



reCIRCLE
*LEBENSZYKLUS UND
KREISLAUF ANALYSE*

22/05/2021

Kontakt :

Alexandre Bouchet

Alexandre.bouchet@e-a.earth

Kontakt :

Julien Boucher, Phd

Julien.boucher@e-a.earth

076 / 532 57 27

Inhalt & Leseanleitung

- 1 ZIEL UND HYPOTHESE
- 2 UMWELTAUSWIRKUNGEN
(CO₂/UBP/PLASTIK)
- 3 ZIRKULARITÄTSINDEX
- 4 SCHLUSSFOLGERUNGEN
& WEGE ZUR VERBESSERUNG
DER ÖKOBILANZ
- 5 ANHANG

Leseanleitung



Schlüsselbotschaften,
z.B. Erläuterung der
wesentlichsten Auswirkungen



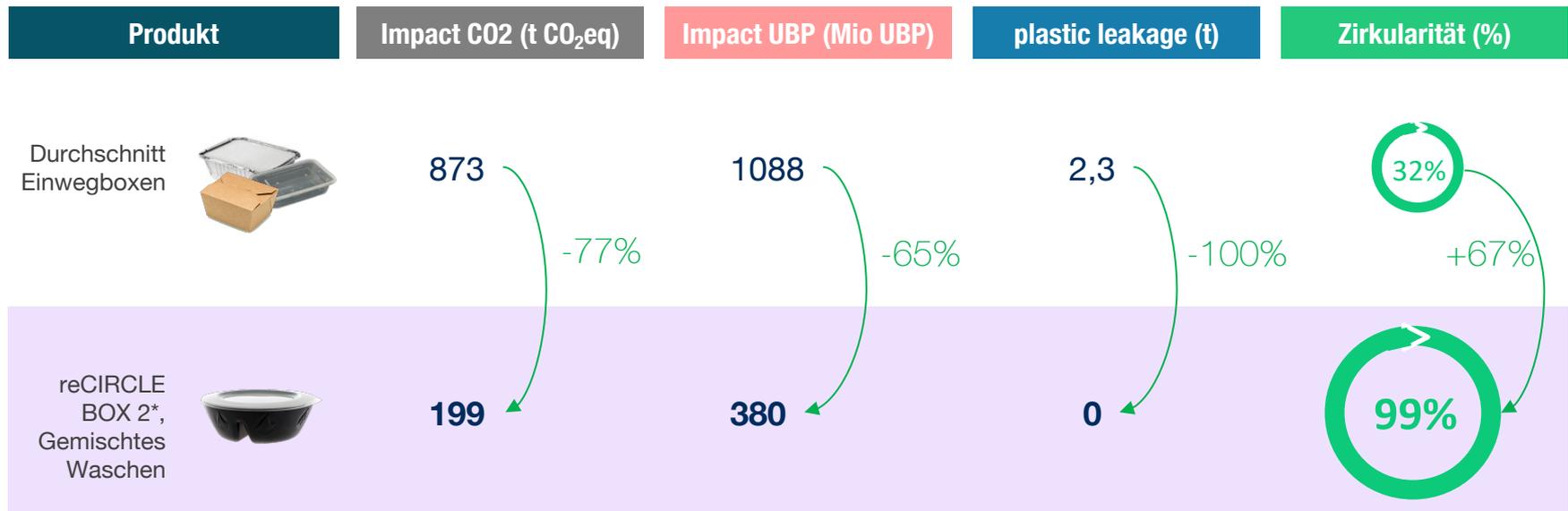
Annahmen oder
Einschränkungen, die zu
beachten sind.



Hauptwirkung

Zusammenfassung der Resultate: Auswirkungen CO₂eq, UBP, Plastik & Zirkularität

Die folgende Tabelle zeigt die CO₂eq-, UBP- und Kunststoffauswirkungen von 10.582.000 ausgegebenen Mahlzeiten (entspricht der Anzahl der im Jahr 2019 in der reCIRCLE BOX ausgegebenen Mahlzeiten) nach Behältertyp:



* Sur une moyenne de 200 utilisations

① Ziel und Hypothese



Funktionseinheit

FE: Abgabe einer Mahlzeit in einer Take-away Box



Source : <https://www.freepik.com/>

Vergleichswert

reCIRCLE BOX 2

Volumen: 1000 ml; Gewicht = 186 g

Beschreibung: Schale aus iQ-PBT und Deckel aus PP, wiederverwendbar



Polypropylene (PP) box¹

Volumen: 800 mL; Gewicht = 31,5 g

Beschreibung : Schale und Deckel aus PP



Aluminium (Alu) box¹

Volumen: 980 mL; Gewicht = 14,5 g

Beschreibung : Schale aus Alu, Deckel auf Karton mit PE Beschichtung



Kraft paper box²

Volumen: 940 mL; Gewicht = 26 g

Beschreibung : BOX auf Kraftpapier mit PE Beschichtung



¹ Gallego-Schmid, A., Mendoza, J. M. F., & Azapagic, A. (2019). Environmental impacts of takeaway food containers. *Journal of Cleaner Production*, 211, 417-427.

² https://www.alibaba.com/product-detail/Custom-printed-disposable-take-away-kraft_1600080237094.html ;

<https://www.dsymachinery.com/paper-cup-business-tips/>

The background of the slide features a blue-tinted image of an iceberg. The tip of the iceberg is visible above the water line, while the much larger, submerged part of the iceberg is visible below. This visual metaphor represents the hidden environmental impact of plastic, which is not immediately apparent from its visible presence.

② Umweltauswirkung
(CO₂, UBP,
Plastique)

