

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Sozial-ökologische Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

**Plastik
in der Umwelt**
Quellen • Senken • Lösungsansätze

Andreas Detzel, Carolin Bender, Tamara Ettinger, Alina Schmidt, Benedikt Kauertz

Versandpackungen für den Onlinehandel (Da- men T-Shirts)

Ökologie – Abfall – Handhabung
Eine Kurzauswertung



i|ö|w
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG



ifeu
INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG



INNOREDUX
plastik-reduzieren.de

Impressum

Autor/innen:

Andreas Detzel (ifeu), Carolin Bender (ifeu), Tamara Ettinger (ifeu), Alina Schmidt (ifeu), Benedikt Kauertz (ifeu)

Projektleitung:

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin
www.ioew.de

Kooperationspartner:

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Im Weiher 10, 69121 Heidelberg
www.ifeu.de

Der vorliegende Beitrag entstand im Forschungsprojekt „Innoredux – Geschäftsmodelle zur Reduktion von Plastikmüll entlang der Wertschöpfungskette: Wege zu innovativen Trends im Handel“. Das Projekt ist Teil des Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“ und wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Förderkennzeichen 01UP1804A

Zitiervorschlag:

Andreas Detzel; Carolin Bender; Tamara Ettinger; Alina Schmidt; Benedikt Kauertz (2021): Versandverpackungen für den Onlinehandel (Damen (T-Shirts). Ökologie, Abfall, Handhabung – Kurzauswertung. Ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH.

Mehr Informationen zum Projekt: www.plastik-reduzieren.de

Heidelberg, März 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
2	Anmerkungen zur Vorgehensweise	6
2.1	Betrachtete Verpackungslösungen	6
2.2	Bewertungskriterien und Ergebnisdarstellung	6
2.3	Relevanz für das Reallabor	7
2.4	Datenquellen	7
2.5	Ergänzende Informationen zum „Handling“	8
2.6	Einschränkungen	8
3	Erläuterung der Varianten	8
4	Ergebnisse der Ökobilanz	10
4.1	Grafische Darstellung	10
4.2	Beobachtungen	11
4.3	Verpackungsintensität und Verpackungsabfall	11
4.4	Relevanz für das Reallabor	12
5	Anhang A: Angaben zu zentralen Parametern der Modellierung	13
6	Anhang B: Verpackungsintensität und Abfallaufkommen	15

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersicht der angesetzten Transportwege	9
Abb. 2: Ergebnisse der verschiedenen Versandverpackungen (Indikator Klimawandel)	10
Abb. 3: Ergebnisse der verschiedenen Versandverpackungen (Ausgewählte Indikatoren)	10

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 Versandvorgänge	11
Tab. 2: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 Versandvorgänge.....	12
Tab. 3: Verpackungsspezifikationen Versandverpackung	13
Tab. 4: Verallgemeinernde Distributionsannahmen	13
Tab. 5: Sammel- und Entsorgungsparameter	14
Tab. 6: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 Versandvorgänge	15
Tab. 7: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 Versandvorgänge.....	15

1 Vorwort

Das Forschungsprojekt „Geschäftsmodelle zur Reduktion von Plastikmüll entlang der Wertschöpfungskette: Wege zu innovativen Trends im Handel“ (Innoredux) untersucht Geschäftsmodellinnovationen im Handel zur Reduktion des Plastikmüllaufkommens entlang der Wertschöpfungskette. Innoredux wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Forschungsschwerpunkt „Plastik in der Umwelt - Quellen, Senken, Lösungsansätze“ gefördert, Bearbeitungszeitraum ist von Februar 2019 bis Januar 2022. Ziel von Innoredux ist es, in einem Reallaborforschungsansatz gemeinsam mit Partnern aus der unternehmerischen und kommunalen Praxis sowie mit Verbänden eine praktische Umsetzung von Verpackungslösungen im Einzelhandel zu entwickeln. Betrachtet werden sowohl der stationäre Handel als auch der Online-Versandhandel, wobei der Fokus auf den Verpackungen von Produkten aus vier Warengruppen liegt: Lebensmittel, Textilien, Bürobedarf sowie Kosmetika, Hygiene-, Wasch- und Reinigungsmittel.

