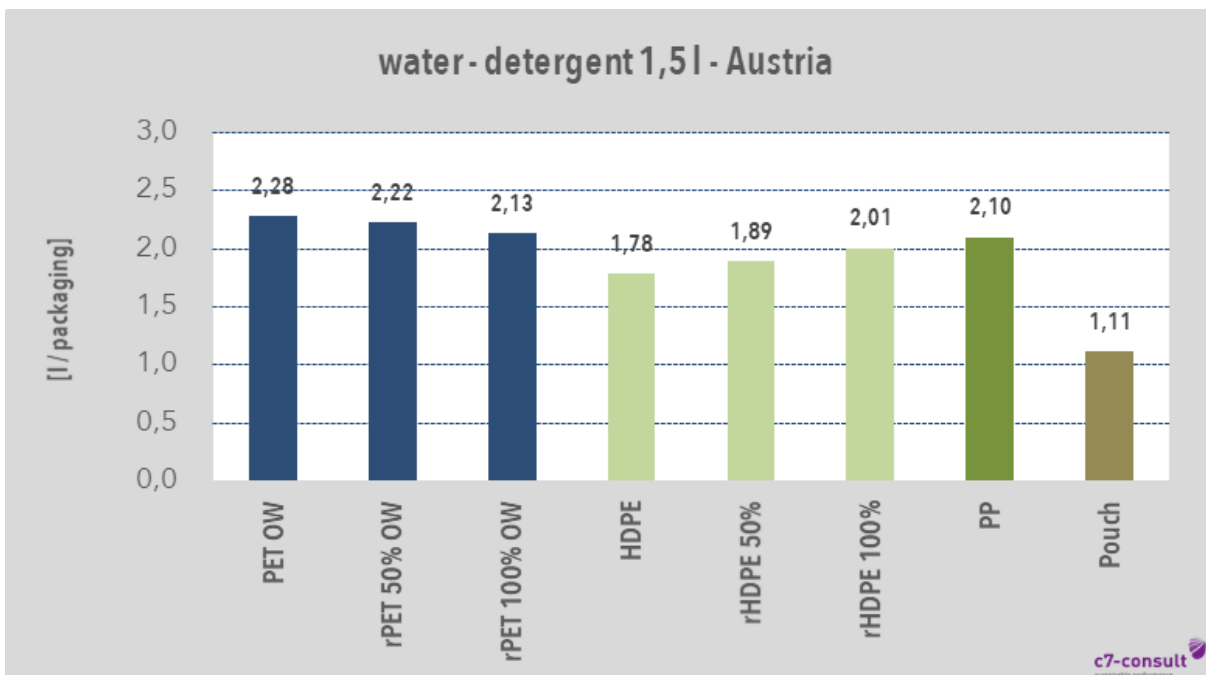


Abbildung 21: Wasserverbrauch - Waschmittel

6 Sensitivitätsanalyse

Bei den folgenden Sensitivitätsanalysen ist das Ergebnis der Ökobilanz der Basisvariante in den Abbildungen auf der linken Seitenhälfte dargestellt, jenes der Sensitivitätsberechnung auf der rechten Seitenhälfte. Dies ermöglicht einen raschen Vergleich der Basisvariante mit den geänderten Rahmenbedingungen.

6.1 Veränderung der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Mineralwasser

Die Steigerung der Umlaufzahl bei Glas-Mehrwegflasche für Mineralwasser von 30 auf 50 Umläufe verbessert das Ergebnis der Glas-Mehrwegflasche nicht signifikant von 100 auf 96 g CO₂-Äqu. Dies liegt zum einen in der ohnehin schon hoch angenommenen Umlaufzahl von 30 und zum anderen daran, dass die Transporte bei der Distribution deswegen nicht geringer werden.

Beim Klimawandel liegt die Glas Mehrwegflasche mit 50 Umläufen gleichauf mit der PET Einwegflasche mit 50 % rPET; beide weisen einen Carbon Footprint von 96 g CO₂-Äqu. auf. Die PET Mehrwegflaschen sind auch bei geringerer Umlaufzahl von 10 besser als die PET Einwegflaschen.

Bei der Versauerung und beim Sommersmog ändert die Steigerung der Umlaufzahl bei Glas Mehrwegflasche nichts am Gesamtergebnis. Sie bleibt hinter den PET Flaschen (Einweg und Mehrweg) zurück. Selbiges gilt für den Wasserverbrauch.

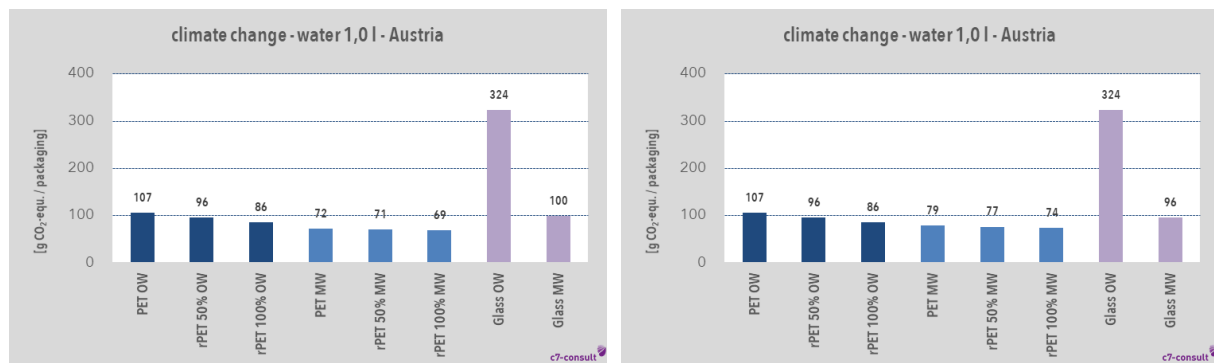


Abbildung 22: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser: links Basisvariante PET MW 20 Umläufe und Glas Mehrweg 30 Umläufe, rechts PET MW 10 Umläufe und Glas Mehrweg 50 Umläufe – Ergebnis Klimawandel

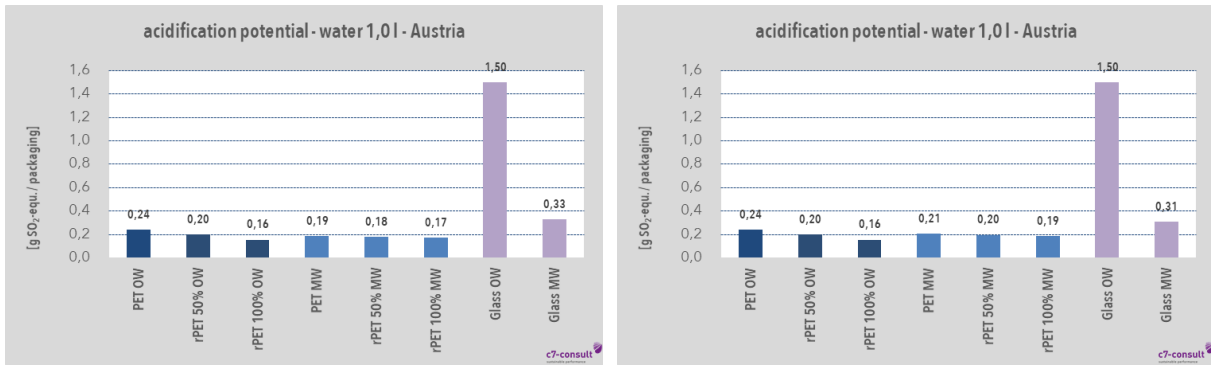


Abbildung 23: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser: links Basisvariante PET MW 20 Umläufe und Glas Mehrweg 30 Umläufe, rechts PET MW 10 Umläufe und Glas Mehrweg 50 Umläufe – Ergebnis Versauerung

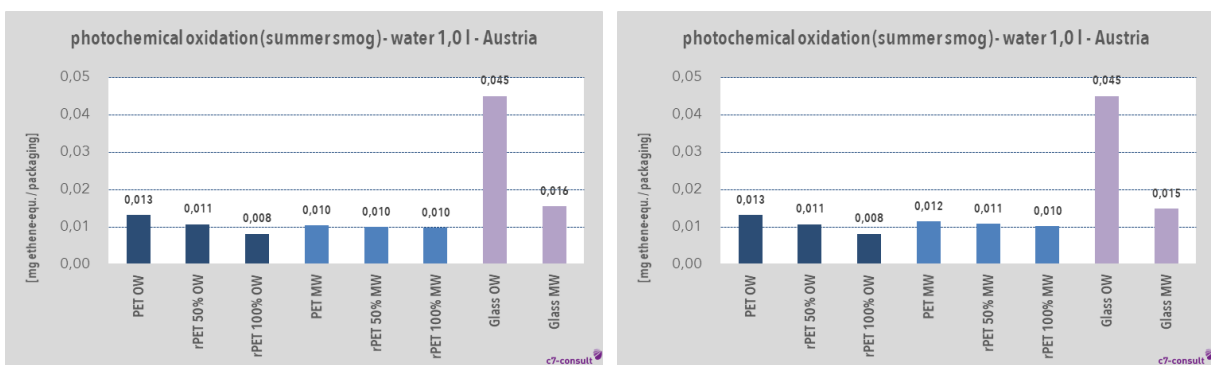


Abbildung 24: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser: links Basisvariante PET MW 20 Umläufe und Glas Mehrweg 30 Umläufe, rechts PET MW 10 Umläufe und Glas Mehrweg 50 Umläufe – Ergebnis Sommersmog

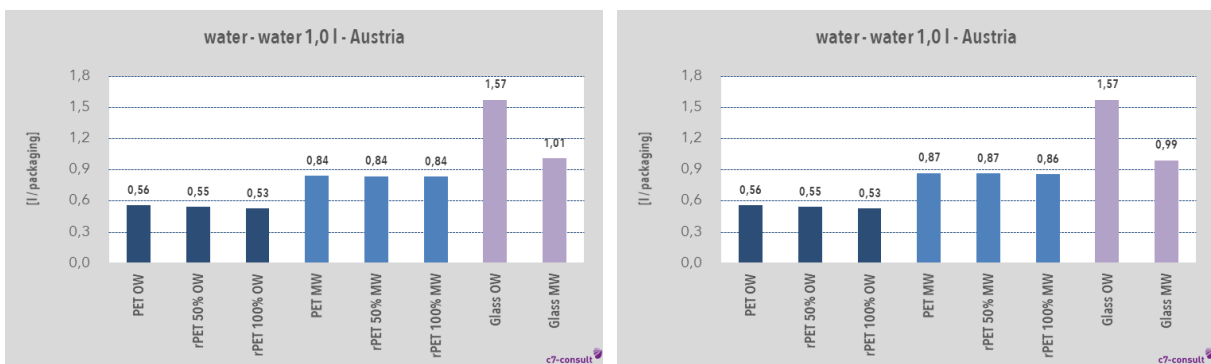


Abbildung 25: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser: links Basisvariante PET MW 20 Umläufe und Glas Mehrweg 30 Umläufe, rechts PET MW 10 Umläufe und Glas Mehrweg 50 Umläufe – Ergebnis Wasserverbrauch

6.2 Reduktion der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Mineralwasser

Bei einer Reduktion der Umlaufzahl der Glas-Mehrwegflasche von 30 auf 18 Umläufe ist die Glas Mehrwegflasche gleichauf mit der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil. Bei der Reduktion der Umlaufzahl bei PET Mehrwegflaschen von 20 auf 4 zeigen PET Einwegflaschen und PET Mehrwegflaschen mit gleichem Rezyklatanteil ähnliche Ergebnisse.