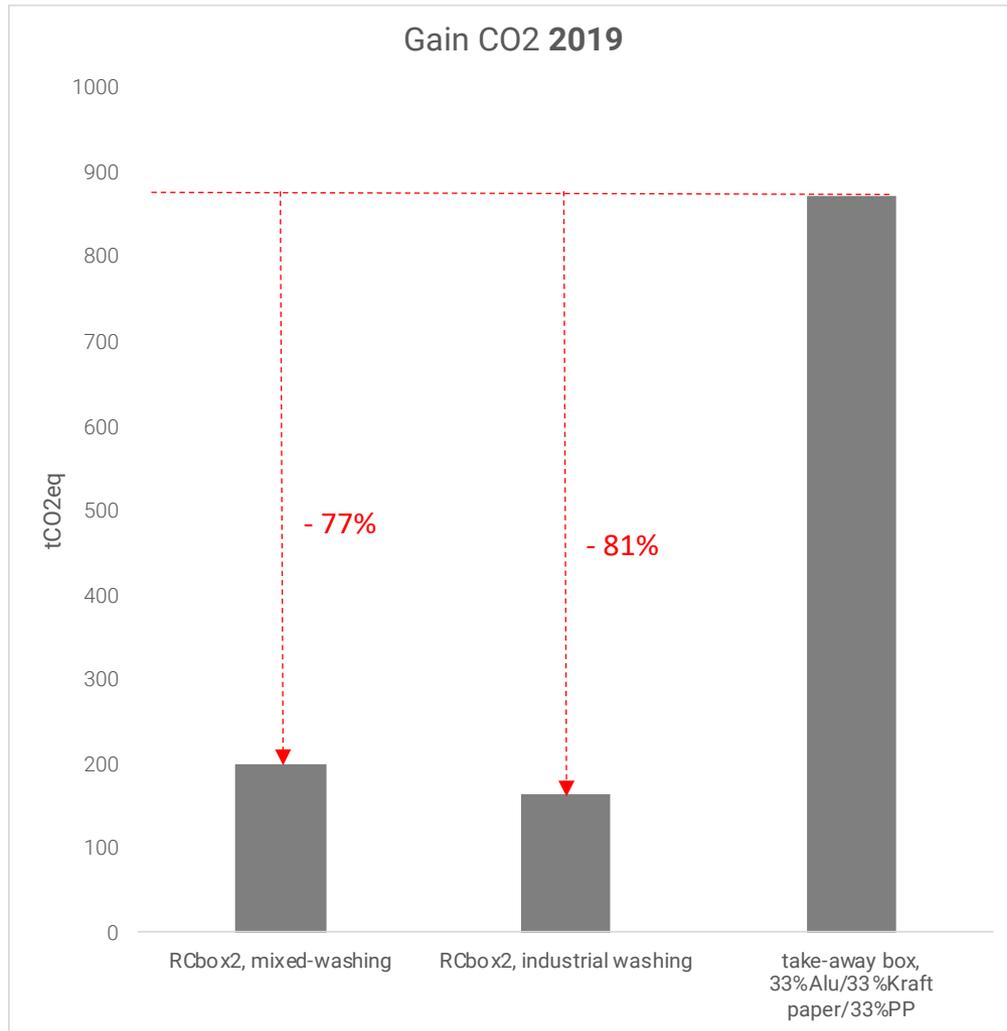
2.1

CO₂

Abdruck



CO2-Einsparung durch reCIRCLE-Mahlzeiten im Jahr 2019



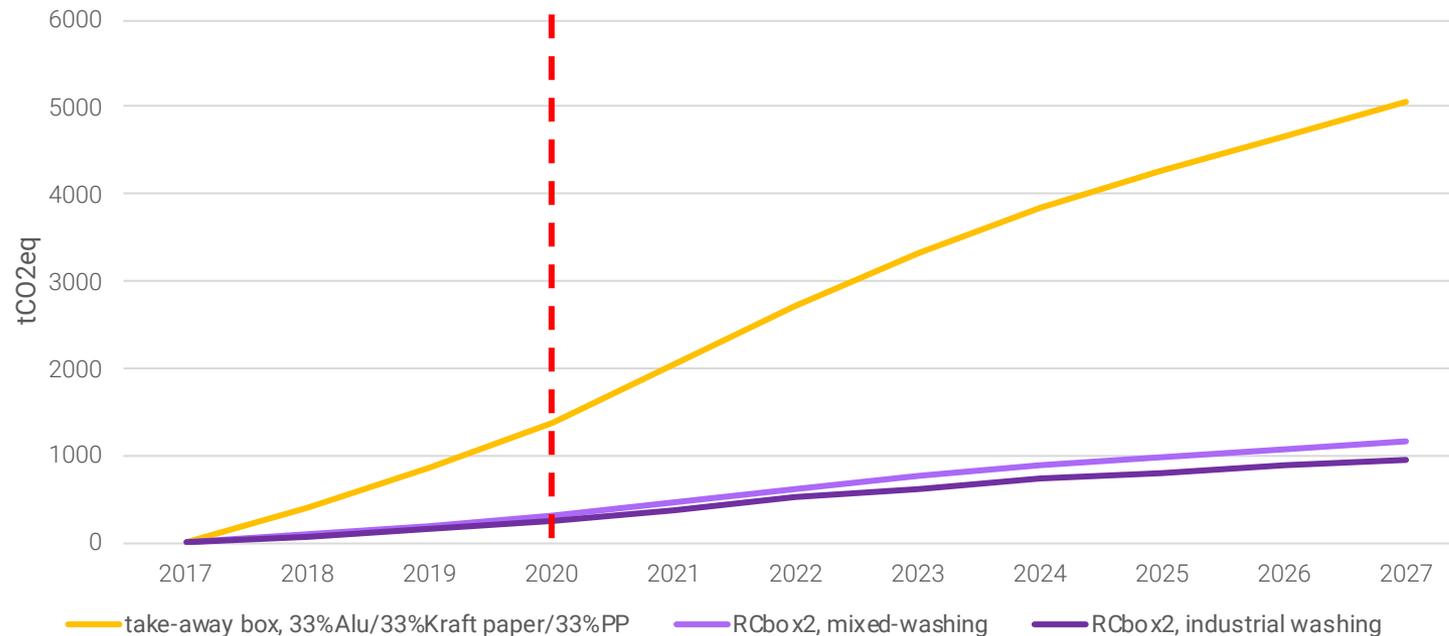
Es wird von einer durchschnittlichen Nutzung der reCIRCLE BOX von 200 Mal ausgegangen



Im Jahr 2019 wurden ca. **10 Millionen** Einweg-Lunchboxen aus Aluminium, Kraftpapier oder Polypropylen (zu gleichen Teilen angenommen) durch die reCIRCLE BOX 2 ersetzt, was zu einer Vermeidung von **254** Tonnen Einweg-Lunchboxen führt. Das ergibt einen Gewinn von etwa **674 tCO2eq** beim gemischten Waschen (50 % Handwäsche/50 % Geschirrspüler) und **709 tCO2eq** beim reinen industriellen Waschen.

Vergangene und zukünftige CO₂-Einsparung durch reCIRCLE BOXen

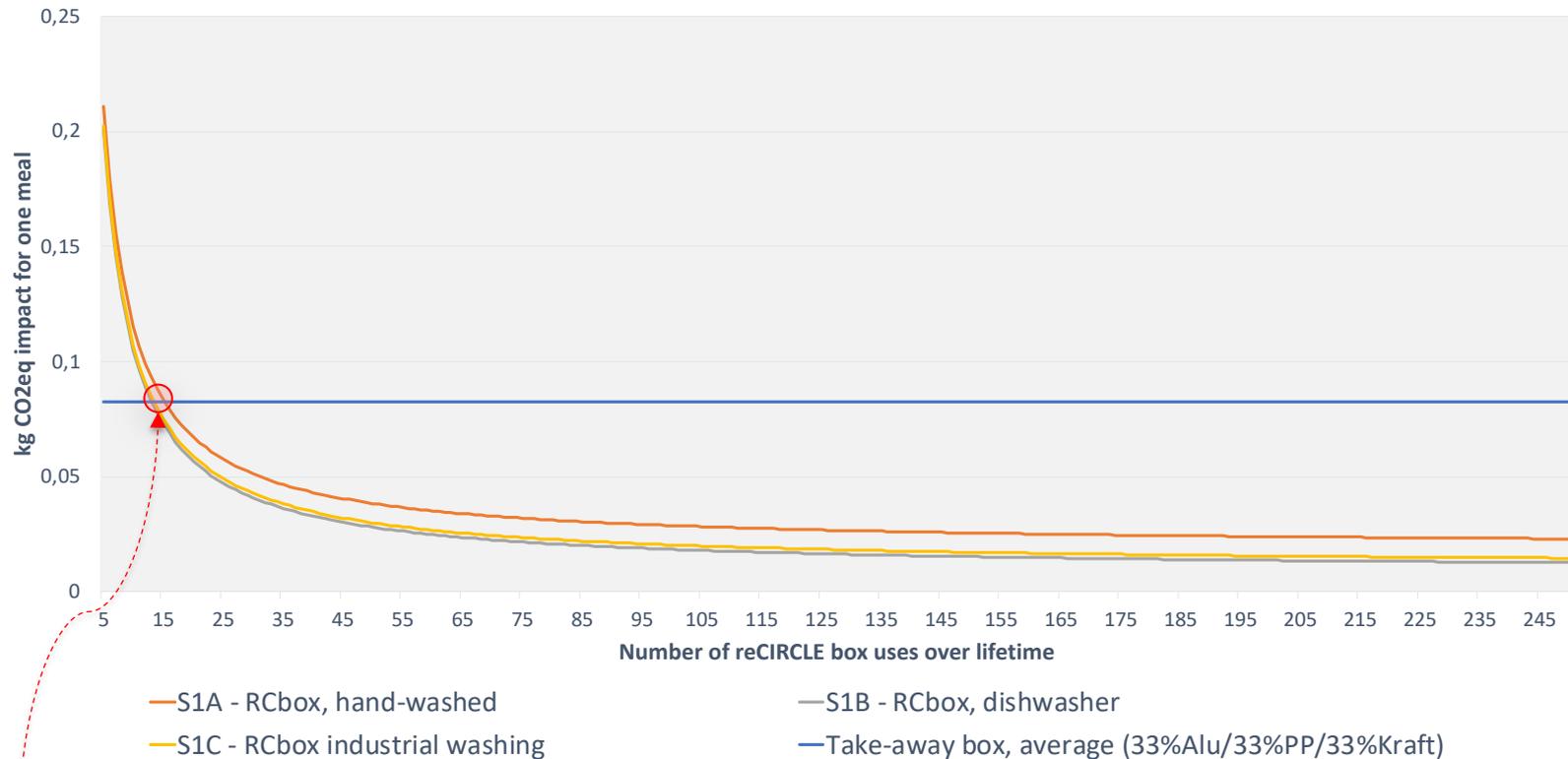
reCIRCLE BOX market substitution in Switzerland:
CO₂ impacts



Von 2017 bis 2019 generierten die reCIRCLE BOXen (gemischtes Waschen) einen Gewinn von etwa **989 tCO₂eq** und könnten von 2020 bis 2027 einen zukünftigen Gewinn von **21.100 tCO₂eq** erzielen.

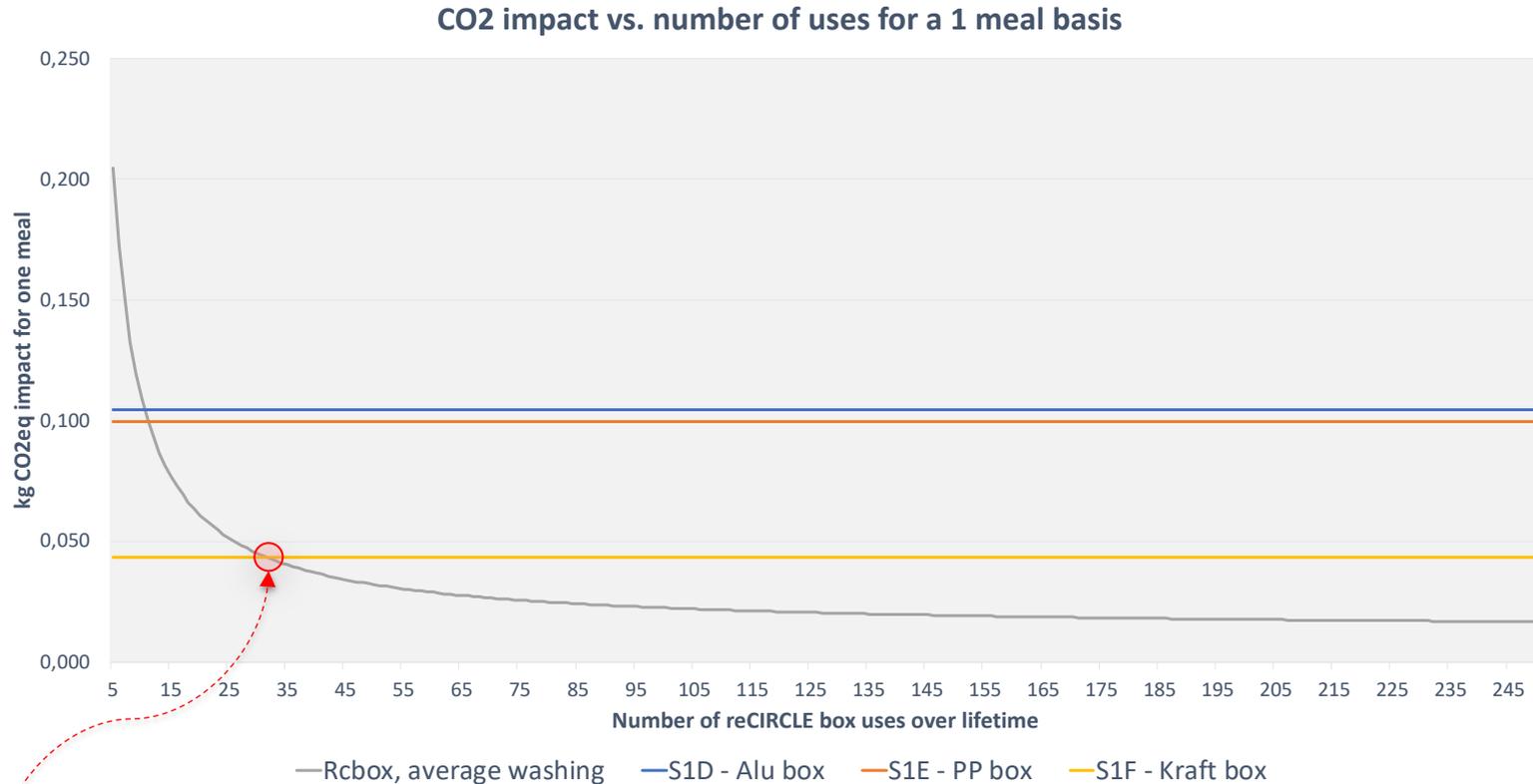
Die Bedeutung der Anzahl der Wiederverwendungen der reCIRCLE BOX (1/2)