Die Strategien zur Reduktion von Kunststoffverpackungen werden methodisch aus einer Geschäftsmodellperspektive heraus konzipiert und im Zuge eines in der Stadt Heideberg angesetzten Reallabors erprobt. Innoredux gliedert sich in vier Arbeitspakete:

- Das erste Arbeitspaket typologisiert plastikmüllvermeidende und -reduzierende Geschäftsmodelle; dabei werden sowohl innovative Verpackungslösungen als auch Geschäftsmodellinnovationen betrachtet.
- Im zweiten Arbeitspaket werden in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern des Vorhabens instruktive Beispiele mit Blick auf ökologische, ökonomische und soziale Wirkungen untersucht, interne und externe Einflussfaktoren ermittelt sowie Ansatzpunkte für kommunales bzw. regionales Handeln analysiert.
- Das darauffolgende dritte Arbeitspaket schafft in Form eines Reallabors in einem geographisch und zeitlich abgegrenzten Raum einen realen Anwendungskontext, in dem Lösungen aus dem zweiten Arbeitspaket erprobt werden können.
- Schließlich werden im finalen vierten Arbeitspaket die gewonnenen konzeptionellen und empirischen Ergebnisse ausgewertet und zu Strategien in Form von Handreichungen für Kommunen und Unternehmenschecklisten verdichtet.

Das vorliegende Arbeitspapier entstand im Rahmen der Bearbeitung des zweiten Arbeitspakets, in dem einzelne Verpackungen auf ihre Wirkung hinsichtlich Umwelt und Abfall untersucht wurden. Dazu wurden Übersichtsökobilanzen durchgeführt, deren Ergebnisse zusammen mit zentralen Annahmen zu den betrachteten Verpackungsvarianten im vorliegenden Arbeitspapier zusammengefasst sind.

2 Anmerkungen zur Vorgehensweise

2.1 Betrachtete Verpackungslösungen

Im Rahmen des Vorhabens wurden Versandverpackungen für den Onlinehandel von Damen T-Shirts mit zwei Referenzfällen sowie in vier Varianten untersucht. Die Auswahl der Verpackungslösungen orientiert sich an zum Zeitpunkt der Bearbeitung markt-typischen Anwendungsfällen sowie den von Praxispartnern genutzten bzw. in Erprobung befindlichen Alternativlösungen.

- Referenzfall 1a (Ref1a): **Einweg-Versandkarton**, aus einwelliger Wellpappe (EW-Versandkarton einwellig)
- Referenzfall 1b (Ref1b): **Einweg-Versandkarton**, aus zwei welliger Wellpappe (EW-Versandkarton zweiwellig)
- Variante 1 (Var1): **Mehrwegbox** aus rezykliertem Polypropylen mit einer Umlaufzahl von n=100 (MW-Box rPP n=100)
- Variante 2a (Var 2a): **Mehrwegversandbeutel** aus primärem Polypropylen mit einer Umlaufzahl von n=5 (MW-Versandbeutel PrimärPP n=5)
- Variante 2b (Var 2b): **Mehrwegversandbeutel** aus rezykliertem Polypropylen mit einer Umlaufzahl von n=5 (MW-Versandbeutel rPP n=5)
- Variante 2c (Var 2c): **Mehrwegversandbeutel** aus rezykliertem Polypropylen mit einer Umlaufzahl von n=40 (MW-Versandbeutel rPP n=40)
- Variante 3a (Var 3a): **Einwegversandbeutel** aus primärem Polyethylen geringer Dichte (EW-Versandbeutel LDPE)
- Variante 3b (Var 3b): **Einwegversandbeutel** aus rezykliertem Polyethylen geringer Dichte (EW-Versandbeutel rLDPE)

Die Varianten und die von Ihnen abgeleiteten Szenarien werden weiter unten näher erläutert.

2.2 Bewertungskriterien und Ergebnisdarstellung

Die Umweltbewertung erfolgte über eine ökobilanzielle Wirkungsabschätzung anhand der Umweltkategorien Klimawandel, terrestrische Eutrophierung, aquatische Eutrophierung, Versauerung, kumulierter Energieaufwand durch nicht erneuerbaren Energieträger (KEA, nicht erneuerbar) sowie dem kumulierten Rohstoffaufwand. Für jede Verpackungslösung sind die Ergebnisse zum Klimawandel in Form von Staffelbalken dargestellt, anhand derer die Beiträge der einzelnen Verpackungsmaterialien/-bestandteile bzw. Lebenswegabschnitte ersichtlich werden (vgl.