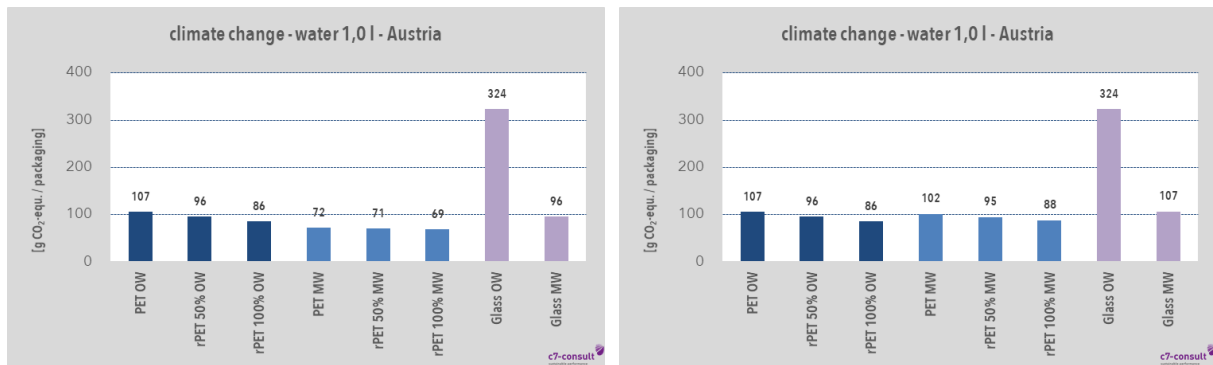


Abbildung 26: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser: links Basisvariante PET MW 20 Umläufe und Glas Mehrweg 30 Umläufe, rechts PET MW 4 Umläufe und Glas Mehrweg 18 Umläufe – Ergebnis Klimawandel

6.3 Auswirkungen der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Mineralwasser

In der vorliegenden Analyse wurde die Umlaufzahl für PET Mehrwegflaschen mit 20 festgelegt, jene für Glas Mehrwegflaschen mit 30.

Wie die folgenden Grafiken und die Tabelle zeigen, ergeben sich bei der PET Mehrwegflasche ohne Rezyklatanteil beim Klimawandel bei einer Umlaufzahl von 10 - im Falle der 100 % rPET Flasche bei einer Umlaufzahl von 8 - nur um 10 % höhere Ergebnisse als in der Basisvariante mit 20 Umläufen.

Die Glas Mehrwegflasche hat bei einer Umlaufzahl von 16 nur um 10 % höhere Ergebnisse beim Klimawandel als die Basisvariante mit 30 Umläufen.

PET Mehrwegflaschen sollten demnach mindestens eine Umlaufzahl von 10 erreichen. Eine weitere Steigerung der Umlaufzahl erzeugt nur mehr wenig zusätzlichen Umweltnutzen. Glas Mehrwegflaschen sollten mindestens eine Umlaufzahl von 16 erreichen.

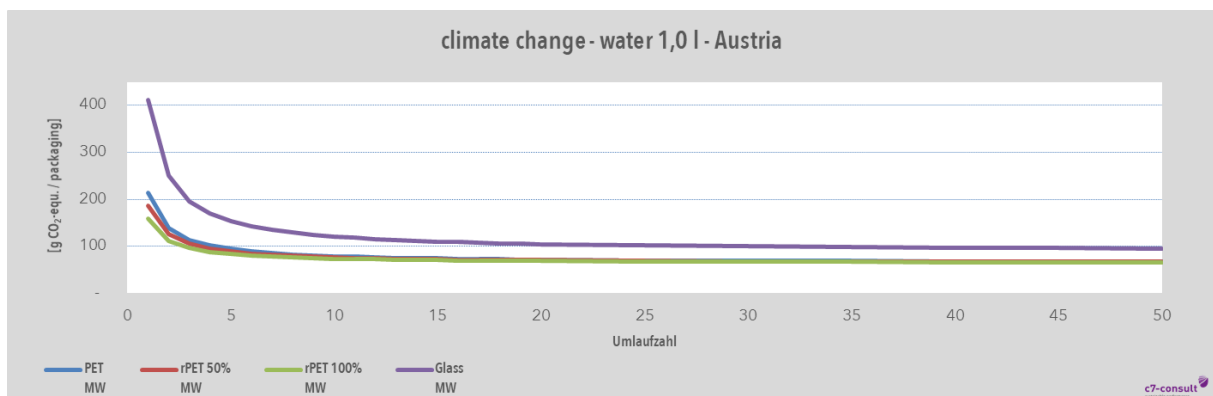


Abbildung 27: Umlaufzahl von 1 bis 50 Umläufen bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser – Ergebnis Klimawandel

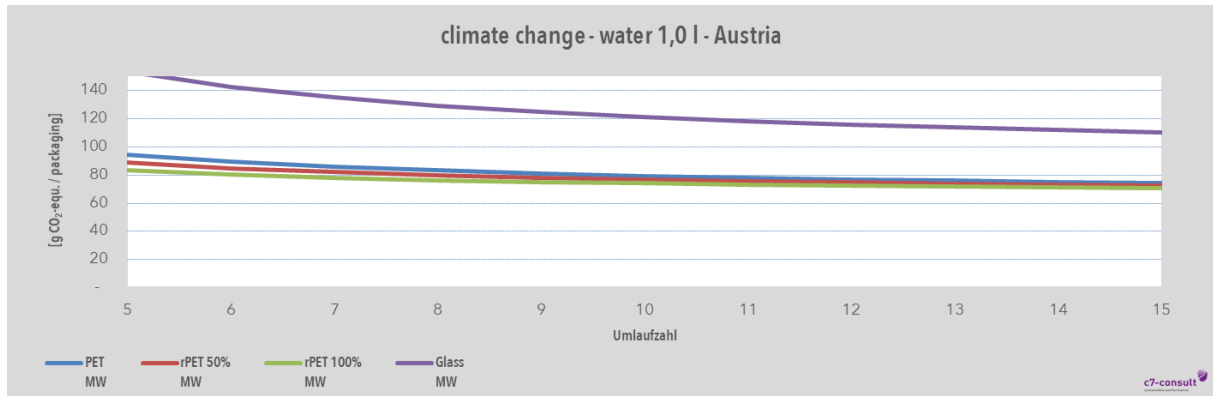


Abbildung 28: Umlaufzahl von 5 bis 15 Umläufen bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser - Ergebnis Klimawandel

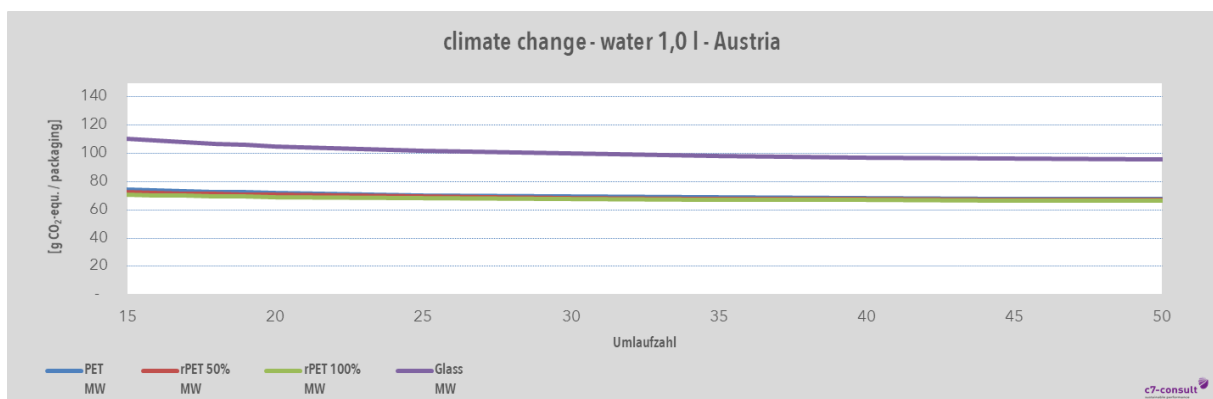


Abbildung 29: Umlaufzahl von 15 bis 50 Umläufen bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser - Ergebnis Klimawandel

In der folgenden Tabelle ist der Carbon Footprint der Mehrwegflaschen dargestellt. Fett und dunkler markiert sind die Zellen bei PET Mehrwegflaschen mit der festgelegten Umlaufzahl von 20, bei der Glas Mehrwegflasche mit 30. Heller markiert sind jene Zellen, bei denen der Carbon Footprint in einer Bandbreite von + 10 % und - 10 % vom Ergebnis der Basisvariante liegt.

Tabelle 5: Umlaufzahl von 1 bis 50 Umläufen bei Mehrwegflaschen für Mineralwasser - Ergebnis Klimawandel

| Umlaufzahl | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass MW |
|------------|--------------------------------------|-------------|--------------|------------|
| | [g CO ₂ -Äqu / packaging] | | | |
| 1 | 214 | 187 | 160 | 412 |
| 2 | 139 | 126 | 112 | 250 |
| 3 | 114 | 105 | 96 | 197 |
| 4 | 102 | 95 | 88 | 170 |
| 5 | 94 | 89 | 84 | 154 |
| 6 | 89 | 85 | 80 | 143 |
| 7 | 86 | 82 | 78 | 135 |
| 8 | 83 | 80 | 76 | 129 |
| 9 | 81 | 78 | 75 | 125 |
| 10 | 79 | 77 | 74 | 121 |
| 11 | 78 | 76 | 73 | 118 |
| 12 | 77 | 75 | 72 | 116 |
| 13 | 76 | 74 | 72 | 114 |
| 14 | 75 | 73 | 71 | 112 |
| 15 | 74 | 73 | 71 | 111 |
| 16 | 74 | 72 | 70 | 109 |
| 17 | 73 | 72 | 70 | 108 |
| 18 | 73 | 71 | 70 | 107 |
| 19 | 72 | 71 | 70 | 106 |
| 20 | 72 | 71 | 69 | 105 |
| 25 | 70 | 69 | 68 | 102 |
| 30 | 69 | 69 | 68 | 100 |
| 35 | 69 | 68 | 67 | 98 |
| 40 | 68 | 68 | 67 | 97 |
| 45 | 68 | 67 | 67 | 96 |
| 50 | 67 | 67 | 66 | 96 |

6.4 Veränderung der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Milch

Nach einer Steigerung der Umlaufzahl der Glas-Mehrwegflasche von 15 auf 23 Umläufe liegt die Glas Mehrwegflasche mit der PET Einwegflasche mit 50 % Rezyklatanteil beim Klimawandel mit 108 g CO₂-Äqu. gleichauf.