CO2 impact vs. number of uses for a 1 meal basis



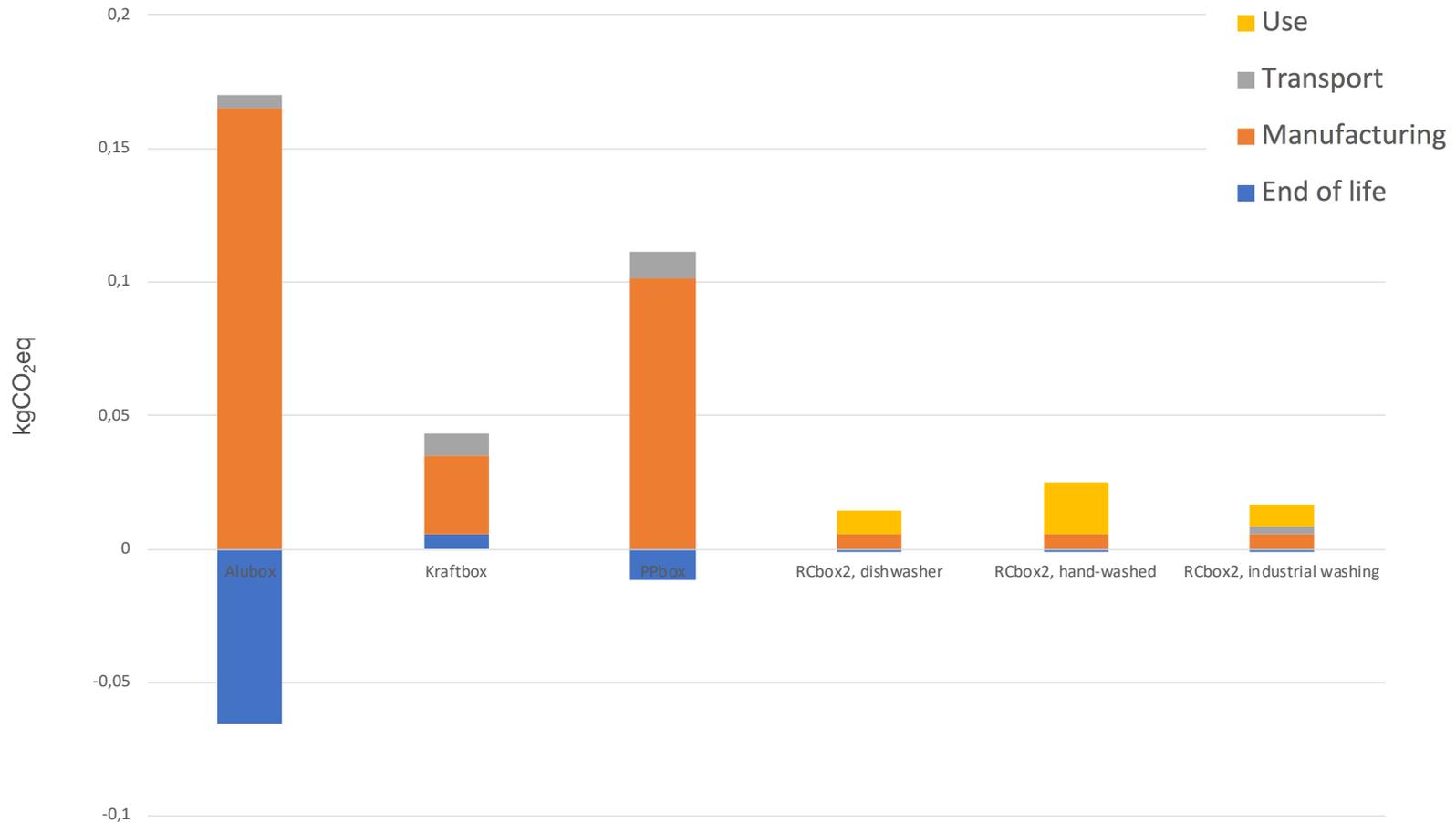
Wir stellen fest, dass eine reCIRCLE BOX je nach Art der Wäsche **mindestens 13 bis 15 Mal wiederverwendet werden muss**, um weniger CO2eq-Auswirkungen zu haben als eine durchschnittliche Einwegbox.

Die Bedeutung der Anzahl der Wiederverwendungen der reCIRCLE BOX (2/2)

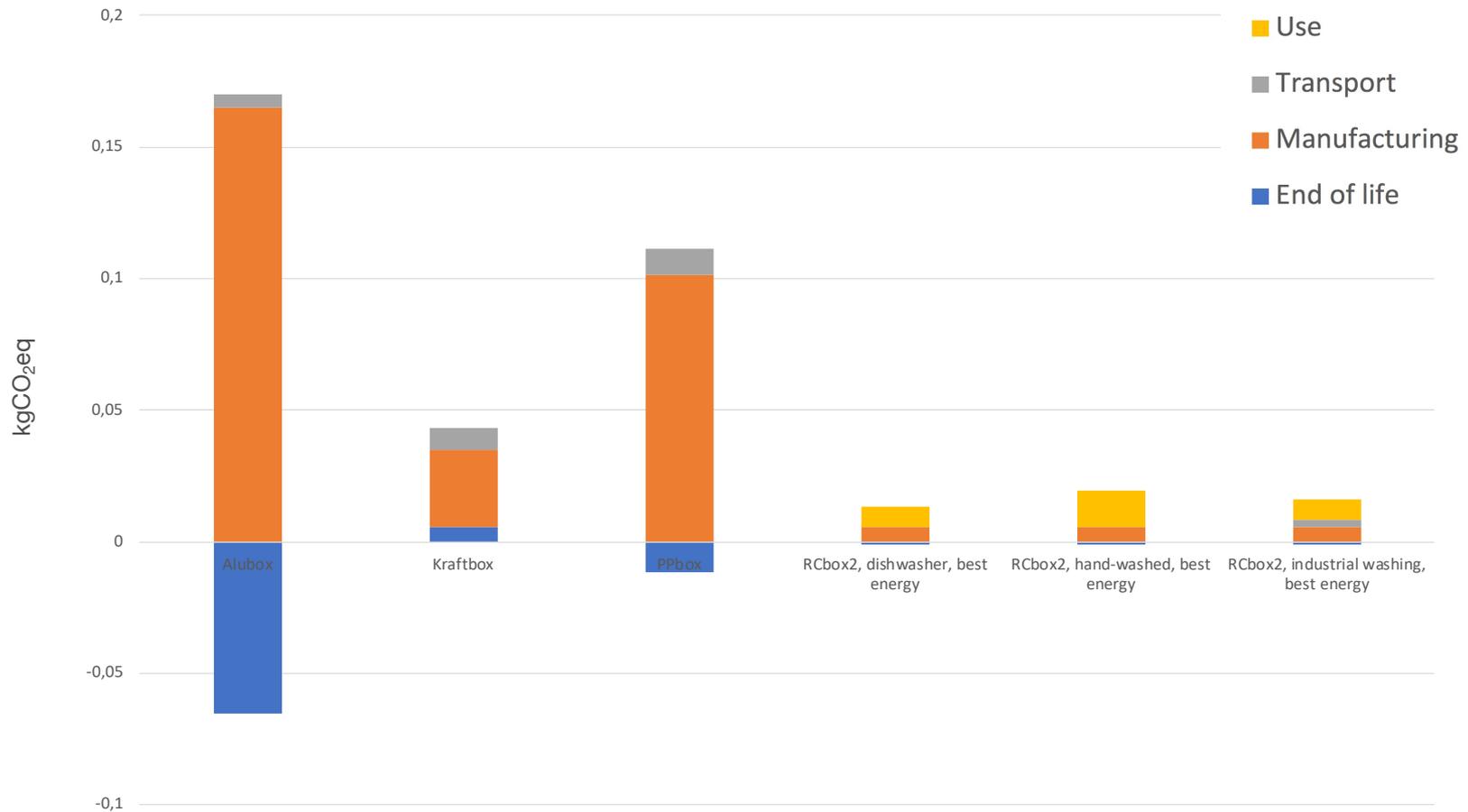


Berücksichtigt man jedoch die beste in Betracht gezogene Einweg-Alternative (derzeit "Kraft-Box"), so sind bei Mischwäsche zwischen **30 und 35 Wiederverwendungen** der reCIRCLE BOX nötig, um eine geringere Auswirkung zu haben.

reCIRCLE BOX 2: kgCO₂eq-Auswirkungen pro Mahlzeit im Vergleich zu Einweg-Alternativen, mit Standard-Energiemix



reCIRCLE 2 Boxen: kgCO₂eq-Auswirkungen pro Mahlzeit im Vergleich zu Einweg-Alternativen, mit 50 % Solarenergie-Mix