Abb. 2). Ein weiterer Balken zeigt die über eine thermische oder stoffliche Verwertung erzielbaren Energiegutschriften (negative Werte). Der Saldo aus beiden Balken ist im dritten, grau-gefärbten Balken ersichtlich. Die Ergebnisse aller Vergleichsszenarien beziehen sich auf die gleiche funktionelle Einheit von 1000 Versandvorgängen von jeweils drei Damen-T-Shirts à 140g definiert ist. Die dem zugrundeliegenden Verpackungsspezifikationen und Distributionsannahmen sind in Tab. 3 und Tab. 4 ersichtlich.

In einer weiteren Abbildung (vgl. Abb. 3) sind die Ergebnisse aller genannten Umweltkategorien zusammengeführt, wobei das Szenario mit der jeweils höchsten Last auf 100% gesetzt wurde und das Ergebnis der restlichen Szenarien relativ dazu dargestellt ist.

Im BMBF-Programm „Plastik in der Umwelt“ kommt der Frage der Verminderung des Plastikeintrags in die Umwelt eine besondere Bedeutung zu. Deswegen wurden im Rahmen der Bilanzierung mit der „Verpackungsintensität“ und dem „Verpackungsabfall“ zwei weitere Indikatoren ausgewählt und betrachtet.

- Definition „Verpackungsintensität“: Art und Menge an Verpackungsmaterialien je funktioneller Einheit (vgl. Tab. 1 und Anhang Tab. 6)
- Definition „Verpackungsabfall“: Art und Menge an Verpackungsmaterialien, die im Anschluss an die Nutzungsphase nicht in den Materialkreislauf zurückgeführt werden (vgl. Tab. 2 und Anhang Tab. 7).

Die Verpackungsintensität und das Aufkommen an Verpackungsabfall der betrachteten Verpackungslösungen werden in Relation zueinander mit „gering“ (grün), „mittel“ (orange) und „hoch“ (rot) eingestuft. Diese Einstufung wird über einen Farb- und Symbolcode mit den Ergebnisbalken zum Klimawandel zusammengeführt (vgl.

Abb. 2), um die beide Wirkpfade Umwelt und Abfall für die Gesamtbewertung in eine kondensierte Zusammenschau zu bringen.

2.3 Relevanz für das Reallabor

Dieser Abschnitt hat im Rahmen von Innoredux lediglich interne Bedeutung und diente als Unterstützung für die Entscheidungsfindung bei der Gestaltung von Umsetzungs- und Kommunikationsmaßnahmen im Rahmen des Reallabors.

2.4 Datenquellen

Für die Ökobilanzierung der Verpackungsvarianten wurden Daten zur Zusammensetzung der Verpackungen sowie der Verpackungskonfiguration zum Transport der Waren bei den Praxispartnern erhoben. Hinzu kamen Daten, die seitens der Lieferanten der Praxispartner bereitgestellt wurden. Diese Daten wurden im Abgleich mit der internen Verpackungsdatenbank des ifeu zu generischen Datensätzen verarbeitet mit dem Ziel, für jede betrachtete Verpackungsvariante eine typische, jedoch keine herstellereinspezifische Situation abzubilden.

Gewicht und Dimension der Mehrwegbox wurde an der memo Mehrwegbox Größe S orientiert. Beim Mehrwegbeutel diente ein Repack mit einem entsprechenden Volumen als Referenz.

Die Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse entlang der betrachteten Wertschöpfungsketten beruhen auf der langjährigen ifeu-internen Datensammlung oder wurden einschlägigen Ökobilanzdatenbanken entnommen.

Die Packeffizienzen für die Modellierung der Distribution der Versandverpackungen wurden anhand des Rechentools unter <https://www.onpallet.com/> ermittelt.

2.5 Ergänzende Informationen zum „Handling“

Fokus und Umfang der Bilanzierung der Versandverpackungen änderten sich im Laufe des Projektes. Während ursprünglich untersucht werden sollte, wie sich der Polybag im Vergleich verschiedener Werkstoffe darstellt, verlagerte sich die Betrachtung auf den Vergleich von Einweg- und Mehrwegversandverpackungen. Die Datenerhebung in den sozio-ökonomischen Fragebögen erfolgte jedoch bezogen auf die ursprüngliche Zielstellung. In der vorliegenden Kurzauswertung fällt daher das Kapitel zum „Handling“ weg.