Erst bei einer Steigerung der Umlaufzahl bei Glas-Mehrwegflasche von 15 auf 50 Umläufe wäre die Glas Mehrwegflasche beim Klimawandel mit 101 g CO₂-Äqu. im Bereich der PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil, die auf einen Carbon Footprint von 97 g CO₂-Äqu. kommt.

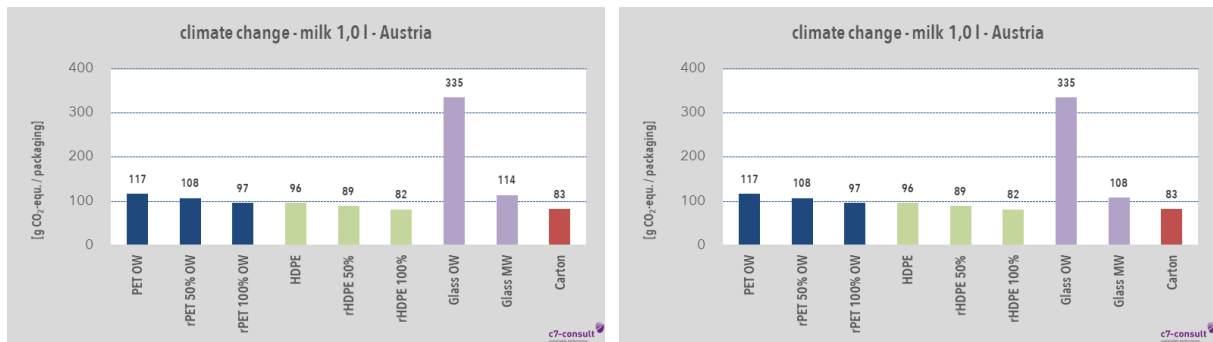


Abbildung 30: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Milch: links Basisvariante Glas Mehrweg 15 Umläufe, rechts Glas Mehrweg 23 Umläufe - Ergebnis Klimawandel

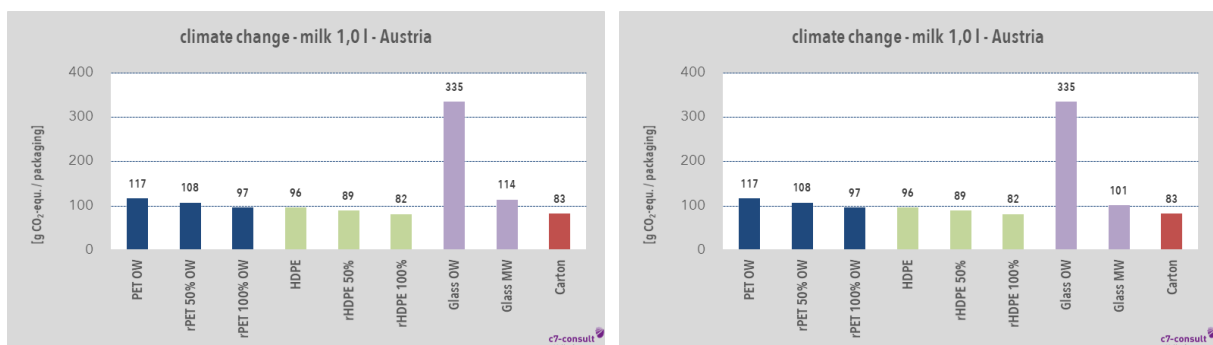


Abbildung 31: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Milch: links Basisvariante Glas Mehrweg 15 Umläufe, rechts Glas Mehrweg 50 Umläufe - Ergebnis Klimawandel

6.5 Reduktion der Umlaufzahl der Mehrwegflaschen für Milch

Bei einer Reduktion der Umlaufzahl bei der Glas-Mehrwegflasche von 15 auf 12 liegt die Glas Mehrwegflasche bereits leicht hinter der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil. Braunschöfer (2019) spricht von 12 Umläufen, dies ist auch die beim österreichischen Umweltzeichen für Mehrwegflaschen mindestens geforderte Umlaufzahl.

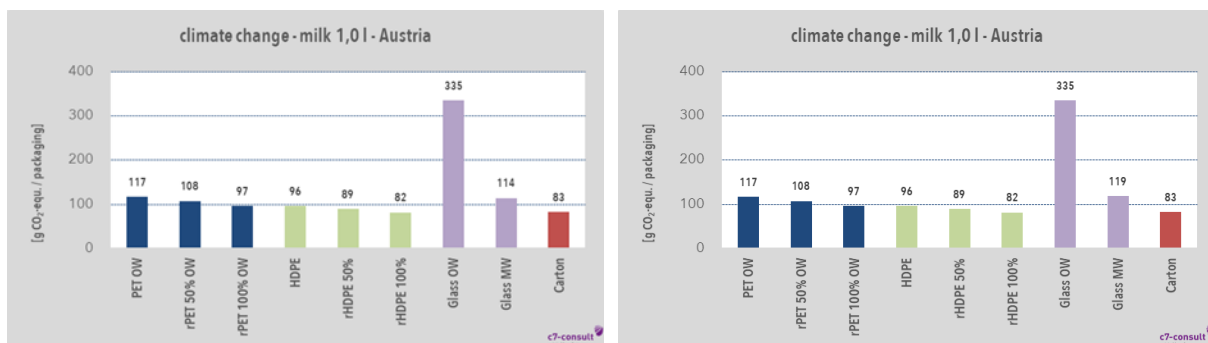


Abbildung 32: Änderung der Umlaufzahl bei Mehrwegflaschen für Milch: links Basisvariante Glas Mehrweg 15 Umläufe, rechts Glas Mehrweg 12 Umläufe - Ergebnis Klimawandel

6.6 Änderung der Transportdistanz der Distribution bei Mineralwasser

Bei einer Auslieferung von Mineralwasser vom Abfüller zum Zentrallager des Lebensmitteleinzelhandel über eine Distanz von 182 km sind die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche mit 50 % Rezyklatanteil beim Klimawandel mit 95 g CO₂-Äqu. gleichauf.

Sinkt die Transportdistanz bei einer Auslieferung von Mineralwasser vom Abfüller zum Zentrallager des Lebensmitteleinzelhandel auf 130 km liegen die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil beim Klimawandel mit 80 g CO₂-Äqu. gleichauf.

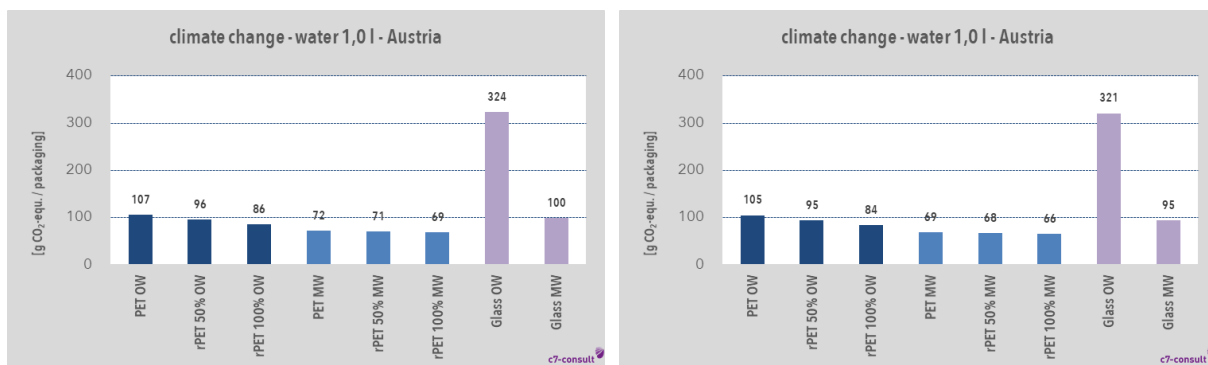


Abbildung 33: Änderung der Transportdistanz vom Abfüller Mineralwasser zum Zentrallager LEH: links Basisvariante 200 km, rechts 182 km- Ergebnis Klimawandel

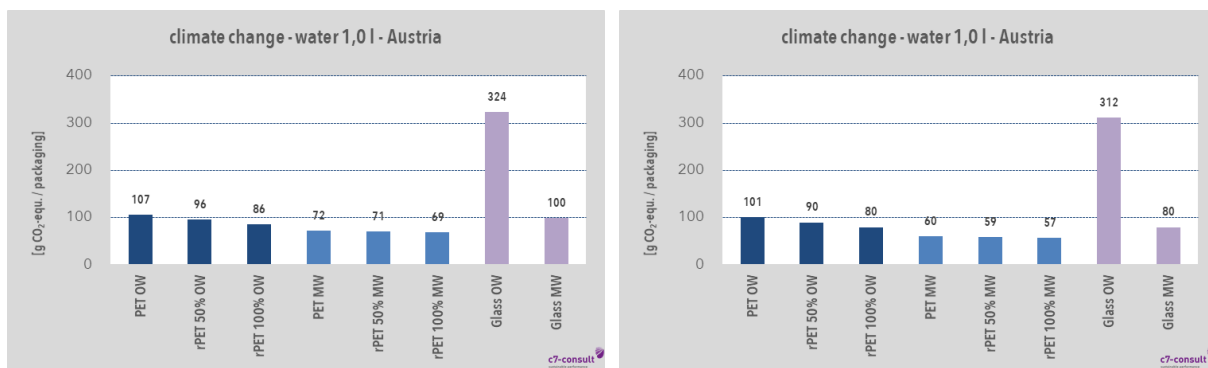


Abbildung 34: Änderung der Transportdistanz vom Abfüller Mineralwasser zum Zentrallager LEH: links Basisvariante 200 km, rechts 130 km- Ergebnis Klimawandel

6.7 Änderung der Transportdistanz der Distribution bei Milch

Bei einer Auslieferung von Milch vom Abfüller zum Zentrallager des Lebensmitteleinzelhandel über eine Distanz von 113 km sind die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche mit 50 % Rezyklatanteil beim Klimawandel mit 103 g CO₂-Äqu. gleichauf.

Sinkt die Transportdistanz bei einer Auslieferung von Milch vom Abfüller zum Zentrallager des Lebensmitteleinzelhandel auf 56 km liegen die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil beim Klimawandel mit 85 g CO₂-Äqu. gleichauf. Auch die HDPE Einwegflasche ohne Rezyklatanteil hat bei 56 km Distributionsentfernung einen Carbon Footprint von 85 g CO₂-Äqu. In diesem Fall liegt der Getränkeverbundkarton mit 70 g CO₂-Äqu. gleichauf mit der HDPE Flasche mit 100 % rHDPE.