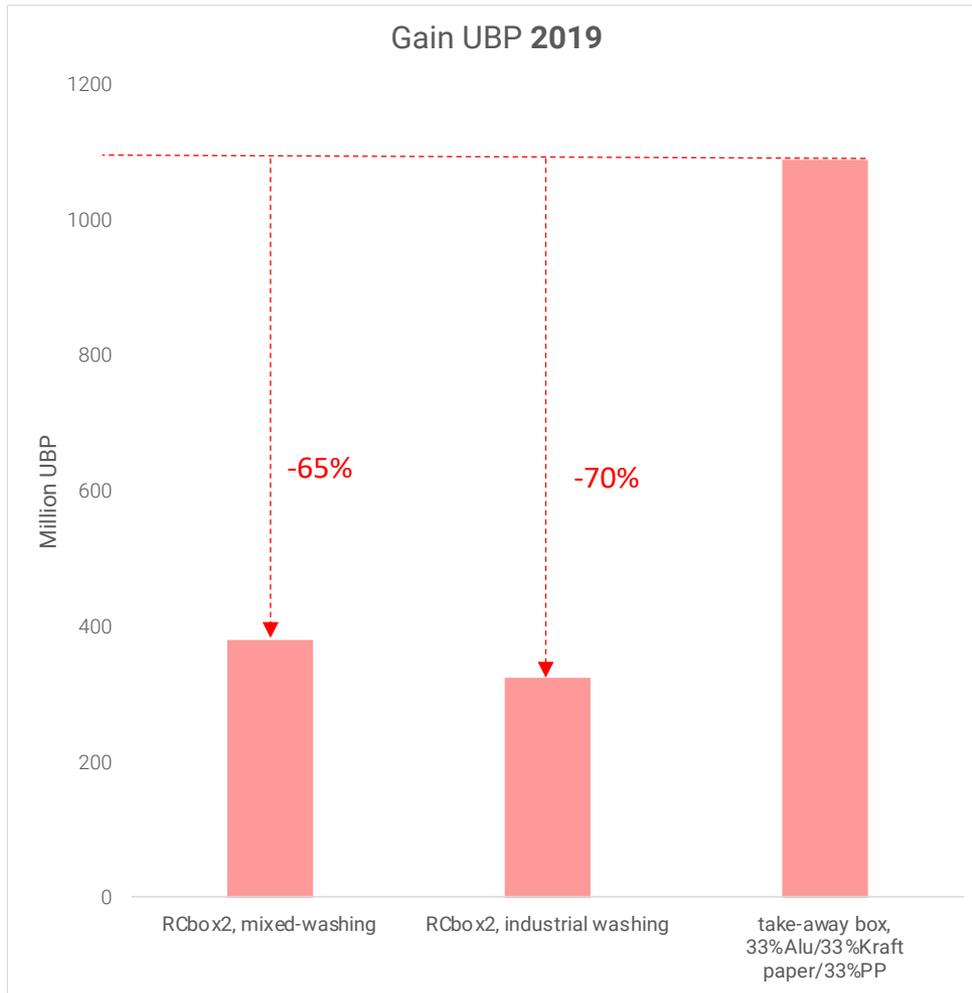


2.2

Umwelt- Belastungs- punkte



UBP-Einsparung durch reCIRCLE-Mahlzeiten im Jahr 2019



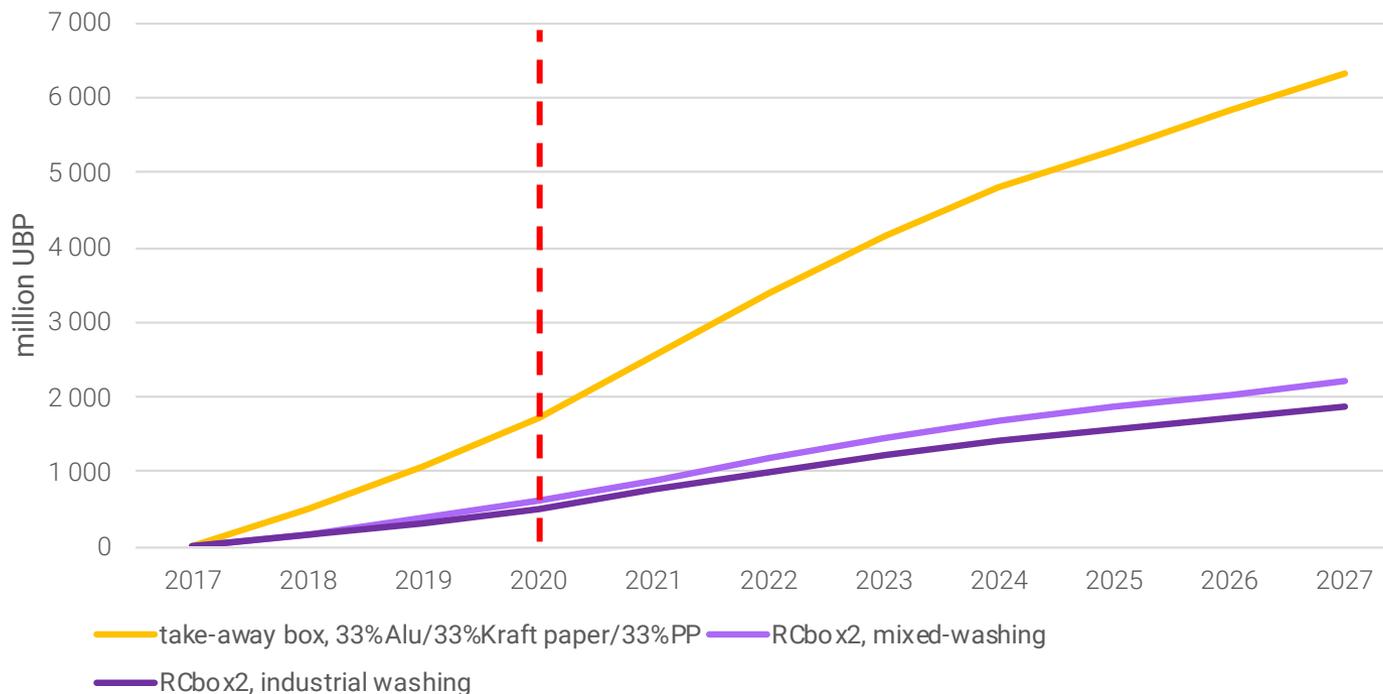
Es wird von einer durchschnittlichen Nutzung der reCIRCLE BOX von 200 Mal ausgegangen



Im Jahr 2019 hat das Ersetzen von etwa **10 Millionen** Einweg-Lunchboxen aus Aluminium, Kraftpapier oder Polypropylen (zu gleichen Teilen angenommen) durch die reCIRCLE BOX 2 einen Gewinn von **708 Millionen** UBP bei gemischtem Waschen (50 % Handwäsche/50 % Geschirrspüler) und **764 Millionen** VE bei nur industriellem Waschen ergeben. Dies entspricht etwa **1%** des vom Bund gesetzten Jahresziels (70 Mrd. UBP)

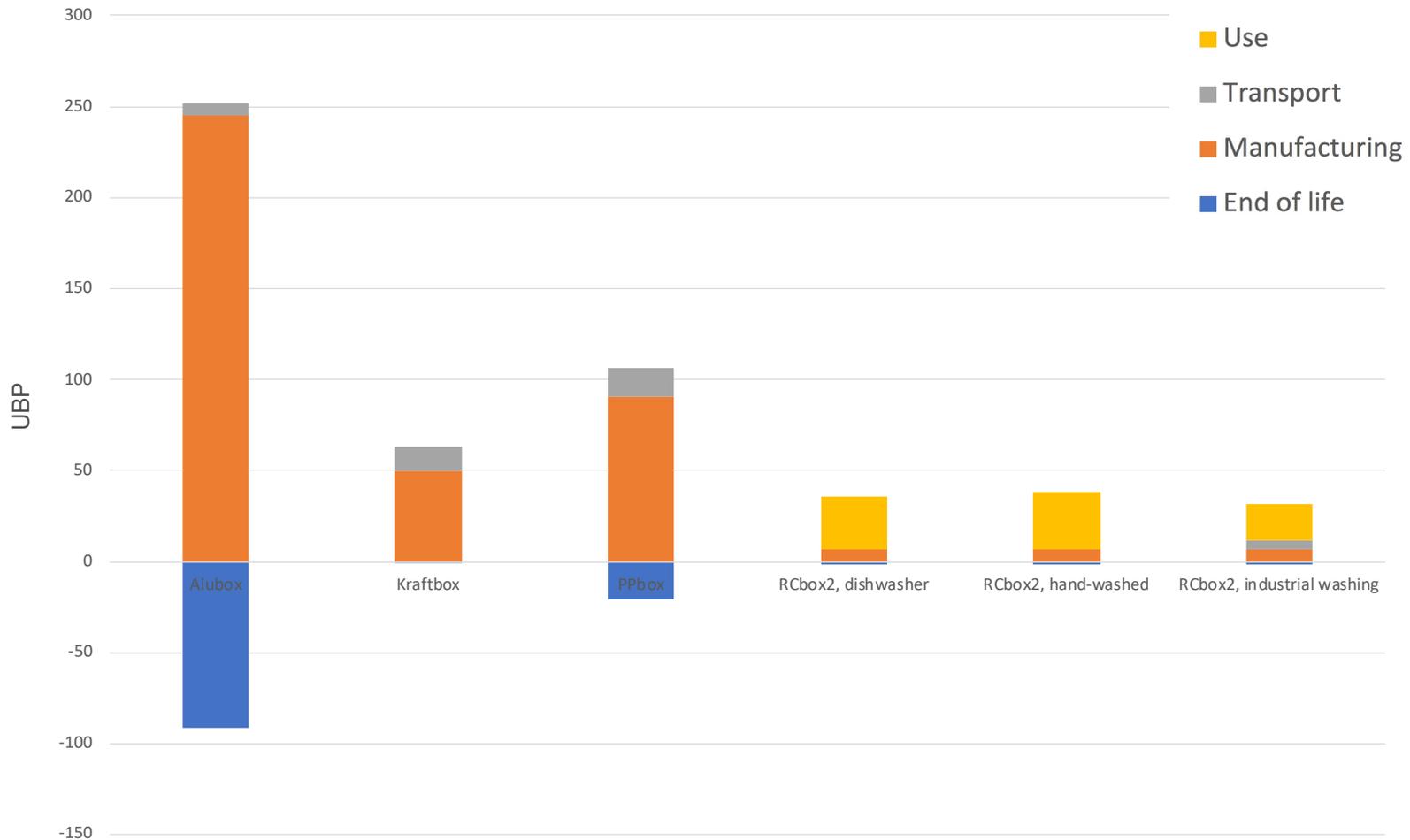
Vergangene und zukünftige **UBP-Einsparung** aus reCIRCLE BOXen