2.6 Einschränkungen

Die hier vorgelegten Ergebnisse und Erkenntnisse beruhen auf kursorischen Datenerhebungen und Anwendungsfällen. Sie erheben daher nicht den Anspruch einer repräsentativen Abbildung der betrachteten Produkte bzw. Verpackungen, sondern dienen vielmehr einer orientierenden Einordnung und liefern zudem Anhaltspunkte für die Ausgestaltung des Reallabors durch die Praxispartner.

Anmerkung: In der hier vorliegenden Versandverpackungsökobilanz wurden nur die Versandverpackungen selbst betrachtet. Bei allen Varianten wäre es denkbar, die Damen-T-Shirts zusätzlich in einen durchsichtigen Polybag zu verpacken. Dies ist aber keine zwingende Voraussetzung und somit unabhängig von der gewählten Versandverpackung. In der Praxis wird zudem häufig auf eine solche „Zweifachverpackung“ verzichtet. Darüber hinaus wurde in der vorliegenden Ökobilanz auch das Versandetikett auf den Versandverpackungen nicht betrachtet, da es ebenfalls variantenunabhängig gleich ist. Da davon ausgegangen werden muss, dass die Versandartikel (Damen T-Shirts) zum Händler selbst in anderen Verpackungen bzw. Verpackungseinheiten ankommen und anschließend bedarfsgerecht für den Versand umgepackt werden, ist die Anlieferung der Damen-T-Shirts an den Händler jeweils spezifisch für diesen und wird daher im vorliegenden Vergleich nicht betrachtet.

Die genannten Einschränkungen sind bei einer Verwendung der Ergebnisse außerhalb des Projekts Innoredux unbedingt zu beachten und zu berücksichtigen.

3 Erläuterung der Varianten

In Abb. 1 werden die Annahmen zur im Rahmen der Übersichtsökobilanzen modellierten Distributionsstruktur und zur Handhabung bzgl. Entsorgung bzw. End-of-Life (EOL) ersichtlich.

Annahmen zu Transport bzw. Distribution:

- Alle Versandverpackungen werden vom Versandhandel/Unternehmen beordert, und in einem 40t-LKW auf Europaletten mit Umverpackung zum Unternehmen angeliefert (400km). Dieser Prozessschritt wird in den LCA-Ergebnissen „Transportverpackung“ bezeichnet.
- Anschließend werden die beim Unternehmen bestellten Produkte (hier: drei Damen-T-Shirts) in die Versandverpackungen verpackt und an die Kundschaft verschickt. Ab diesem Transportabschnitt beginnt die „Distribution“.

Die Distribution besteht aus den 3 Schritten:

1. der Lieferung der Versandverpackungen zur Zentrale des Versanddienstleisters (40t, 300km)
2. dem Weitertransport der Versandverpackungen von der Zentrale zum Regionallager des Versanddienstleisters (23t, 120km), und
3. der Auslieferung der Versandverpackungen vom Regionallager bis zur Kundschaft (7,5t, 30km).

Ist das Produkt bei der Kundschaft angekommen, werden die EW-Versandverpackungen komplett entsorgt (EOL 100%). Die MW-Versandverpackungen werden, entsprechend ihrer Rücklaufquote, zum Unternehmen zurückgebracht. Bei den MW-Versandverpackungen sind ebenfalls EOL-Quoten angegeben, die umso kleiner werden je höher die Umlaufzahlen sind. Die Modellierungsannahmen zu den jeweiligen Entsorgungswegen finden sich im Anhang in Tab. 4.