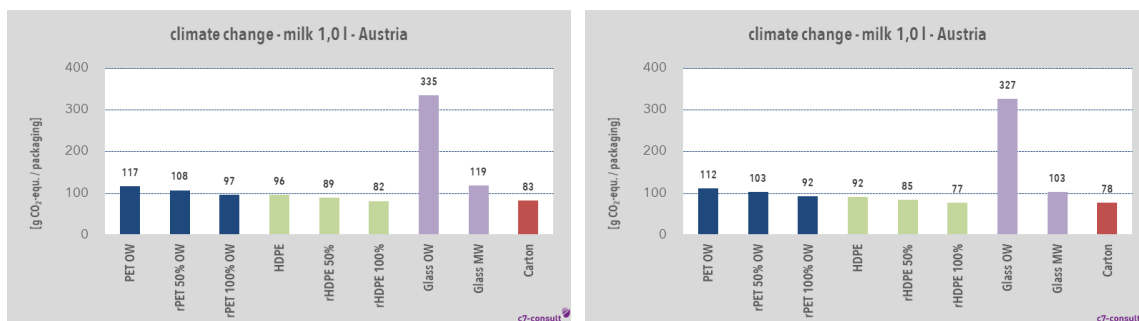


Abbildung 35: Änderung der Transportdistanz vom Abfüller der Milch zum Zentrallager LEH: links Basisvariante 150 km, rechts 113 km- Ergebnis Klimawandel

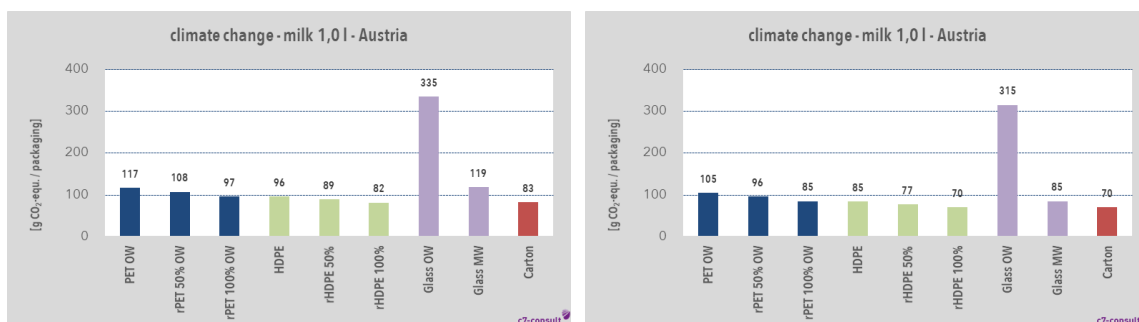


Abbildung 36: Änderung der Transportdistanz vom Abfüller der Milch zum Zentrallager LEH: links Basisvariante 150 km, rechts 56 km- Ergebnis Klimawandel

6.8 Getränkeverbundkarton für Milch

Der analysierte Getränkeverbundkarton entspricht eher einem „ökologisch optimierten“ Getränkeverbundkarton. Ein „convenience-optimierter“ Getränkeverbundkarton schneidet deutlich schlechter ab, da er im oberen Bereich der Verpackung mit viel Kunststoff gefertigt ist. Dabei sinkt zwar die Masse Karton, dafür steigt aber die Masse an Kunststoff deutlich an. Der „convenience-optimierte“ Getränkeverbundkarton hat einen Carbon Footprint von 100 g CO₂-Äqu. und liegt somit beim Klimawandel deutlich hinter allen HDPE Einwegflaschen und auch leicht hinter der PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil.

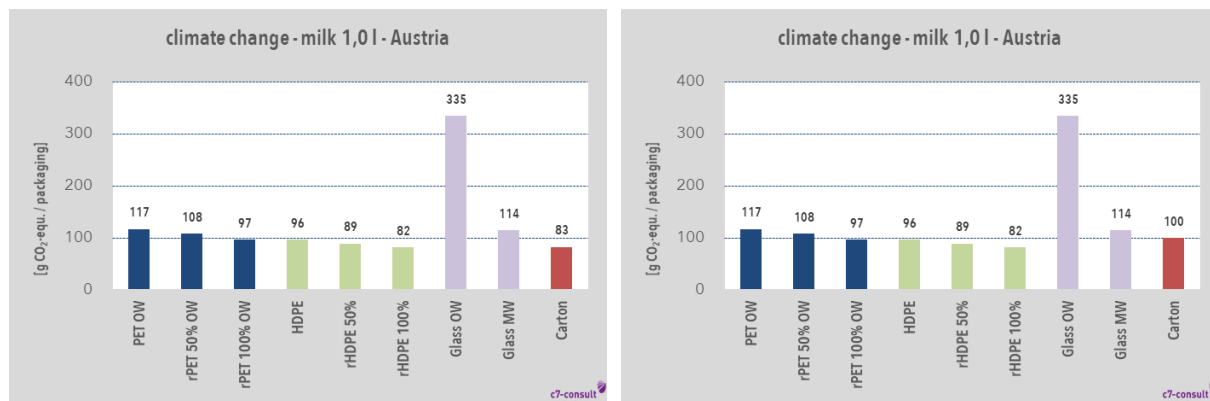


Abbildung 37: Änderung des Getränkeverbundkarton: links Basisvariante mit ökologisch optimierten Getränkeverbundkarton, rechts „convenience-optimierter“ Getränkeverbundkarton - Ergebnis Klimawandel

6.9 Änderung der Sekundärmaterialanteils bei Aluminiumdosen für Limonade

Zur Berechnung der Umweltauswirkungen der Aluminiumdosen wurde ein Sekundärmaterialanteil von 41 % angesetzt. Steigt dieser Anteil bei Aluminiumdosen für Limonade auf 90 % so liegen die Aluminiumdose, die Glas Mehrwegflasche und PET Einwegflasche mit 50 % Rezyklatanteil mit 66 bis 71 g CO₂-Äqu. gleichauf, aber hinter der PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil.

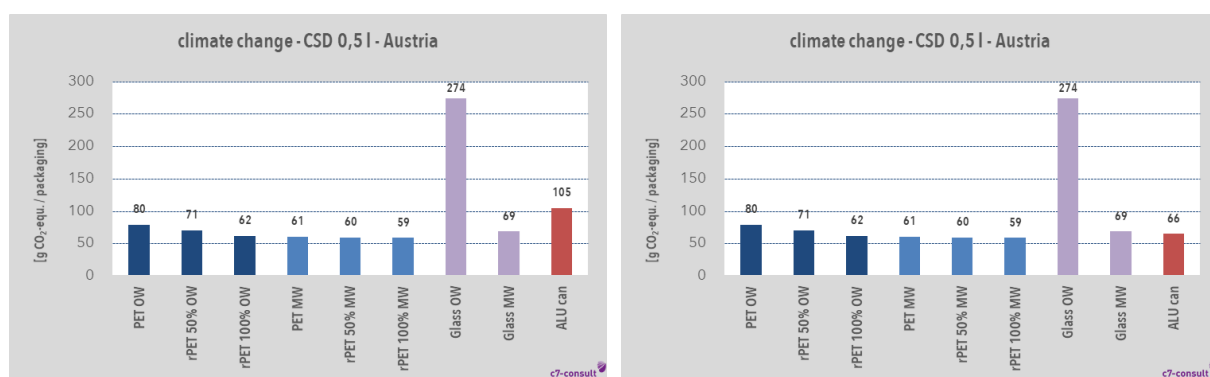


Abbildung 38: Änderung des Sekundärmaterialanteils bei Aluminiumdosen für Limonade: links Basisvariante 40 % Sekundärmaterial-einsatz, rechts 90 % Sekundärmaterial-einsatz - Ergebnis Klimawandel

6.10 Änderung der separaten Sammlung und Verwertung von PET Flaschen für Mineralwasser

In Österreich werden 73 % der konsumierten PET Flaschen separat gesammelt und 57 % stofflich verwertet. Bei einer separaten Sammlung von 90 % der PET Flaschen und einer stofflichen Verwertung von 80 % sinkt der Carbon Footprint der PET Einwegflaschen mit 0 % und 100 % rPET um 11 g CO₂-Äqu. Die PET Einwegflasche mit 30 % Rezyklatanteil hat unter diesen Rahmenbedingungen einen Carbon Footprint von 90 g CO₂-Äqu. und ist somit um 10 % besser als die Glas Mehrwegflasche mit 100 g CO₂-Äqu. Die PET Einwegflasche mit 100 % rPET hat einen um 25 % geringeren Carbon Footprint als die Glas Mehrwegflasche.

Die beiden PET Einweg- und Mehrwegflaschen werden hier in Anlehnung an die single-use plastics directive nicht mit 50 % Rezyklatanteil, sondern nur mit 30 % Rezyklatanteil dargestellt.

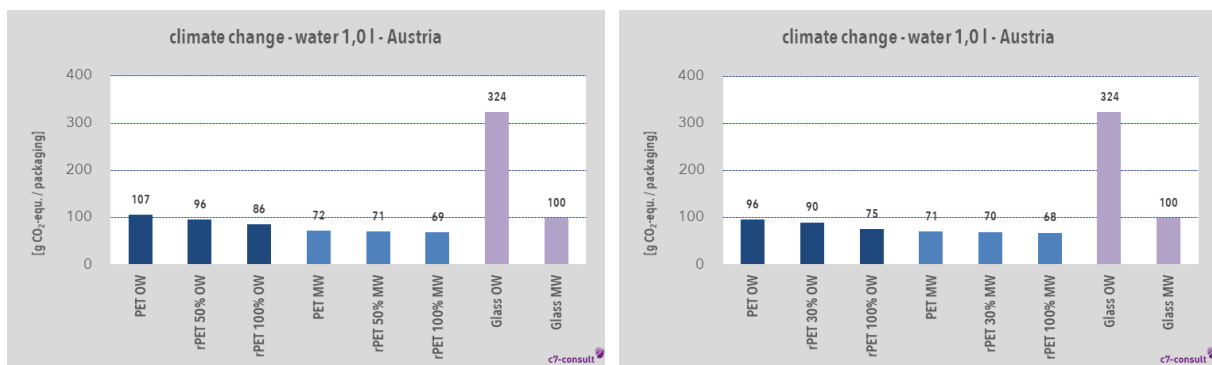


Abbildung 39: Änderung der separaten Sammlung und Verwertung von PET Flaschen: links Basisvariante 73 % separate Sammlung und 57 % stoffliche Verwertung, rechts Basisvariante 90 % separate Sammlung und 80 % stoffliche Verwertung – Ergebnis Klimawandel

7 Normierung

Aktuell herrscht eine gewisse Schwierigkeit bei der Normierung der Ergebnisse einer Ökobilanz. Methodische Weiterentwicklungen bei der Berechnung der Wirkungskategorien (siehe PEF - Product Environmental Footprint der Europäischen Kommission), die Berücksichtigung neuer Wirkungskategorien, der Wegfall bisher üblicher Wirkungskategorien und vor allem die Berechnung der Umweltauswirkungen in geänderten Einheiten führt dazu, dass die für die Normierung auf Referenzwerte notwendigen Einwohnergleichwerte nicht im notwendigen Ausmaß verfügbar sind.