reCIRCLE BOX market substitution in Switzerland:
Ecosystem impacts

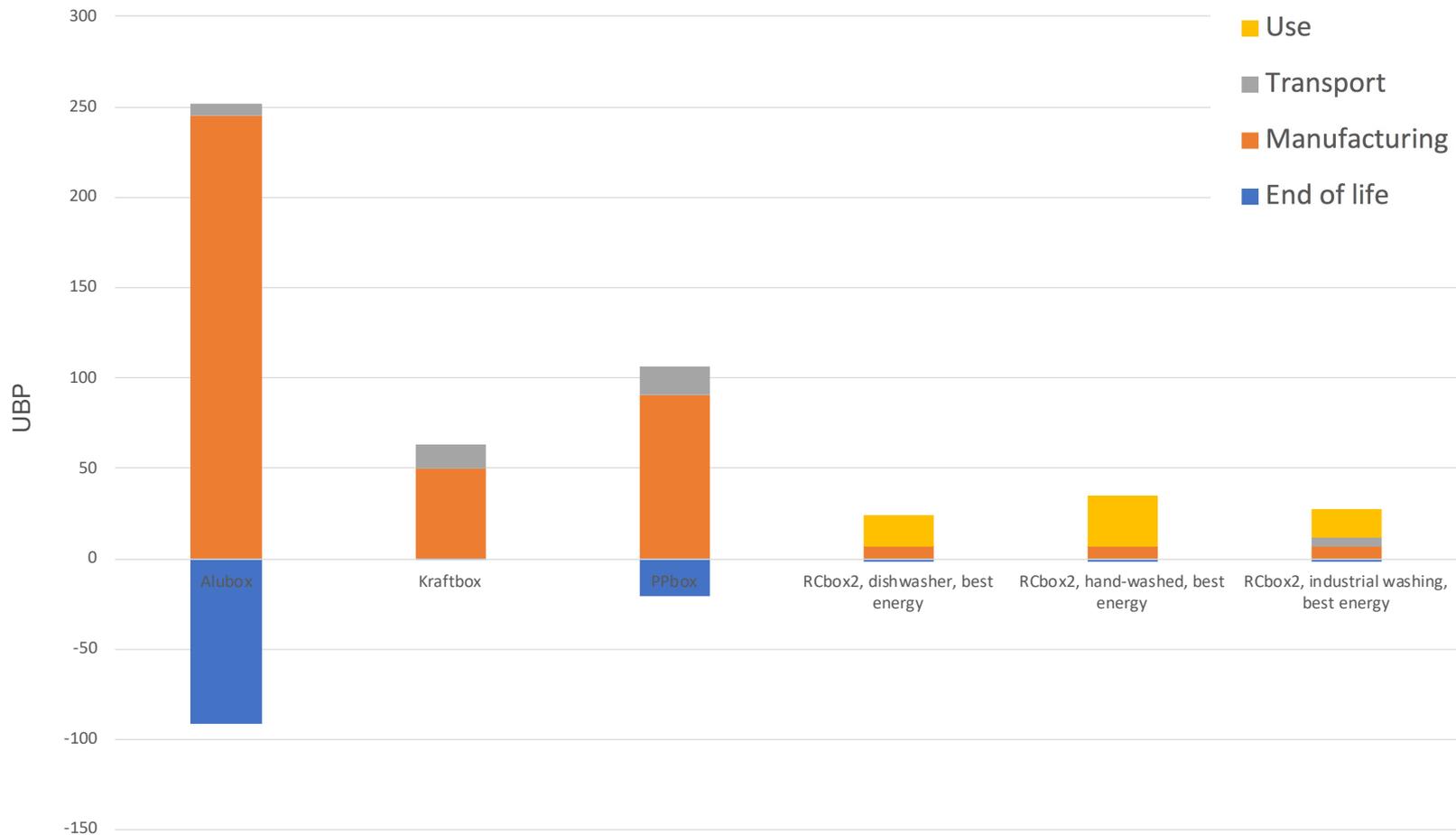


Von 2017 bis 2019 generierten die reCIRCLE BOXen (bei gemischtem Waschen) einen Gewinn von ca. **UBP 1.038 Millionen** und könnten von 2020 bis 2027 einen zukünftigen Gewinn von **UBP 22.147 Millionen** generieren.

reCIRCLE BOX 2: UBP-Auswirkungen pro Mahlzeit im Vergleich zu Einweg-Alternativen, mit Standard-Energiemix



reCIRCLE BOX 2: UBP-Auswirkungen pro Mahlzeit im Vergleich zu Einweg-Alternativen, mit 50% Solarenergie-Mix