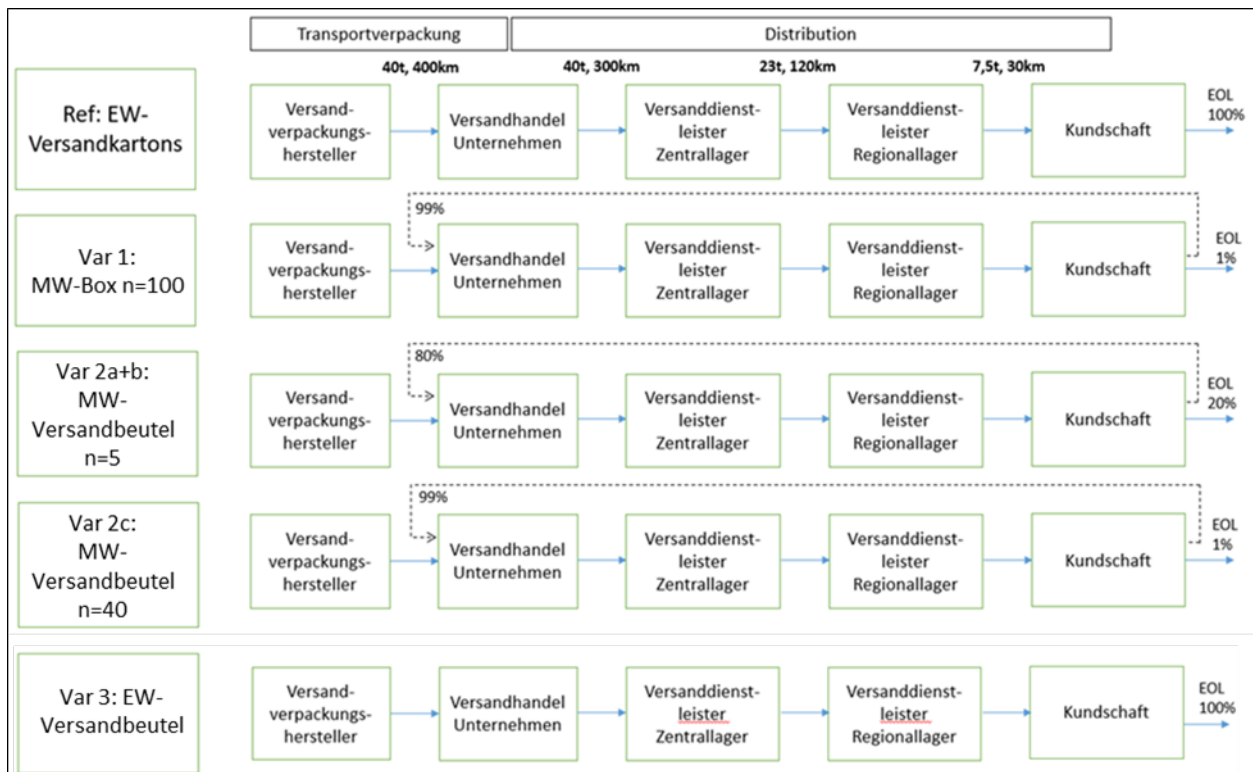


Abb. 1: Übersicht der angesetzten Transportwege

Der Einweg-Versandkarton besteht aus Wellpappe. Für den hier betrachteten Versand von T-Shirts kommen sowohl einwellige als auch zweiwellige Papiere in Frage. Die einwelligen Kartons sind leichter, aber weniger stabil. Daher wird seitens des Handels häufig auf zweiwellige Kartons zurückgegriffen. Mit dem hier gewählten Szenarienansatz sollten Anhaltspunkte darüber gewonnen werden, welche ökologischen Einsparpotenziale mit leichteren Kartons verknüpft sind.

Bei den Szenarien zu den am Repack orientierten Mehrwegbeutel wurden zwei Varianten zur Umlaufzahl bilanziert. Die höhere Umlaufzahl von 40 Umläufen ist die Zielgröße seitens Repack, die als langfristiger Durchschnitt nach Marktetablierung erreicht werden soll. Die niedrigere Umlaufzahl stellt gemäß Repack die aktuelle Situation dar, die sich anhand von Erfahrungen aus Pilotprojekten ergibt, aus denen Anhaltspunkte für den weiteren Optimierungsbedarf gewonnen werden sollen.

Bei den Mehrweg- und den Einwegbeutel wurden angesichts der politischen Zielstellung eines erhöhten Rezyklateinsatzes bei Verpackungen zudem Varianten aus Primär- und Sekundärkunststoff betrachtet. Der Recyclingprozess ist im Ökobilanzmodell in Deutschland verortet.