Die Normierung wird anhand von Angaben des Joint Research Centre der Europäischen Kommission (JRC, 2010) für jene Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen durchgeführt, für die es eine Übereinstimmung in der Methode gibt.

Die folgende Tabelle zeigt die Normierung der Ergebnisse der Ökobilanz für 1000 Liter auf den Einwohnerdurchschnittswert Europas.

Tabelle 6: Normierung der Ergebnisse der Ökobilanz für Mineralwasser

| Mineralwasser | | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW |
|--------------------------|------------------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|--------------|----------|----------|
| Klimawandel | [g CO ₂ -e] | 1,2% | 1,0% | 0,9% | 0,8% | 0,8% | 0,8% | 3,5% | 1,1% |
| Eutrophierung Boden | [mmol N-e] | 0,5% | 0,4% | 0,4% | 0,4% | 0,4% | 0,4% | 3,4% | 0,7% |
| Eutrophierung Süßwasser | [g P-e] | 1,9% | 1,7% | 1,5% | 1,0% | 1,0% | 1,0% | 3,8% | 1,2% |
| Eutrophierung Salzwasser | [g N-e] | 0,5% | 0,5% | 0,4% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 3,0% | 0,8% |
| PM10 | [kg] | 1,0% | 0,8% | 0,7% | 0,8% | 0,7% | 0,7% | 2,2% | 1,1% |
| Wasser | [l] | 0,7% | 0,7% | 0,7% | 1,0% | 1,0% | 1,0% | 1,9% | 1,2% |

Tabelle 7: Normierung der Ergebnisse der Ökobilanz für Milch

| Milch | | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | HDPE | rHDPE 50% | rHDPE 100% | Glass OW | Glass MW | Carton |
|--------------------------|------------------------|--------|-------------|--------------|------|-----------|------------|----------|----------|--------|
| Klimawandel | [g CO ₂ -e] | 1,3% | 1,2% | 1,1% | 1,0% | 1,0% | 0,9% | 3,6% | 1,2% | 0,9% |
| Eutrophierung Boden | [mmol N-e] | 0,6% | 0,6% | 0,5% | 0,4% | 0,4% | 0,4% | 3,4% | 0,9% | 0,5% |
| Eutrophierung Süßwasser | [g P-e] | 2,5% | 2,4% | 2,1% | 1,0% | 1,1% | 1,2% | 5,2% | 1,7% | 2,0% |
| Eutrophierung Salzwasser | [g N-e] | 0,7% | 0,7% | 0,6% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 3,2% | 0,9% | 0,7% |
| PM10 | [kg] | 1,1% | 1,0% | 0,9% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 2,5% | 1,3% | 0,8% |
| Wasser | [l] | 1,0% | 1,0% | 0,9% | 0,8% | 0,8% | 0,8% | 2,9% | 1,5% | 1,4% |

Tabelle 8: Normierung der Ergebnisse der Ökobilanz für Limonade / CSD

| Limonade / CSD | | PET OW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | PET MW | rPET 50% MW | rPET 100% MW | Glass OW | Glass MW | ALU can |
|--------------------------|------------------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|--------------|----------|----------|---------|
| Klimawandel | [g CO ₂ -e] | 1,7% | 1,5% | 1,4% | 1,3% | 1,3% | 1,3% | 5,9% | 1,5% | 2,3% |
| Eutrophierung Boden | [mmol N-e] | 0,7% | 0,7% | 0,6% | 0,7% | 0,7% | 0,7% | 5,5% | 1,0% | 1,2% |
| Eutrophierung Süßwasser | [g P-e] | 2,9% | 2,6% | 2,2% | 2,0% | 2,0% | 1,9% | 8,8% | 2,5% | 8,7% |
| Eutrophierung Salzwasser | [g N-e] | 0,7% | 0,7% | 0,6% | 0,8% | 0,8% | 0,8% | 5,3% | 1,1% | 1,3% |
| PM10 | [kg] | 1,5% | 1,2% | 1,0% | 1,2% | 1,2% | 1,2% | 3,9% | 1,6% | 2,3% |
| Wasser | [l] | 0,9% | 0,9% | 0,8% | 2,2% | 2,2% | 2,2% | 4,9% | 2,5% | 2,5% |

Tabelle 9: Normierung der Ergebnisse der Ökobilanz für Mineralwasser

| Waschmittel | | PETOW | rPET 50% OW | rPET 100% OW | HDPE | rHDPE 50% | rHDPE 100% | PP | Pouch |
|--------------------------|------------------------|-------|-------------|--------------|------|-----------|------------|------|-------|
| Klimawandel | [g CO ₂ -e] | 2,6% | 2,3% | 2,0% | 2,6% | 2,3% | 2,1% | 3,3% | 1,1% |
| Eutrophierung Boden | [mmol N-e] | 1,1% | 1,0% | 0,9% | 0,8% | 0,7% | 0,7% | 1,0% | 0,4% |
| Eutrophierung Süßwasser | [g P-e] | 4,9% | 4,4% | 3,8% | 1,0% | 1,3% | 1,5% | 1,5% | 0,5% |
| Eutrophierung Salzwasser | [g N-e] | 1,3% | 1,2% | 1,1% | 0,9% | 0,9% | 0,8% | 1,1% | 0,5% |
| PM10 | [kg] | 2,2% | 1,9% | 1,5% | 1,0% | 1,0% | 1,0% | 1,2% | 0,5% |
| Wasser | [l] | 1,9% | 1,8% | 1,7% | 1,5% | 1,6% | 1,6% | 1,7% | 0,9% |

8 Auswertung

8.1 Signifikante Parameter

Die signifikanten variierbaren Parameter der vorliegenden Ökobilanz sind:

- Masse der Einweggebinde
- Rezyklatanteil
- Distributionsentfernung bei Mehrweggebinden
- Anzahl der transportierten Gebinde pro LKW
- Umlaufzahl von Mehrweggebinden unterhalb von 16 Umläufen
- Grad der separaten Sammlung und stofflichen Verwertung der Gebinde
- Verschluss bei Glas Mehrwegflaschen und Gestaltung des Kopfteils bei Getränkeverbundkartons

Alle identifizierten und signifikanten Parameter werden mittels Sensitivitätsanalyse genauer analysiert, sofern sie variierbar sind. Nicht variierbar ist gemäß Zielsetzung der Studie die Masse der Gebinde. Die Masse des Getränkeverbundkartons für Milch wurde dennoch variiert.

8.2 Datenqualität, Vollständigkeit und Konsistenz

Ein wesentlicher Teil der Daten, nämlich die Masse der Gebinde, Verschlüsse und Etiketten, wurde vom Autor selbst gewogen. Weitere wichtige Eingangsparameter stammen aus vertraulichen Informationen der Getränkewirtschaft, die im Zuge der Erstellung von Ökobilanzen und anderen Studien gewonnen und gesammelt wurden.

Der Rezyklatanteil der PET- und HDPE Flaschen wurde gemäß Zielsetzung mit 0 %, 50 % und 100 % definiert, sodass die Umweltwirkungen dieser Flaschen in der gesamten Bandbreite berechnet werden können.

Die Distributionsentfernung zwischen Abfüller und Zentrallager beim Lebensmitteleinzelhandel wird in der Sensitivitätsanalyse variiert.

Die Umweltwirkungen von Prozessen werden auf Basis der wissenschaftlich anerkannten Datenbank Ecoinvent in der 2018 veröffentlichten Version 3.5 oder mit Ökoinventaren vergleichbarer Qualität berechnet.

Sämtliche Daten sind vollständig und konsistent, die Datenqualität wird daher mit gut bis sehr gut beurteilt.

8.3 Einschränkung

Die Ergebnisse der vorliegenden Ökobilanz sind zutreffend für die im Kapitel 3.1 Ziel der gesamten Analyse definierten Gebinde-Inhalt Kombinationen **für in Österreich typische Markenartikel**. Diese Gebinde sind nicht zwingend marktrepräsentativ. Es ist nicht das Ziel den am österreichischen Markt befindlichen Gebindemix abzubilden.

Die Abfüllung in Gebinde mit einem anderen Füllvolumen kann das hier beschriebene Ergebnis stark ändern.

9 Zusammenfassung

9.1 Ziel und funktionelle Einheit

Das Ziel der vorliegenden Analyse ist die Erstellung einer Ökobilanz in Anlehnung an die ISO 14044 Ökobilanz für ausgewählte Gebinde für Getränke und Waschmittel, die in Österreich konsumiert werden. Die Material-Inhalt-Kombinationen sind **für Österreich typische Markenartikel**. Diese Gebinde sind nicht zwingend marktrepräsentativ. Es ist nicht das Ziel den am österreichischen Markt befindlichen Gebindemix abzubilden.

Die Systemgrenze umfasst den gesamten Lebenszyklus der Gebinde: die Herstellung der Rohstoffe und Energieträger, die Herstellung der Gebinde, Abfüllung, Waschen von Mehrweggebinden sowie die Verwertung und Entsorgung der Gebinde am Ende der Nutzung (cradle to grave).

Als funktionelle Einheit wird ein Gebinde mit festgelegtem Füllvolumen definiert, das mit Ausnahme von PET Mehrwegflaschen und HDPE Flaschen für Milch im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) in Österreich zum Verkauf angeboten wird. Die funktionelle Einheit hat je nach Inhalt ein Füllvolumen von:

- 1 Liter Mineralwasser
- 1 Liter Milch
- 0,5 Liter Limonade (CSD)
- 1,5 l Waschmittel

Neben der eigentlichen Getränkeverpackung aus PET, HDPE, PP, Glas, Aluminium und Getränkeverbundkarton wird das gesamte Produktsystem analysiert. Dieses besteht je nach Gebinde zum Schutz bei der Auslieferung zusätzlich aus

- Verschluss
- Etikette
- Verkaufsverpackungen wie Karton-Trays, Mehrwegkisten, Schrumpffolien
- Transportverpackungen wie Paletten und Schrumpffolien

Mit Ausnahme der PET Mehrwegflaschen und der 1 Liter HDPE Flasche für Milch werden alle Gebinde im österreichischen Lebensmitteleinzelhandel angeboten.

9.2 Zielgruppe

Der vorliegende Bericht richtet sich an den Auftraggeber und fachkundige Leser. Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Studie sollen einen sachorientierten Dialog über die ökologische Bewertung der untersuchten Getränkegebinde auf Basis der aktuellen Datengrundlage fördern. Zielgruppen sind daher weiters Entscheidungsträger bei Bund, Bundesländern und Gemeinden, Entscheidungsträger entlang der Wertschöpfungskette von Getränkegebinden sowie NGO's und umweltbewusste Konsumentinnen und Konsumenten.