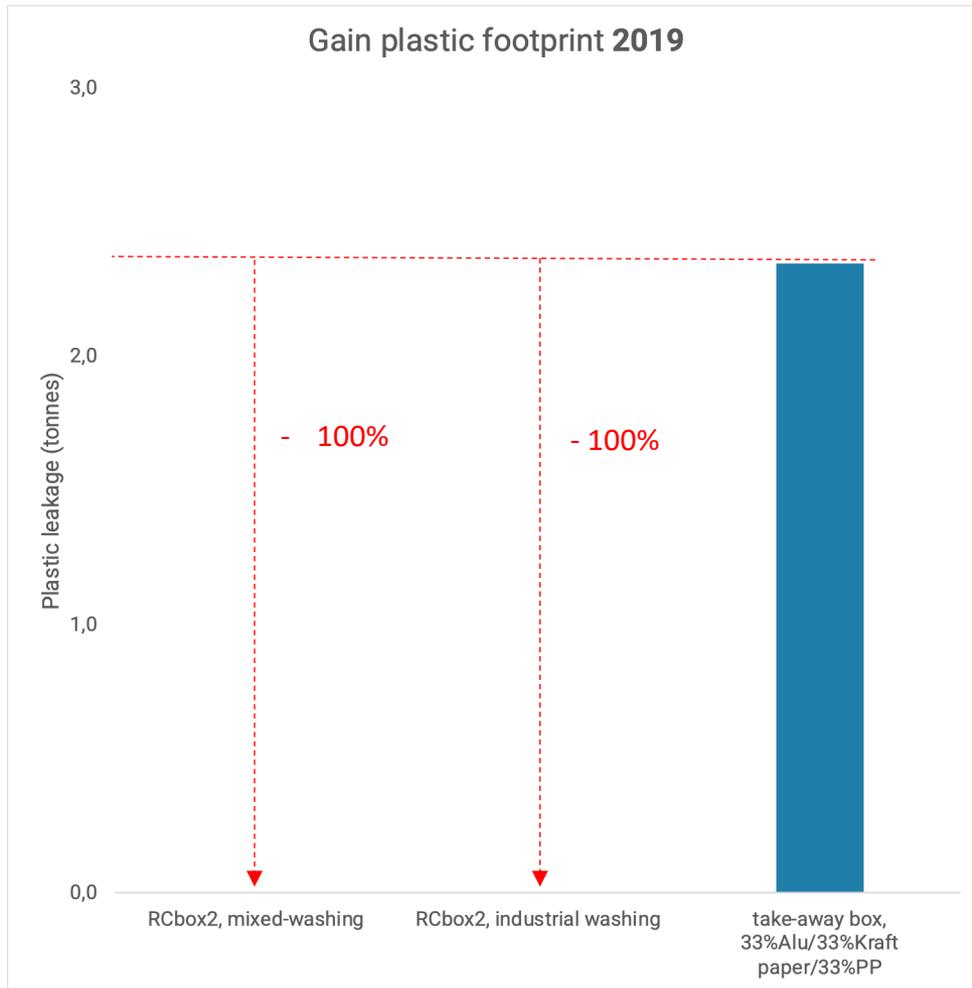


2.3

Plastik Fussabdruck



Kunststoff-Einsparung durch reCIRCLE-Mahlzeiten in 2019

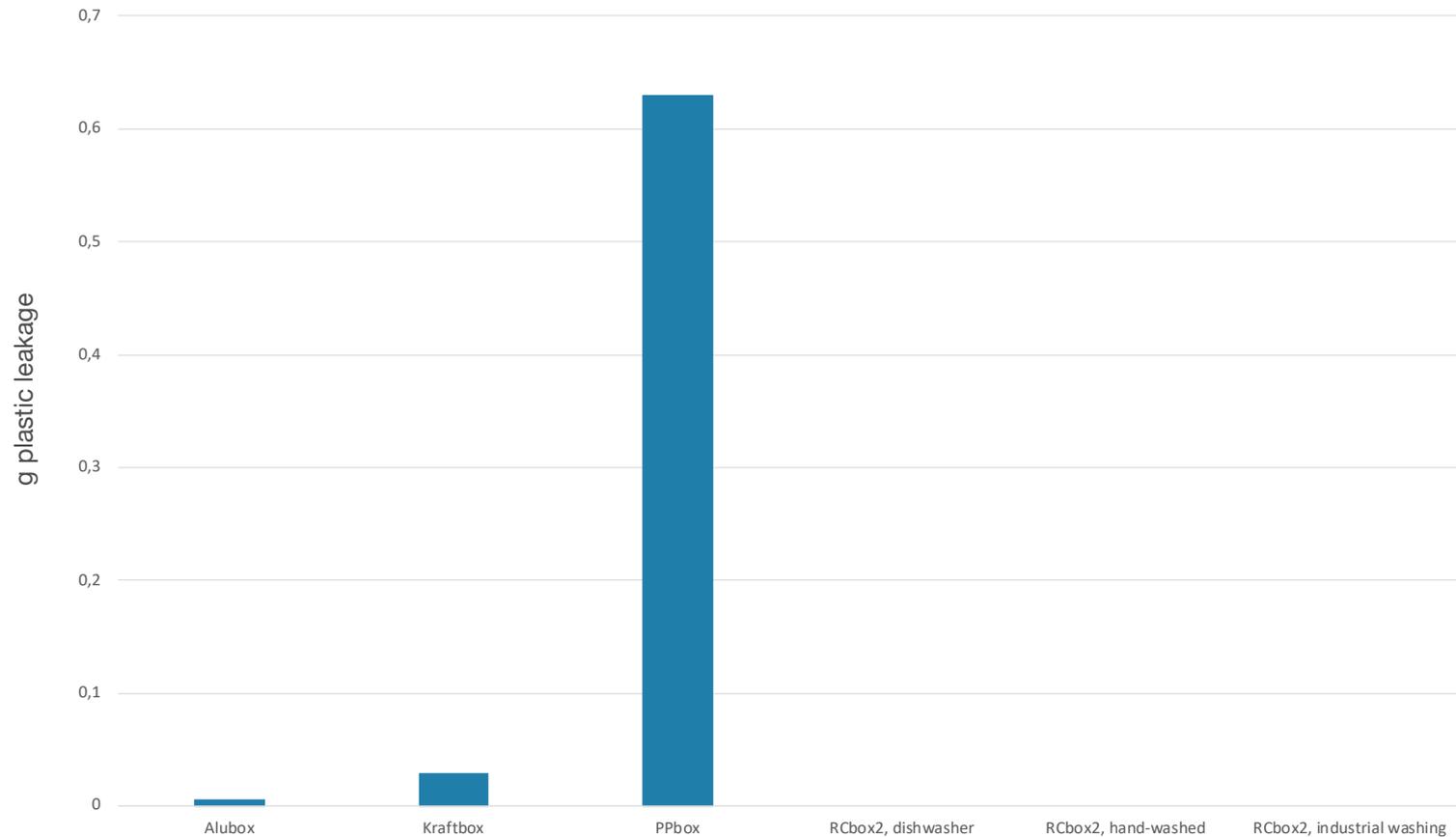


Es wird von durchschnittlich 200 Nutzung pro reCIRCLE BOX ausgegangen.



Im Jahr 2019 hätte durch das Ersetzen von ca. 10 Millionen Einwegschenken aus Aluminium, Kraftpapier, Polypropylen (zu gleichen Teilen) durch die reCIRCLE BOX 2 verhindert werden können, dass 2,3 Tonnen Plastik in die Umwelt gelangen.

reCIRCLE BOX 2: Plastik-Fußabdruck im Vergleich zu Einweg-Alternativen, in g Plastik-Leckage pro Mahlzeit



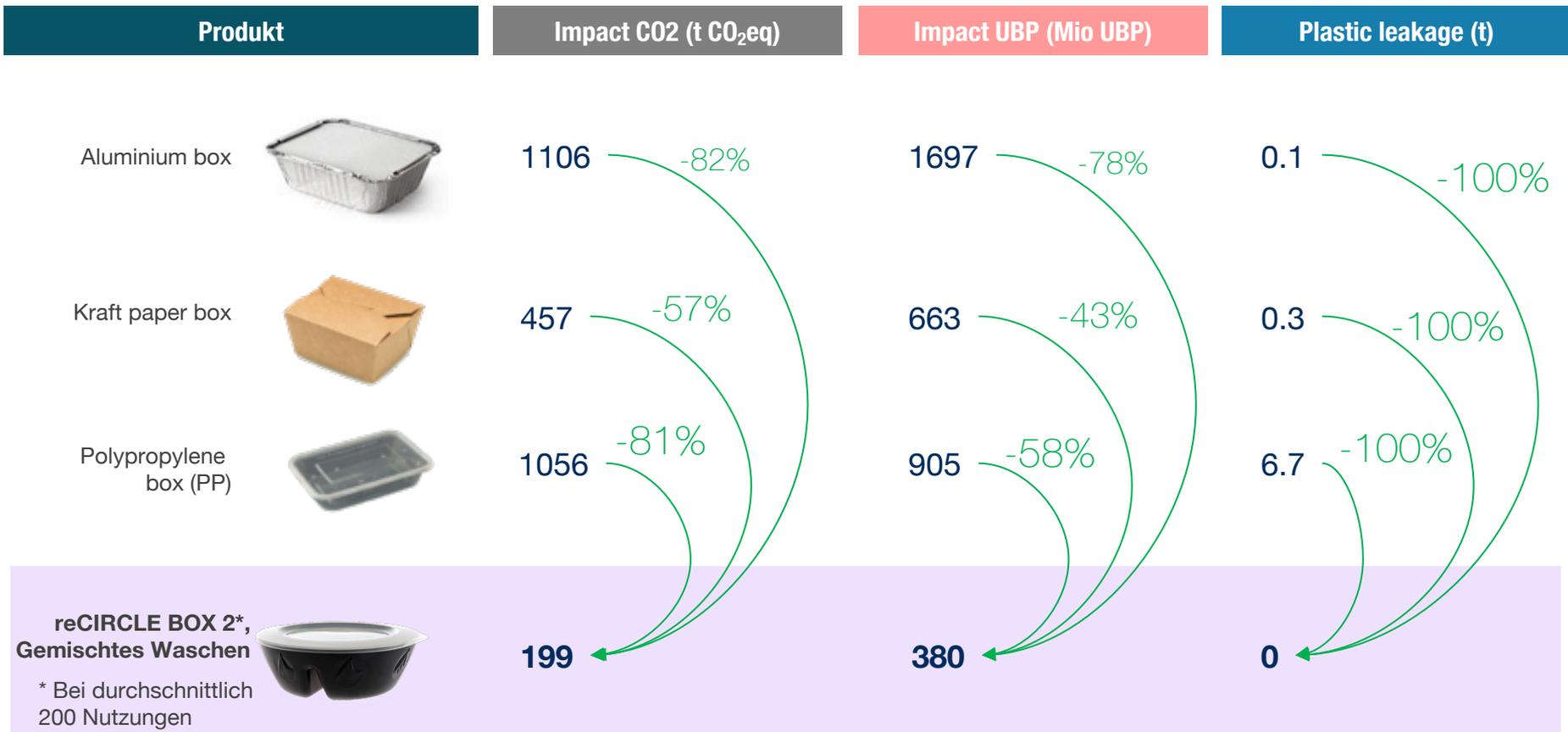
2.4

Zusammenfassung der Umwelt- auswirkungen



Zusammenfassung: Auswirkungen CO₂, UBP, plastique

Die folgende Tabelle zeigt die CO₂-, UBP- und Kunststoffauswirkungen von 10.582.000 ausgegebenen Mahlzeiten (entspricht der Anzahl im Jahr 2019 in der reCIRCLE BOX ausgegebenen Mahlzeiten) nach Behältertyp:



③ Kreislaufindex



Kreislaufindex: EMF Methode

In Anlehnung an den Ansatz, den die Ellen McArthur Foundation in ihrer Veröffentlichung "EMF (2015). Circularity Indicators. An Approach to Measuring Circularity" haben wir den Material Circularity Indicator (MCI) für die verschiedenen Boxen anhand einer Einweg-Lunchbox als Referenzprodukt berechnet. Die detaillierte Berechnung für die reCIRCLE-Box finden Sie im Abschnitt "Anhänge".

Produkt	Zirkularität
Aluminium box 	  43%
Kraft paper box 	  44%
Polypropylene box (PP) 	  10%
reCIRCLE BOX 2 	  99%



④ Schluss-
folgerungen
und Wege zu
Verbesserung
der Ökobilanz

Wesentliche Erkenntnisse

- Das Ersetzen von Einweggeschirr durch die reCIRCLE BOX 2 (bei Wasch-Mix 50% von Hand und 50% im Geschirrspüler), können der CO₂-Abdruck um 77% und der Einfluss auf die UBP um 65% reduziert werden.
- Die reCIRCLE BOX muss mindestens 13 bis 15 mal genutzt werden, je nach Wasch-Art, um eine bessere Ökobilanz zu haben, als ein Durchschnitts-Einweggeschirr.
- Den grössten Einfluss auf die Ökobilanz der reCIRCLE BOX (bei durchschnittlich 200 Nutzungen) hat die Reinigung von Hand und in der Maschine, wobei der größte Teil der Energie für das Erhitzen von Leitungswasser bzw. den Betrieb der Spülmaschine benötigt wird.
- Die Erhöhung des Anteils der Solarenergie am Energiemix auf 50 % ermöglicht beim manuellen Waschen eine zusätzliche Reduktion der CO₂eq-Belastung von etwa 12 % im Vergleich zu einer Aluminiumdose. Bei maschinellen oder professionellen Waschen ist diese Reduktion geringer: (2 bis 3%).
- Die Nutzung der reCIRCLE BOX verhindert die Plastikverschmutzung, die bei Eingwegeschirr durch Littering entsteht.