4 Ergebnisse der Ökobilanz

4.1 Grafische Darstellung

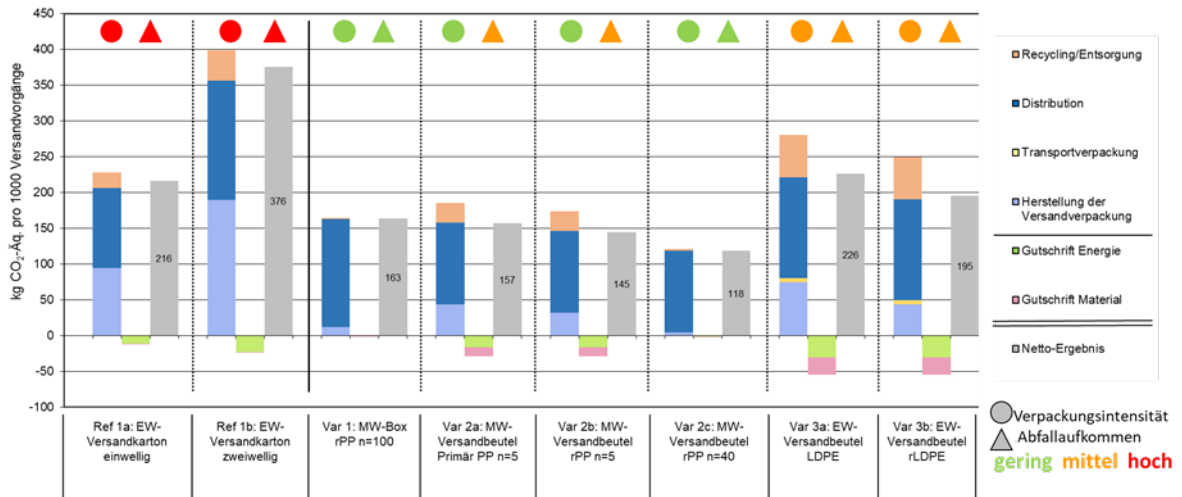


Abb. 2: Ergebnisse der verschiedenen Versandverpackungen (Indikator Klimawandel)
 Sektorale Darstellung der Auswirkungen der verschiedenen Versandverpackungen auf den Klimawandel, dargestellt in kg CO₂-Äquivalente pro 1000 Versandvorgänge.