9.3 Lebenszyklusphasen

In der vorliegenden Analyse werden folgende Lebenszyklusabschnitte berechnet:

- Herstellung der Gebinde aus PET, HDPE, PP, Glas, Aluminium und Getränkeverbundkarton
- Herstellung der Verschlüsse und Etiketten
- Herstellung der Sekundär- und Tertiärverpackungen
- Transporte zur Abfüllung
- Waschen der Mehrweggebinde,
- Abfüllung in Gebinde samt Verlusten beim Einweggebinden
- Auslieferung der Gebinde zum Lebensmitteleinzelhandel
- Sammlung zur stofflichen Verwertung & mit Restmüll
- Verwertung der Gebinde, Verschlüsse, Etiketten und sonstigen Verpackungen 1. Stufe und endgültige Entsorgung

9.4 Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen

In der vorliegenden Studie werden folgende Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen bilanziert:

- Wirkungskategorien
 - **Klimawandel [kg CO₂-Äqu.]**
 - **Versauerungspotential [kg SO₂-Äqu.]**
 - **Sommersmog [kg Ethylen-Äqu.]**
- Sachbilanzgrößen
 - **Wasserverbrauch [l]**

In der gesamten Studie werden 4 weitere Wirkungskategorien und 5 weitere Sachbilanzgrößen analysiert.

9.5 Ergebnisse

9.5.1 Mineralwasser

Beim Klimawandel zeigen die PET Mehrwegflaschen mit 69 bis 72 g CO₂-Äqu. eindeutig die günstigsten Ergebnisse für Mineralwasser. Die Glas Mehrwegflasche liegt mit einem Carbon Footprint von 100 g CO₂-Äqu. zwischen der PET Einwegflasche mit 50 % rPET und der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil.

Bei der Versauerung und beim Sommersmog liegt die PET Einwegflasche aus 100 % rPET sogar vor den PET Mehrwegflaschen. Bei diesen beiden Wirkungskategorien liegt die Glas Mehrwegflasche deutlich dahinter.

Beim Wasserverbrauch liegen die PET Einwegflaschen deutlich vor den PET Mehrwegflaschen und der Glas Mehrwegflasche, die mit 1 l Wasser doppelt so viel verbraucht wie die PET Einwegflaschen.

Die Glas Einwegflasche weist bei allen Kriterien die höchsten Umweltwirkungen auf.

9.5.2 Milch

Die HDPE Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil ist das ökologischste der untersuchten Gebinde für Milch. Dies gilt zumeist auch für die Varianten mit geringerem Rezyklatanteil.

Der Getränkeverbundkarton und die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil liegen etwa gleichauf. Die Glas Mehrwegflasche schneidet nur bei der Eutrophierung Frischwasser besser ab als die PET Einwegflaschen und der Getränkeverbundkarton.

Beim Klimawandel und beim photochemische Oxidationspotential zeigen die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil ähnliche Ergebnisse. Beim Wasserverbrauch und bei der Versauerung schneidet die Glas Mehrwegflasche schlechter ab.

Die Glas Einwegflasche weist bei allen Kriterien die höchsten Umweltwirkungen auf.

9.5.3 Limonade / CSD

Bei Limonaden sind PET Mehrwegflaschen und die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil beim Klimawandel gleichauf, bei den anderen untersuchten Kriterien ist die PET Einwegflasche mit 100 % rPET vor den PET Mehrwegflaschen.

Beim Klimawandel liegen die Glas Mehrwegflasche und die PET Einwegflasche mit 50 % rPET mit jeweils ca. 70 g CO₂-Äqu. gleichauf.

Bei der Versauerung und beim Sommersmog schneidet die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil am besten ab. Die Glas Mehrwegflasche schneidet schlechter ab, als die PET Einwegflaschen, sie liegt aber nur knapp hinter der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil.

Am eindeutigsten ist das Ergebnis beim Wasserverbrauch. Wie bei den Wirkungskategorien liegen die PET Einwegflaschen mit unter 0,4 l vor den PET Mehrwegflaschen mit 0,9 l Wasser. Die Glas Mehrwegflasche und die Aluminiumdose verbrauchen 1,0 l. Abgeschlagen landet die Glas Einwegflasche mit dem höchsten Wasserverbrauch von 2,0 l.

9.5.4 Waschmittel

Bei den Waschmittelverpackungen gibt es einen klaren ökologischen Sieger. Der PP Pouch - eine Nachfüllpackung - schneidet samt anteiliger Originalflasche bei allen Kriterien deutlich am besten ab.

Beim Klimawandel ergeben sich für PET und HDPE Flaschen mit gleichem Rezyklatanteil auch vergleichbare Ergebnisse, je nach Rezyklatanteil zwischen 280 und 360 g CO₂-Äqu. Die PP Flasche hat mit 460 g CO₂-Äqu. den höchsten Carbon Footprint.

HDPE Einwegflaschen haben bei gleichem Rezyklatanteil deutliche Vorteile beim Versauerungspotential gegenüber den PET Flaschen. Das Ergebnis der PP Flasche ist mit 0,7 g SO₂-Äqu. ähnlich jenem der PET Einwegflaschen mit 50 % rPET.

Der PP Pouch hat ein photochemische Oxidationspotential von 0,01 g Ethen-Äqu. Die Einwegflaschen aus PET und HDPE haben bei gleichen Rezyklatanteilen dieselben Ergebnisse. Diese liegen zwischen 0,03 bis 0,05 g Ethen-Äqu. Die Kunststoffflaschen ohne Rezyklatanteil aus PET, HDPE und PP liegen mit ca. 0,05 g Ethen-Äqu. gleichauf.

Beim Wasserverbrauch schneidet wieder der PP Pouch mit 1,1 l am besten ab. Die Kunststoffflaschen zeigen sehr ähnliche Ergebnisse mit Vorteilen der HDPE Flaschen. Aufgrund des hohen Anteils an Karton bei den Verkaufs- und Transportverpackungen wirkt sich der Rezyklatanteil in den Flaschen nur gering auf das Gesamtergebnis Wasserverbrauch aus.

9.5.5 Sensitivitätsanalysen

Die durchgeführten Sensitivitätsanalysen zeigen, dass

- die gewählten Umlaufzahlen bei Mehrweggebinden in einem Bereich liegen, wo sich eine weitere Erhöhung der Umlaufzahl nur mehr wenig auswirkt; die größte Veränderung ist bei einer Steigerung der Umlaufzahl bei Milch Glas MW von 15 auf 22 zu bemerken; danach herrscht Gleichstand mit PET Einweg 50 % rPET bei Treibhausgasen.
- Glas Mehrweg und PET Einweg 50 % rPET gleich viele Treibhausgase erzeugen, wenn die Distanz vom Abfüller zum Zentrallager bei Wasser 182 km beträgt und bei Milch 113 km beträgt
- ein einfacher Verbundkarton bei Milch gemeinsam mit der HDPE Flasche aus 100 % Rezyklat die niedrigsten Treibhausgase verursacht
- 90 % Rezyklatanteil bei Aludosen zu ähnlich niedrigen Treibhausgasen führt wie PET 50 % rPET und Glas Mehrweg
- nach einer Umsetzung der SUP (single use plastics) Direktive (90 % getrennte Sammlung von PET Flaschen, 30 % Rezyklatanteil in PET Flaschen) die PET Einwegflaschen für Wasser mit 30 % Rezyklatanteil 90 g CO₂-Äqu. und die die PET Mehrwegflasche mit 30 % Rezyklatanteil 70 g CO₂-Äqu. verursacht. Die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil liegt mit 75 g CO₂-Äqu. nur mehr leicht hinter der PET Mehrwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil, die auf 68 g CO₂-Äqu. kommt. Die Glas-Mehrwegflasche bleibt bei 100 g CO₂-Äqu.

10 Schlussfolgerung

Der vorliegende Bericht zeigt die Ergebnisse der Ökobilanz für Gebinde für **typische Markenartikel** für Getränke und Waschmittel in Österreich. Diese Gebinde sind nicht zwingend marktrepräsentativ.

Ein höherer Rezyklatanteil bei PET und HDPE Flaschen wirkt sich (mit Ausnahme des Wasserverbrauchs bei HDPE Flaschen für Milch und Waschmittel) immer positiv auf das Ergebnis aus.

PET- und Glasflaschen profitieren von der hohen stofflichen Verwertungsquote in Österreich. Eine verstärkte separate Sammlung und Verwertung von PET könnte das Ergebnis nochmals verbessern, bei Glas ist die Verwertungsquote schon sehr hoch.

Die untersuchten PET Mehrwegflaschen für Mineralwasser und Limonade schneiden beim Klimawandel am besten ab, bei der Versauerung und beim Sommersmog zeigt aber die PET Einwegflasche mit 100 % Rezyklatanteil geringere Umweltwirkungen, außerdem verbrauchen die PET Mehrwegflaschen mehr als doppelt so viel Wasser wie die Einwegflaschen. Die Glas Mehrwegflasche kann nur beim Klimawandel gegenüber der PET Einwegflasche ohne Rezyklatanteil punkten (7 % geringere Treibhausgasemissionen), ansonsten liegt sie hinter allen PET Flaschen.

Die Glas Einwegflasche ist bei allen untersuchten Getränken das ökologisch ungünstigste Gebinde. Bei Nahrungsmittel zeigt die Weißblechdose noch größere Umweltauswirkungen als die Glas Einwegflasche.

Bei Milch schneiden HDPE Flaschen leicht besser ab, als die vergleichbaren Gebinde aus PET Einweg. PET Einwegflaschen mit hohem Rezyklatanteil liegen vor der Glas Mehrwegflasche, jene ohne Rezyklatanteil zumindest beim Klimawandel und beim Sommersmog gleichauf. Der Getränkeverbundkarton schneidet bei Treibhausgasen gleich gut ab wie die HDPE Einwegflasche aus 100 % Rezyklat. Der „convenience-optimierte“ Getränkeverbundkarton zeigt ähnliche Ergebnisse wie die PET Einwegflasche mit 50 % Rezyklatanteil.

Bei Limonade liegt die Glas Mehrwegflasche beim Klimawandel gleichauf mit der 50 % rPET Einwegflasche, bei den anderen Kriterien liegt sie auch hinter allen anderen PET Flasche. Die Aluminiumdose liegt immer hinter den Flaschen aus PET und Glas, könnte aber beim Klimawandel mit einem Sekundärmaterialanteil von 90 % mit der 50 % rPET Einwegflasche und der Glas Mehrwegflasche gleichziehen.

Bei den Waschmittelverpackungen gibt es einen klaren ökologischen Sieger. Der PP Pouch – eine Nachfüllpackung – schneidet (inklusive anteiliger Originalflasche) bei allen Kriterien deutlich am besten ab. Die PET und HDPE Flaschen haben bei gleichem Rezyklatanteil ähnliche Ergebnisse beim Klimawandel und beim Sommersmog, bei der Versauerung und beim Wasserverbrauch sind HDPE Einwegflaschen besser als PET Einwegflaschen. Die PP Flasche hat den größten Carbon Footprint, bei den anderen Umweltwirkungen zeigt sie ähnliche Ergebnisse wie die Kunststoffflaschen mit geringem Rezyklatanteil.