Wichtige Anmerkungen

- Das derzeit eingesetzte iQ-PBT reduziert die CO₂eq-Belastung um 29 %, im Vergleich zu einem Standard-PBT, aber die Unterschied im Bezug auf die UBP ist nicht bekannt. Eine gründliche Analyse der gesamten Umweltauswirkungen des iQ PBT wäre wünschenswert.
- Das durchschnittliche Volumen der untersuchten Einweg-Verpackungen liegt bei ca. 900 ml, während das Volumen der am häufigsten verwendeten reCIRCLE BOX 1000 ml beträgt.
- Die in dieser Studie präsentierten Ergebnisse sind konservativ berechnet, da wir davon ausgehen, dass die reCIRCLE BOX nur eine Einwegbox ersetzt, während in der Praxis eine Mahlzeit möglicherweise aus zwei Einwegboxen besteht (eine für das Hauptgericht, eine für die Beilage) und mit einer Einwegserviette und Besteck in einer Plastiktüte serviert wird. Diese zusätzlichen Faktoren wurden in unseren Berechnungen nicht berücksichtigt.

¹ Gallego-Schmid, A., Mendoza, J. M. F., & Azapagic, A. (2019). Environmental impacts of takeaway food containers. *Journal of Cleaner Production*, 211, 417-427.

Wege zu Verbesserung der Ökobilanz



Anleitung der Reinigung

- Bei Handwäsche kaltes Wasser benutzen
- Betrieb mit mehr erneuerbarer Energie empfohlen



Förderung der Wiederverwendung

- Einführen von "Gamification » Elementen, um die Wiederverwendung der BOXen zu fördern
- Einführen eines Set mit wiederverwendbarem Besteck, Tüte und Serviette, um den mit dem Take-Away-Verkauf verbundenen Kollateralabfall zu reduzieren



Design überdenken

- Zu untersuchende Alternativen zum iQ PBT
- Geringfügige Verkleinerung der BOXen
- Das Gewicht der BOXen reduzieren, wenn möglich

Mögliche Maßnahmen und potenzielle Gewinne im Jahr 2019

Anzahl reCIRCLE Mahlzeiten im Jahr 2019 : 10.582.000.

Actions	CO2			UBP		
	Impact tCO2-eq	gain tCO2-eq	gain tCO2-eq (%)	Impact millions UBP	gain millions UBP	gain millions UBP (%)
Szenario: gemischtes Waschen 50% von Hand, 50% Maschinell.	199			380		
Die Wassertemperatur beim Abwasch von Hand von 35° auf 20° reduzieren	155	44	22%	331	49	13%
Den Anteil an thermischer Solarenergie beim Abwasch von Hand auf 50% erhöhen	172	27	14%	362	19	5%
Den Anteil an photovoltaischer Solarenergie beim Abwasch im Geschirrspüler auf 50% erhöhen	194	5	2%	318	62	16%
Die genutzte Menge an Spülmittel beim Abwasch von Hand um die Hälfte reduzieren	190	8	4%	362	18	5%
Die Spülmittel-Menge beim Abwasch im Geschirrspüler um die Hälfte reduzieren	193	6	3%	366	15	4%
Das Gewicht der reCIRCLE BOX 2 um 10% reduzieren.	195	4	2%	375	5	1%
Das Volumen der reCIRCLE BOX 2 um 20% reduzieren.	190	9	5%	369	11	3%



⑤ Anhang

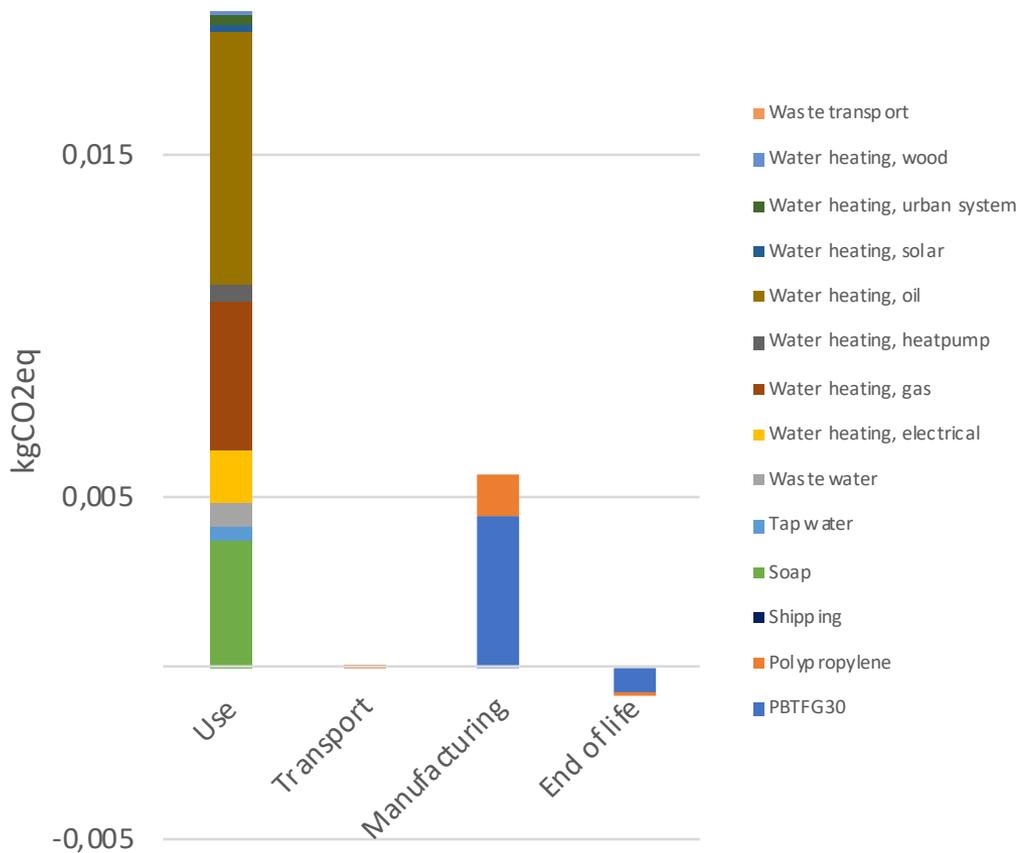


5.1

Detaillierte CO₂eq- Auswirkungen der reCIRCLE BOX 2



reCIRCLE BOX 2: Detaillierte CO₂eq-Auswirkungen bei der Nutzung inklusive Handwäsche



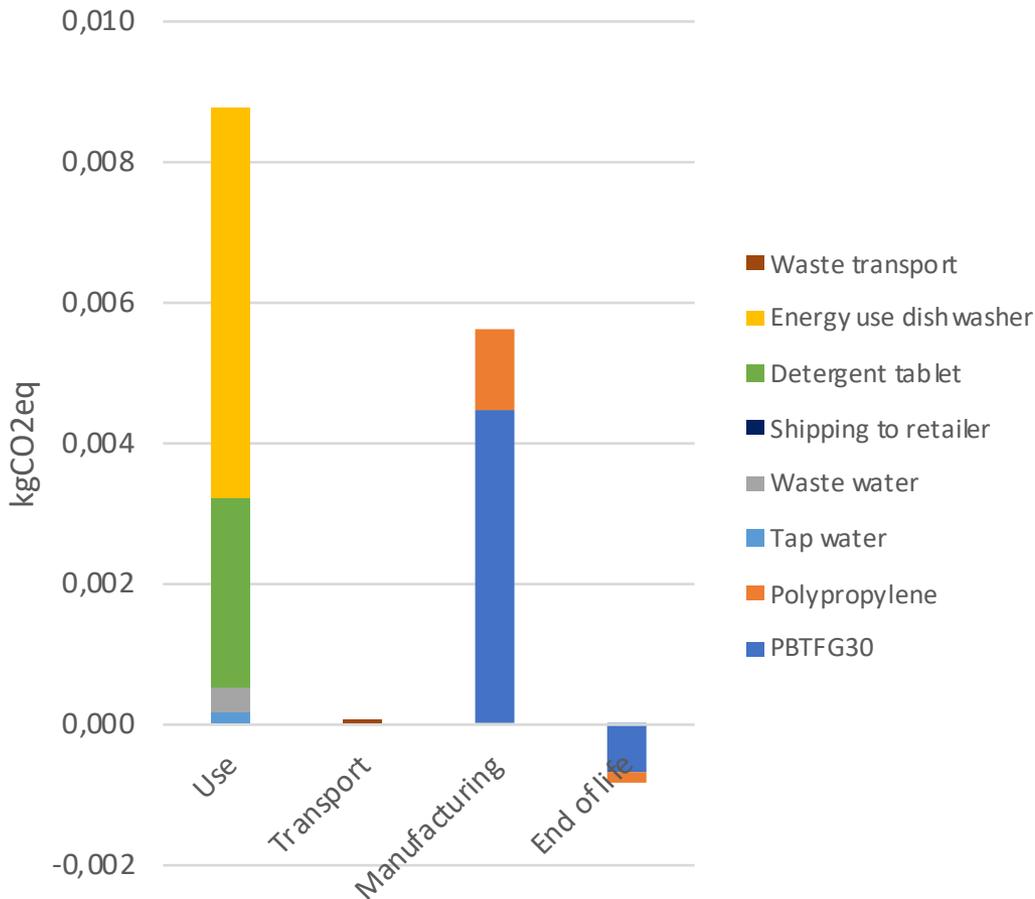
Es wird mit einer durchschnittlichen Nutzung von 200 mal gerechnet.

Hypothese pro Nutzung:
 Wassertemperatur= 35°C
 Wassermenge= 2 litres
 Spülmittel-Menge= 0,8 g



Beobachtung: Dominante Auswirkung während des Gebrauchs, insbesondere durch die Art der Energie, die zur Erwärmung des Leitungswassers verwendet wird.

reCIRCLE BOX 2: Detaillierte CO₂eq-Auswirkungen bei der Nutzung inklusive Reinigung im Geschirrspüler



Es wird mit einer durchschnittlichen Nutzung von 200 mal gerechnet.