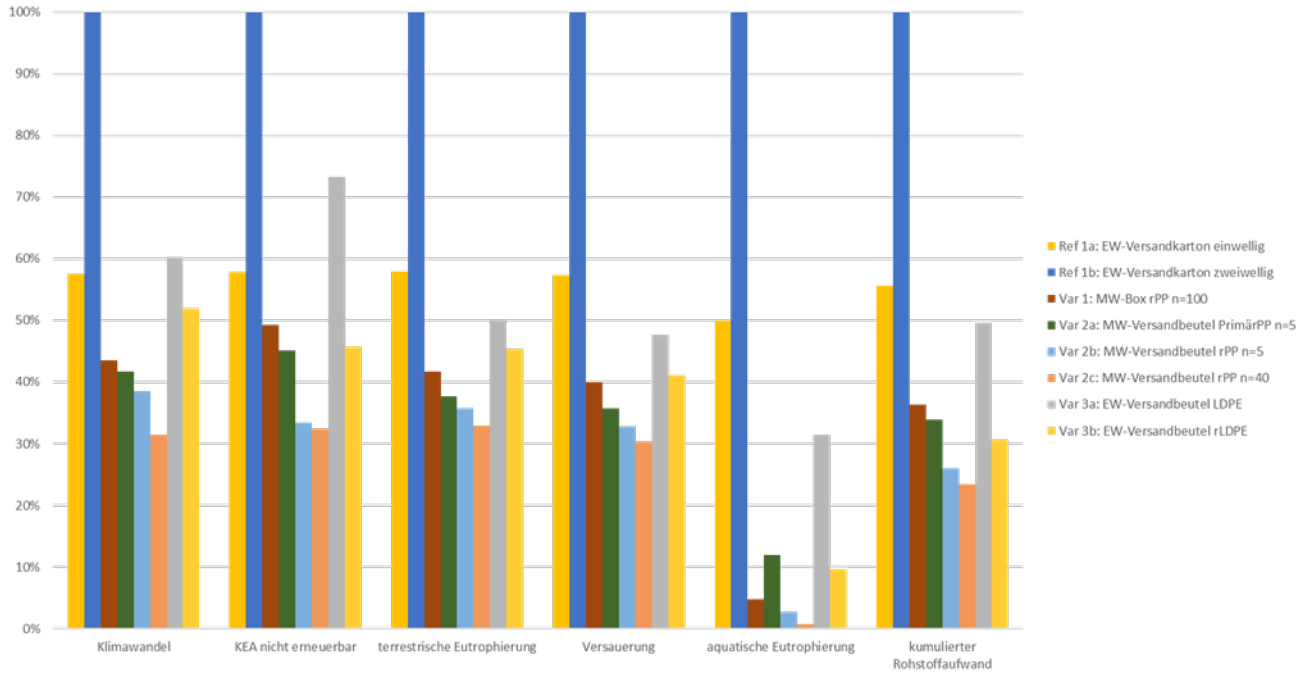


Abb. 3: Ergebnisse der verschiedenen Versandverpackungen (Ausgewählte Indikatoren)
 Gruppierete Darstellung der verschiedenen Versandverpackungs-Varianten im direkten Vergleich bezüglich der ausgewählten Umweltindikatoren. Der höchste Wert wurde jeweils auf 100% gesetzt, die restlichen Ergebnisse sind relativ dazu dargestellt.

4.2 Beobachtungen

- Bei allen Systemen dominiert die Distribution die Beiträge zu den Umweltlasten mit Ausnahme der Versandkartons, bei denen Distribution und Kartonherstellung inkl. der Kartonvorketten näherungsweise vergleichbar große Beiträge haben.
- Der materialaufwändigere zweiwellige Versandkarton (Ref 1b) hat in allen Umweltkategorien die vergleichsweise höchsten Umweltlasten. Die Umweltlasten der einwelligen Variante sind nur etwa halb so hoch wie die der zweiwelligen. Dabei kommen sowohl die Materialeinsparungen als auch die geringere Transportlast zum Tragen.
- In dem hier vorliegenden Versandverpackungsvergleich zeigt der Mehrwegbeutel (Var 2c) die insgesamt geringsten Umweltwirkungen. Allerdings liegen hier mit der angesetzten Umlaufzahl von 40 idealtypische Annahmen zugrunde, die so im Marktmittel bisher nicht erreicht werden.
- Die Umweltlasten der Mehrweg-Box (Var 1) und des Mehrweg-Versandbeutels (Var 2a) mit einer Umlaufzahl von 5 Umläufen liegen insgesamt nahe beieinander. Nimmt man an, dass der MW-Versandbeutel (Var 2c) aus in Deutschland rezykliertem Polypropylen hergestellt wird, reduzieren sich dessen Umweltwirkungen soweit, dass der Mehrwegbeutel insgesamt vorteilhaft gegenüber der Mehrwegbox abschneidet.

4.3 Verpackungsintensität und Verpackungsabfall

Tab. 1: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 Versandvorgänge

Variante	Ref 1a	Ref 1b	Var 1	Var 2a	Var 2b	Var 2c	Var 3a	Var 3b
	EW-Versandkarton einwellig	EW-Versandkarton zweiwellig	MW-Box rPP n=100	MW-Versandbeutel Primär PP n=5	MW-Versandbeutel rPP n=5	MW-Versandbeutel rPP n=40	EW-Versandbeutel LDPE	EW-Versandbeutel rLDPE
Karton [kg]	130	260	-	-	-	-	-	-
Kunststoff [kg]	-	-	8,00	16,00	16,00	2,00	35,50	35,50
Summe Versandverpackung [kg]	130	260	8,00	16,00	16,00	2,00	35,50	35,50
Summe Transportverpackung [kg]	0,96	1,87	0,08	6,45	6,45	0,81	8,06	8,06
Gesamt	130,96	261,87	8,08	22,45	22,45	2,81	43,56	43,56

Der Einwegversandkarton hat die höchste Verpackungsintensität und das höchste Abfallaufkommen, besonders deutlich wird dies bei der materialintensiveren zweiwelligen EW-Kartonvariante. Die nächsthöheren Werte finden sich beim Einwegversandbeutel.