Geringe Distanzen bei der Auslieferung der Getränke begünstigen Mehrweggebilde. Damit die Glas Mehrwegflasche allerdings bei Treibhausgasemissionen dieselben Ergebnisse wie die 50 % rPET Einwegflasche aufweist, darf die Entfernung vom Abfüller zum Zentrallager des Lebensmitteleinzelhandel bei Mineralwasser 182 km nicht überschreiten, im Falle von Milch sind es nur 113 km. Vergleicht man die Glas Mehrwegflasche mit der

100 % rPET Einwegflasche, darf die Entfernung vom Abfüller zum Zentrallager bei Mineralwasser 130 km, bei Milch 56 km nicht überschreiten.

Wenn man nur den Klimawandel betrachtet, jener Umweltwirkung mit der aktuell höchsten gesellschaftlichen und politischen Priorität, sollten PET Mehrwegflaschen für Mineralwasser je nach Rezyklatanteil zumindest eine Umlaufzahl von 8-10, Glas Mehrwegflaschen für Mineralwasser zumindest eine Umlaufzahl von 16 erreichen. Eine weitere Steigerung der Umlaufzahl verbessert das Ergebnis nicht mehr so wesentlich, wie eine geringere Umlaufzahl das Ergebnis verschlechtert.

Die Sensitivitätsanalysen zeigen, dass die gewählten Umlaufzahlen und Transportentfernungen konservativ, also eher die Mehrweggebinde unterstützend angesetzt wurden und eine weitere Erhöhung der Umlaufzahl, beziehungsweise Verringerung der Distributionsentfernung keine wesentlichen Ergebnisänderungen bringen.

11 Quellen

- Biganzoli, L. (2013): "Aluminium recovery from MSWI bottom ash", PhD Doctoral Dissertation, Politecnico di Milano, Milano, Italy
- Biganzoli, L., Gorla, L., Nessi, S., Grosso, M. (2012): "Volatilisation and oxidation of aluminium scraps fed into incineration furnaces", Waste Management & Research 32 (12), 2266-2272.
- Biganzoli, L., Ilyas, A., van Praagh, M., Persson, K.M., Grosso, M. (2013): "Aluminium recovery vs. hydrogen production as resource recovery options for fine MSWI bottom ash fraction", Waste Management & Research 33 (5), 1174-1181
- Braunshofer J. (2019) Zitat: „Eine einzige Mehrwegflasche ersetzt dadurch elf Einwegglasflaschen – damit brauchen wir für die gleiche Menge an Verpackungen nur einen Bruchteil an Ressourcen" Berglandmilch-Geschäftsführer. www.derstandard.at/2000099102166/Berglandmilch-stellt-auf-Mehrweg-Milchflaschen-um
- Bünemann, A., Christiani, J., Kerkhoff, M. & Koch, S. (2016) „Folgenabschätzung einer Ausweitung der Pfandpflicht für Saft Einwegverpackungen auf das PET-Recycling", http://cyclos-htp.de/fileadmin/templates/pdf/Ausweitung_der_Pfandpflicht_09-2016_Druckfassung.pdf, cyclos-HTP, Institut für Recyclingfähigkeit und Produktverantwortung, Aachen, Deutschland
- BMNT (2017): „Österreichische Umweltzeichen Richtlinie UZ 26 Mehrweggebinde und Mehrwegbechersysteme", Version 7.0 vom 1. Jänner 2017, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Abteilung V/7, Wien
- Fehringer, R. (2018a): „Modell zur Berechnung des Carbon Footprint der Aktivitäten der ARA AG", Sommerein & Wien
- Fehringer, R. (2018b): „Modell zur Berechnung des Carbon Footprint der Aktivitäten der AGR GmbH", Sommerein & Wien
- Getränkekarton Austria (2019): Webpage <http://www.getraenkekarton.at/recycling/> und http://www.getraenkekarton.at/wp-content/uploads/2018/10/181011_Financial_Web.pdf
- GUA (2006): Kosten-Nutzen-Analyse und Ressourcenmanagement für Verpackungen im ARA System - Entwicklung des Rechenmodells und Ergebnisse für 2005, Frühwirth, W., Pilz, H., Schlager, R., Stark, W., Auftraggeber: Altstoff Recycling Austria AG, Wien
- ifeu (2018): Datenauszug aus dem ifeu Distributionsmodell LEH, Energieverbrauch bei der Abfüllung sowie persönliche Mitteilung von Benedikt Kauertz, Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) im März 2018, Heidelberg, Deutschland
- ISO 14044 (2006) „Umweltmanagement – Ökobilanz, Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006)
- Kauertz, B., Döhner, A. & Detzel, A. (2011): „Ökobilanz von Getränkeverpackungen in Österreich - Sachstand 2010", im Auftrag der Altstoff Recycling Austria AG (ARA), des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Fachverbandes der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg, Deutschland

- ÖWAV (2009): Wirkungsgrade von Abfallverbrennungsanlagen, Entwurf des ÖWAV Regelblattes 519, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (Hrsg.), Wien
- ÖWAV (2013): Energetische Wirkungsgrade von Abfallverbrennungsanlagen, ÖWAV Regelblatte 519, 2. überarbeitete Auflage, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (Hrsg.), Wien
- UBA D (2002): „Ökobilanz für Getränkeverpackungen II/2“, Umweltbundesamt, Berlin (Hrsg.), UBA-Texte 51/02, Berlin, 2002.
- Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B. (2016): “The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology” The International Journal of Life Cycle Assessment, [online] 21(9), pp.1218-1230. Available at: <<http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1087-8>> [Zugriff Februar bis April 2018]
- WKO (2017): „Umsetzungsbericht 2014 – 2016 der Nachhaltigkeitsagenda der österreichischen Getränkewirtschaft 2008 – 2017“, Juni 2017, Wien

Critical Review der Studie „Ökobilanz für Gebinde aus PET und anderen Materialien“

Bericht über die kritische Begutachtung

9. April 2019

Harald Pilz

to4to – together for tomorrow

1 Anlass der Ökobilanz und der kritischen Prüfung

ALPLA möchte als Hersteller von Verpackungen aus PET und rPET (rezykliertem PET) Know-How aufbauen, wie die bisher entwickelten PET Verpackungslösungen gegenüber Alternativen aus anderen Materialien abschneiden, und welche Faktoren die Umweltwirkungen der PET Verpackungen und jene der Alternativmaterialien am stärksten beeinflussen. Darüber hinaus möchte ALPLA Daten bereitstellen, die aktuelle Rahmenbedingungen und Datengrundlagen berücksichtigen, und die zu einem sachorientierten Dialog über die ökologische Bewertung von Getränkeverpackungen und Gebinden für andere Bereiche beitragen.

Zu diesem Zweck hat ALPLA im August 2018 c7-consult mit der Erstellung der Studie „Ökobilanz für Gebinde aus PET und anderen Materialien“ beauftragt. Roland Fehringer, der Autor der Studie, ist seit 2007 mit der Erstellung von Ökobilanzen für Getränkesysteme befasst und hat durch zahlreiche Studien im Auftrag verschiedenster Verpackungshersteller, Abfüller, Verbände und Verwertungssysteme bzw. Verwertungsunternehmen umfassende Erfahrungen in diesem Gebiet gesammelt. Dazu kommt der regelmäßige fachliche Austausch mit namhaften Instituten wie dem IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg) und Carbotech in der Schweiz.

Zur Überprüfung und allfälligen Verbesserung der Konsistenz und Qualität der Eingangsdaten und der Ergebnisse wurde in der Endphase der Studie Harald Pilz (to4to – together for tomorrow) mit einem kritischen Review der Studie beauftragt. Der Reviewer ist seit dem Jahr 1999 immer wieder mit Ökobilanzen von Getränkesystemen befasst.

2 Zielsetzung und Rahmen der Studie

Ziel ist die Erstellung einer Ökobilanz für Gebinde aus PET und anderen Materialien basierend auf den inhaltlichen Vorgaben der EN ISO 14040/14044. Da ALPLA global tätig ist, wurde ein Rechenmodell entwickelt, das insgesamt Rahmenbedingungen in 10 verschiedenen Ländern abbildet, und gleichzeitig 8 verschiedene Produktsegmente beinhaltet, in denen PET Verpackungslösungen verwendet werden.

Wegen der Vielzahl der modellierten Anwendungsbereiche und Rahmenbedingungen wurden für jede Produktgruppe ein typisches Füllvolumen, ein oder zwei beispielhafte PET Gebinde (teilweise auch Mehrweggebinde) und einige beispielhafte Gebinde aus anderen Materialien (teilweise auch hier Mehrweggebinde) ausgewählt und im Sinne einer Ökobilanz verglichen. Die gesamte Analyse umfasst 59 Material-Inhalt-Kombinationen für in Österreich typische Markenartikel.

Die Studie enthält keine Untersuchung über die Bandbreite der in den verschiedenen Ländern verwendeten Gebinde und deren Relevanz nach Marktvolumen. Die ausgewählten Gebinde sind für Verhältnisse in Österreich daher nicht zwingend marktrepräsentativ, aber insofern typisch, als dass bedeutende Mengen an Getränken oder Lebensmitteln in diesen Gebinden angeboten werden. Einzelne untersuchte Gebinde sind in Österreich derzeit (noch) nicht im Einsatz (z.B. PET Mehrwegflaschen, HDPE Flaschen oder Glas-Mehrweg Flaschen für Milch). Diese Verpackungen wurden aber in den Untersuchungsumfang aufgenommen, weil sie entweder in anderen Ländern eine Rolle spielen, oder in naher Zukunft wieder angeboten werden könnten.

Die Ergebnisse des Rechenmodells sind daher

- sehr zutreffend für die untersuchten Gebinde und für österreichische Verhältnisse
- eine gute Näherung für Gebinde mit einer ähnlichen Masse in den Ländern Deutschland und Polen
- eine grobe Abschätzung für die weiteren sieben Länder außerhalb Europas.

Für die Erstellung des Berichts zur Ökobilanzstudie wurden die Füllgutbereiche Wasser, Milch, Limonaden und Waschmittel ausgewählt. Die Füllgutbereiche Saft, Bier, Nahrungsmittel und Ketchup wurden derzeit nicht im Bericht aufgenommen.

3 Inhalt der kritischen Prüfung

Die kritische Begutachtung bezog sich auf alle Teile des Projekts, also auf alle acht Füllgutbereiche, alle bewerteten Umweltparameter, auf die Modellanpassungen für andere Länder, und auf den Bericht zu den Bereichen Wasser, Milch, Limonaden und Waschmittel.