Hypothese pro Nutzung:

Maximale Anzahl reCIRCLE BOX pro Waschgang= 15

Strom pro BOX= 0,055 kWh

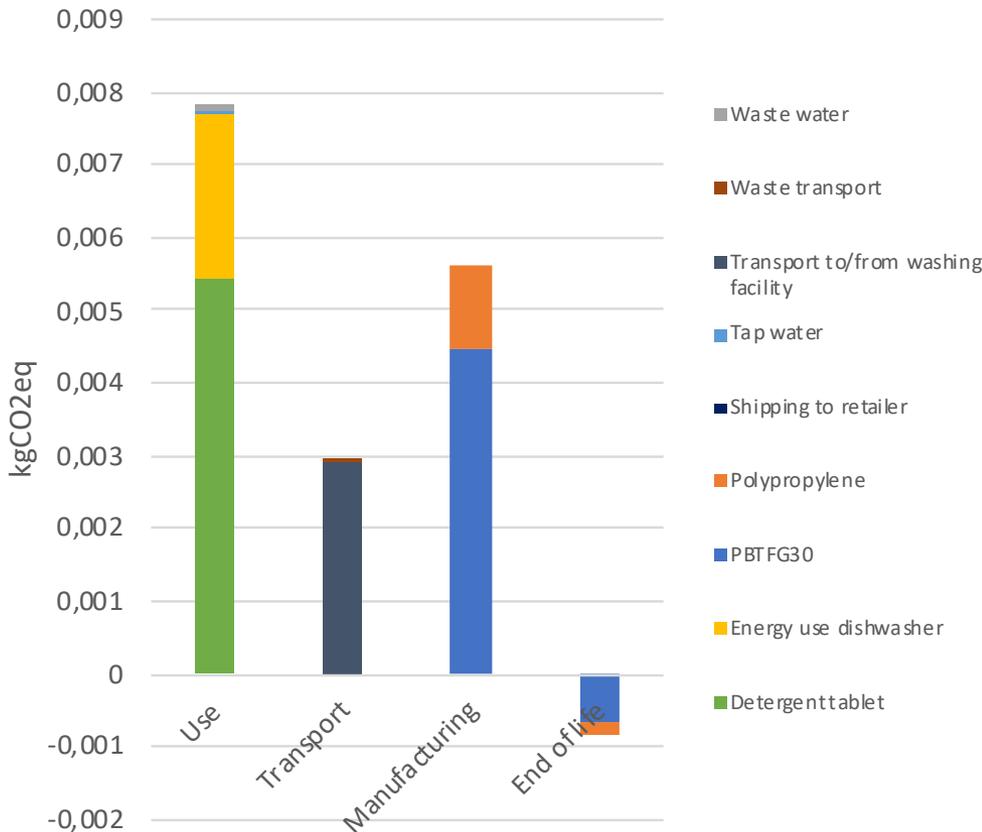
Wasser pro BOX= 0,9 litres

Spülmittel pro BOX= 1 g



Beobachtung: Dominante Auswirkung während des Gebrauchs, insbesondere aufgrund der Herkunft des Stroms, der zum Betrieb der Maschine verwendet wird.

reCIRCLE BOX 2: Detaillierte CO₂eq-Auswirkungen bei der Nutzung inklusive professionelle Reinigung



Es wird mit einer durchschnittlichen Nutzung von 200 mal gerechnet.

Hypothese pro Nutzung:

Max. Maschinenkapazität = 100

Stromverbrauch pro BOX = 0,022 kWh

Wasserverbrauch pro BOX = 0,23 litres

Spülmittelverbrauch pro BOX = 2 g

Transportweg = 15 km



Beobachtung: Insbesondere durch die Menge des Waschmittels, aber auch während des Transports zur industriellen Waschanlage kommt es zu einer erheblichen Belastung.

5.2

Detaillierte Zirkularitäts- berechnung für die recircle BOX



Zirkularitätsindex:

Details der Berechnung anhand der EMF Methode

The detailed bill of materials of the **reCIRCLE BOX 2** is described in the table below:

Material	Mass (kg)	% recycled feedstock	% reused feedstock	% recycled after disposal	% reused after disposal	Recycling yield (E_c)	Uses (U)
PBT	0.15	0%	0%	30%	0%	95% ¹	200
PP	0.036	0%	0%	30%	0%	95% ²	100

¹ Chen, Y. J., Huang, X., Chen, Y., Wang, Y. R., Zhang, H., Li, C. X., ... & Lan, Y. Q. (2019). Polyoxometalate-Induced Efficient Recycling of Waste Polyester Plastics into Metal-Organic Frameworks. *CCS Chemistry*, 1(5), 561-570.

² van Velzen et al. (2017, December). Efficiency of recycling post-consumer plastic packages. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1914, No. 1, p. 170002). AIP Publishing LLC

The Material Circularity Indicator is calculated in **5 steps**:

1. Virgin feedstock

We know that $F_{R,PBT} = F_{R,PP} = 0$ and $F_{U,PBT} = F_{U,PP} = 0$

And as $V = M \cdot (1 - F_R - F_U)$,

$$V = V_{PBT} + V_{PP} = M_{PBT} + M_{PP} = 0.186$$

Zirkularitätsindex:

Details der Berechnung anhand der EMF Methode

2. Unrecoverable waste

We know that $C_{R,PBT} = C_{R,PP} = 0.3$, $C_{U,PBT} = C_{U,PP} = 0$ and $E_{C,PBT} = E_{C,PP} = 0.95$, then

- The amount going to landfill or energy recovery is $W_0 = M(1 - C_R - C_U)$,
So: $W_0 = W_{0,PBT} + W_{0,PP} = (0.186) \cdot (1 - 0.3) = 0.1302$
- The mass unrecovered during the recycling process is $W_C = M(1 - E_C) C_R$,
So: $W_C = W_{C,PBT} + W_{C,PP} = (0.186) \cdot (1 - 0.95) \cdot (0.3) = 0.00279$
- The mass unrecovered when producing recycled feedstock is $W_F = M((1 - E_F) F_R) / E_F$,
So: $W_F = W_{F,PBT} + W_{F,PP} = 0$, since $F_{R,PBT} = F_{R,PP} = 0$
- Eventually, the total waste unrecoverable is equal to:
 $W = W_0 + (W_C + W_F) / 2$
 $W = 0.1302 + 0.00279 / 2 = 0.1316$

Zirkularitätsindex:

Details der Berechnung anhand der EMF Methode

3. Linear Flow Index

According to the methodology,

$$LFI = (V+W) / (2M + (W_F - W_C)/2)$$

$$LFI = (0.186 + 0.1316) / (2 \cdot 0.186 + (0 - 0.00279)/2) = 0.86$$

4. Utility Factor

A single-use food container is assumed to be used $U_{av} = 1$ time on average, while the reCIRCLE container is used on average $U_{PBT} = 200$ and the lid $U_{PP} = 100$.

Eventually in this case, $X = U/U_{av} = (U_{PBT} + U_{PP})/2 \cdot (1/U_{av}) = 150/1 = 150$

and $F(X) = 0.9/X = 0.9/150 = 0.006$

5. Material Circularity Index

The MCI of the reCIRCLE BOX 2 compared to single use containers is:

$$MCI = \max(0 ; 1 - LFI \cdot F(X)) = \max(0 ; 1 - (0.86) \cdot (0.006)) = 0.99^*$$

* If we assume that we compare our product to reusable containers, the average number of uses would be $U_{av} = 43$ (source: Harnoto, M. F. (2013). A Comparative Life Cycle Assessment of Compostable and Reusable Takeout Clamshells at the University of California, Berkeley. LCA Compostable and Reusable Clamshells, 1-24.) and eventually the Material Circularity Indicator would drop to **MCI = 0.78**.

Zirkularitätsindex:

Details der Berechnung anhand der EMF Methode

Then we calculate the MCI for the single-use containers compared in the reCIRCLE study based on the detailed bills of materials of the **single-use containers** with assumptions used in the study:

Product	Material	Mass (g)	% recycled feedstock	% reused feedstock	% recycled after disposal ³	% reused after disposal	Recycling yield (E _c)	Uses (U)
Alu box	Aluminium	7.6	60% ¹	0%	40%	0%	100%	1
	Paper	6.6	47% ²	0%	0%	0%	77% ³	1
	PE	0.3	0%	0%	0%	0%	-	1
PP box	PP	31.5	0%	0%	0%	0%	-	1
Kraft box	Kraft paper	24.6	47% ²	0%	0%	0%	77% ³	1
	PE	1.4	0%	0%	0%	0%	-	1

¹ Expert assessment by IGORA (<https://igora.ch/fr/home/>)

² Appendix C in Nessi S., Sinkko T., Bulgheroni C., Garcia-Gutierrez P., Giuntoli J., Konti A., Sanye-Mengual E., Tonini D., Pant R., Marelli L., Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of Alternative Feedstock for Plastics Production – Part 1, European Commission, Ispra, 2020

³ Corresponds to the product between recycled pulping and paper making yield ratios from Table 1 in Van Ewijk, S. et al. (2018). Global life cycle paper flows, recycling metrics, and material efficiency. *Journal of Industrial Ecology*, 22(4), 686-693.

Zirkularitätsindex:

Details der Berechnung anhand der EMF Methode

Following the same approach as for the reCIRCLE BOX 2 and assuming that utility is in the industry average for the single use containers ($X = U/U_{av} = 1$), we obtain the following MCIs for single-use containers that we compare with the reCIRCLE BOX 2:

Product	Material Circularity Indicator
Aluminium box 	  43%
Kraft paper box 	  44%
Polypropylene box (PP) 	  10%
reCIRCLE BOX 2 	  99%





- Fully independent, project funded
- Mission driven
- Connected to businesses and real world
- Lead by scientific excellence

Quantis

www.e-a.earth



Follow us



Julien.boucher@e-a.earth



+ 41 (0) 76 532 57 27



EA – environmental action



EA – environmental action