Das Critical Review orientierte sich an den Normen und Prüfkriterien der EN ISO 14040/14044 und umfasste im Zeitraum Februar bis April 2019 folgende **Arbeitsschritte**:

- Prüfung der Qualität der Eingangsdaten (Quellen von Massenangaben zu den untersuchten Gebindearten und von Daten für die Lebenszyklusphasen Produktion, Abfüllung, Transport und Abfallwirtschaft); der Reviewer hatte auch Einsicht in die vertraulichen Daten
- Diskussion der betrachteten Wirkungskategorien
- Diskussion und Festlegung methodischer Optionen für bestimmte Berechnungsschritte (siehe nachfolgende Themenliste)
- Begutachtung der Struktur des erstellten Rechenmodells in MS Excel
- Exemplarische Prüfung von Berechnungsschritten und Verknüpfungen im Rechenmodell
- Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse für Österreich
- Kritische Durchsicht des Entwurfs und der Endfassung der Dokumentation von relevanten Eingangsdaten und Ergebnissen in MS PowerPoint sowie im vorgelegten Bericht (64 Seiten, 9.4.2019)
- Prüfung der Konsistenz von Zielsetzung, Methode, Daten, Ergebnissen und Schlussfolgerungen

Folgende **Themen** wurden im Rahmen der kritischen Prüfung beleuchtet und dort überarbeitet, wo dies zur Verbesserung der Qualität beitrug:

Untersuchte Gebindesysteme

- Prüfung der Massen ausgewählter Gebinde
- Diskussion der Abweichungen der Massen anderer am österreichischen Markt angebotenen Gebinde im Vergleich zu den in dieser Studie bewerteten Verpackungen, insbesondere bei Verpackungen für Milch
- Standbeutel für das Nachfüllen von Waschmittel in eine vorhandene Flasche: Anteilige Berücksichtigung der vorhandenen Waschmittelflasche in der Bilanz des Nachfüll-Stehbeckens
- Umlaufzahlen von Mehrwegsystemen und die damit korrespondierende Ersatzrate

Transporte

- Transportentfernungen in Abhängigkeit vom Getränke- bzw. Lebensmittelsektor
- Zahl der transportierten Flaschen pro LKW, in Abhängigkeit von den Gebindesystemen
- Treibstoffverbräuche von LKWs in Abhängigkeit vom Netto-Ladegewicht

Abfallverwertung

- Allokationsmethode für „open loop“ Recyclingprozesse – anteilige Anrechnung der Auswirkungen von „final disposal“ in jenem System, das Rezyklate aufnimmt
- Berücksichtigung des „final disposal“ nur für jene Mengenanteile in den Rezyklat-aufnehmenden Systemen, die nicht weiter rezykliert werden
- Unterschiede der Modellierung des Recyclings von PET-Flaschen zu neuen PET-Flaschen, zu anderen Lebensmittelverpackungen, und zu anderen Verwertungsprodukten

- Modellierung von Effekten, die sich aus Unterschieden des Scherbenanteils bei der Glasproduktion und der Recyclingrate von Altglas ergeben
- Modellierung des Recyclings von Kartonagen
- Substituierte Energieträger bei der industriellen thermischen Verwertung von Sortierresten
- Anteile der getrennten Sammlung und stofflichen Verwertung in Ländern außerhalb Europas

Die verwendeten Abfallsammelraten und Recyclingquoten in Ländern außerhalb Europas beruhen auf derzeit verfügbaren Daten, Studien oder Abschätzungen.

Die gewählte Allokationsmethode für Gutschriften durch Recycling entspricht der aktuellen, vom PEF (Product Environmental Footprint) Programm der EU empfohlenen „circular footprint formula“, sie enthält aber zusätzlich noch die Hälfte der Umweltwirkungen eines allfälligen finalen Entsorgungsprozesses in jenem System für andere Produkte, das die Rezyklate aufnimmt. Dadurch unterschätzt der gewählte Ansatz den Recyclingnutzen gegenüber der circular footprint formula bei den Kunststoffgebinden mit geringer Sammel- und Verwertungsquote.

Ergebnisdarstellung & Interpretation

- Prüfung unterschiedlicher Varianten, die teilweise sehr komplexen Ergebnisse vereinfacht und gleichzeitig ausreichend differenziert darzustellen
- Bedeutung von abweichenden Gebindemassen anderer Gebinde, die hier nicht untersucht wurden
- Darstellung des Einflusses von Umlaufzahlen auf das Ergebnis von Mehrweggebinden
- Identifikation der wichtigsten Einflussfaktoren für die Ergebnisse
- Auswahl einer geringeren Anzahl von Umweltwirkungskategorien für eine vereinfachte Darstellung der Ergebnisse

Folgende Eingangsdaten sind für die Ergebnisse besonders relevant und können sich in der Realität in einer gewissen Bandbreite bewegen:

- Massen der konkret am Markt verwendeten Gebinde, einschließlich Masse der Verschlüsse
- Rezyklatanteile der Verpackungsmaterialien
- Transportierte Gebinde pro LKW, Transportentfernungen
- Umlaufzahlen bei Mehrweg liegen in der Praxis in einer bestimmten Bandbreite; über einer Umlaufzahl von 30 (entsprechend einem Gesamtschwund bzw. einer Ersatzrate von 3.3 % entlang des gesamten Lebensweges) sind die Einflüsse von höheren Umlaufzahlen nur mehr sehr gering (50 Umläufe entsprechen einer Ersatzrate von 2 %)
- Grad der separaten Sammlung und stofflichen Verwertung der Gebinde

Insbesondere diese zuletzt aufgelisteten Eingangsdaten wurden hinsichtlich ihrer Qualität geprüft. Zusätzlich wurden sie im Rahmen von Sensitivitätsanalysen variiert, und die Auswirkung der Veränderungen auf die Ergebnisse wurde dokumentiert.

Die EN ISO 14040/14044 sieht für vergleichende Ökobilanzen, die für eine Veröffentlichung vorgesehen sind, die Einrichtung eines Prüfungsausschusses mit mindestens drei Mitgliedern vor. Im Unterschied dazu wurde im vorliegenden Fall das Critical Review vereinfacht nur von einem Reviewer durchgeführt. Somit dient das Review primär der Plausibilisierung und der Qualitätssicherung. Die Herstellung einer vollständigen ISO Konformität ist nicht Gegenstand der kritischen Begutachtung.

Viele der in der vorliegenden Studie verwendeten methodischen Elemente und Datenquellen wurden bereits im Jahr 2018 in einer ähnlichen Ökobilanz des Autors einer kritischen Prüfung unterzogen, an der auch das IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg) mitwirkte. Die kritische Prüfung dieser neuen Ökobilanzstudie konnte daher auf die oben genannten Themen fokussiert werden.

4 Ergebnisse der kritischen Prüfung

Im Rahmen der abschließenden Prüfung wird entlang der in der LCA-Rahmennorm 14040 vorgegebenen Kriterien, geprüft ob:

1. "die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden mit dieser Internationalen Norm übereinstimmen;
2. die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden wissenschaftlich begründet sind und dem Stand der Ökobilanzmethodik entsprechen;
3. die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend und zweckmäßig sind;
4. die Auswertungen die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Ökobilanz berücksichtigen;
5. der Bericht transparent und in sich stimmig ist".

Hinsichtlich all dieser fünf Prüffragen kann der vorliegenden Studie ein positiver Befund attestiert werden. Die im Rahmen der kritischen Prüfung entstandenen Ergänzungs- und Änderungsvorschläge wurden im Zuge der Erstellung der finalen Ergebnisse und des finalen Berichts vollumfänglich umgesetzt.

Die Systemgrenzen der untersuchten Gebinde sind für den Zweck des Vergleichs von Verpackungssystemen hinreichend umfassend und sachgerecht definiert. Neben den Primärverpackungen werden auch die Um- und Transportverpackungen in den Vergleich miteinbezogen. Die verwendeten Distributionsmodelle und -parameter sind nachvollziehbar. Ebenso reflektieren die einbezogenen Prozesse der Abfüllung und Flaschenreinigung sowie der Verwertung der gebrauchten Packstoffe die Unterschiede zwischen den Verpackungssystemen.

Bei der Auswahl aus mehreren möglichen Datenquellen wurde in der Studie sinnvollerweise der Datenqualität Vorzug gegeben. So werden für alle Kunststoffdaten nicht die Datensätze der Ecoinvent Datenbank verwendet, sondern die deutlich aktuelleren Datensätze, die von PlasticEurope direkt publiziert werden. Die Ökoinventare von PlasticEurope werden auf Basis eines publizierten Methodenstandards erstellt, der allen aktuellen Anforderungen entspricht. Die Ökoinventare werden von unabhängigen Instituten berechnet und durch weitere externe kritische Reviewer wissenschaftlich geprüft.

Die Studie nutzt in einem hohen Maße spezifisch erhobene Primärdaten. Dem Autor kommt bei der Plausibilitätsprüfung der Primärdaten zugute, dass er durch seine jahrelange Monitoring-Tätigkeit im Zusammenhang mit der österreichischen Nachhaltigkeitsagenda der Getränkewirtschaft einen sehr guten Einblick in typische Verhältnisse und Daten zu allen Lebenszyklusphasen von Getränkegebinden hat. Aufgrund der Vertraulichkeit vieler Primärdaten konnten diese jedoch nicht im Bericht dokumentiert werden. Der Reviewer hatte im Zuge des Reviewprozesses allerdings uneingeschränkten Zugang zu allen verwendeten Inputdaten. Dort, wo Vertraulichkeit kein Hinderungsgrund ist, sind alle Berechnungsgrundlagen, Inputdaten und Annahmen im Bericht transparent dokumentiert.

Die Bilanz umfasst eine umfangreiche, den internationalen Methodendiskussionen angemessene Auswahl an Umweltwirkungskategorien und Sachbilanzgrößen; insbesondere die separate Betrachtung von energetischen und mineralischen Ressourcen ist zu begrüßen.

Im erstellten Bericht werden die Ergebnisse für drei ausgewählte, wichtige Umweltwirkungskategorien (Treibhausgasemissionen, Versauerung, Sommersmog) und bzgl. Wasserverbrauch als Sachbilanzgröße dargestellt. Die Begründung der Auswahl im Bericht ist nachvollziehbar. Wesentlich ist, dass sich die Grundaussagen der Studie durch Hinzunahme der weiteren analysierten Umweltwirkungen und Sachbilanzgrößen nicht ändern.

Generell ist die Darstellung der Ergebnisse umfassend, transparent und dem Ziel der Studie angemessen. Auch in der Kurzfassung sind die Ergebnisse ausreichend differenziert dargestellt. Alle wesentlichen An-

nahmen und Einflussgrößen der Studie werden mittels Sensitivitätsanalysen hinsichtlich ihrer Ergebnisrelevanz untersucht.

Nach Ansicht des Reviewers leistet die Studie einen wertvollen Beitrag zu einer versachlichten und differenzierten Diskussion rund um die Vor- und Nachteile verschiedener Verpackungsoptionen. Auch Potentiale für weitere Reduktionen der Umweltwirkungen werden aufgezeigt. Dem Autor und dem Auftraggeber wird daher empfohlen, die Ergebnisse der Studie in den dafür vorgesehenen Diskussionen zu verwenden.

Aus den bereits genannten Gründen (Variabilität der Gebindemassen, Datenqualität bzgl. Transportparametern und Abfallwirtschaftsdaten) wird vor einer intensiveren Verwendung der Ergebnisse für andere Länder als Österreich empfohlen, länderspezifische Daten genauer zu erheben.