Bei den Mehrwegsystemen ist die Umlaufzahl der stärkste Einflussfaktor. Bei der angesetzten Umlaufzahl von 100 Umläufen bei der Mehrwegbox zeigt diese trotz des höheren Gewichts deutlich geringere Werte bei Verpackungsintensität und Abfallaufkommen als der Mehrwegbeutel, wenn dieser nur 5 Umläufe erreicht. Bei 40 Umläufen erreicht jedoch letzterer die geringsten Werte.

Tab. 2: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 Versandvorgänge

Variante	Ref 1a	Ref 1b	Var 1	Var 2a	Var 2b	Var 2c	Var 3a	Var 3b
	EW-Versandkarton einwellig	EW-Versandkarton zweiwellig	MW-Box rPP n=100	MW-Versandbeutel Primär PP n=5	MW-Versandbeutel rPP n=5	MW-Versandbeutel rPP n=40	EW-Versandbeutel LDPE	EW-Versandbeutel rLDPE
Summe Versandverpackung [kg]	16,51	33,02	0,24	5,01	5,01	0,06	8,34	8,34
Summe Transportverpackung [kg]	0,69	1,30	0,05	2,43	2,43	0,12	1,10	1,10
Gesamt	17,02	34,32	0,29	4,41	4,41	0,18	9,44	9,44

4.4 Relevanz für das Reallabor

Da das Reallabor in Heidelberg in Heidelberg als kommunalem Verankerungspunkt angesiedelt ist und damit hauptsächlich im stationären Handel sichtbar wird, können die Ökobilanzergebnisse zu den Versandverpackungen nicht unmittelbar auf eine Anwendung im Reallabor übertragen werden. Dennoch wird auch bei den Lieferwegen hin zum stationären Handel über neue Verpackungsvarianten als Alternative zu Einweg-Versandkartons nachgedacht. In diesem Zusammenhang bietet das Ergebnis der Mehrweg-Versandverpackungen Anschauungsmaterial für weitere Ausgestaltungen der An- und Auslieferung von Waren.

Tab. 5: Sammel- und Entsorgungsparameter

Variante	Ref 1a	Ref 1b	Var 1	Var 2a	Var 2b	Var 2c	Var 3a	Var 3b
	EW-Ver- sandkar- ton ein- wellig	EW-Ver- sandkar- ton zwei- wellig	MW-Box rPP n=100	MW-Ver- sandbeu- tel Primär PP n=5	MW-Ver- sandbeutel rPP n=5	MW-Ver- sandbeutel rPP n=40	EW-Ver- sandbeutel LDPE	EW-Ver- sandbeutel rLDPE
Sammeln [%]								
Restmüll	10	10	1	20	20	1	15	15
Altpapier	90	90	-	-	-	-	-	-
Gelber Sack	-	-	99	80	80	99	85	85
Sortieren [%]								
Energetische Verwertung	3	3	2	2	2	2	10	10
Recycling	97	97	98	98	98	98	90	90

6 Anhang B: Verpackungsintensität und Abfallaufkommen

Tab. 6: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 Versandvorgänge

Variante	Ref 1a	Ref 1b	Var 1	Var 2a	Var 2b	Var 2c	Var 3a	Var 3b
	EW-Ver- sandkarton einwellig	EW-Ver- sandkar- ton zwei- wellig	MW- Box rPP n=100	MW-Ver- sandbeutel Primär PP n=5	MW-Ver- sandbeu- tel rPP n=5	MW-Ver- sandbeutel rPP n=40	EW-Ver- sandbeu- tel LDPE	EW-Ver- sandbeutel rLDPE
Versandverpackung								
Papier/Karton [kg]	130	260	-	-	-	-	-	-
Kunststoff [kg]	-	-	8,00	16,00	16,00	2,00	35,50	35,50
Summe Versandver- packung [kg]	130	260	8,00	16,00	16,00	2,00	35,50	35,50
Transportverpa- ckung								
Wellpappe [kg]	-	-	-	5,88	5,88	0,74	7,52	7,52
Kunststoff [kg]	0,03	0,13	0,01	0,09	0,09	0,01	0,08	0,08
Palette [kg]	0,93	1,74	0,07	0,48	0,48	0,06	0,46	0,46
Summe Transport- verpackung [kg]	0,96	1,87	0,08	6,45	6,45	0,81	8,06	8,06
Gesamtsumme [kg]	130,96	261,87	8,08	22,45	22,45	2,81	43,56	43,56

Tab. 7: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 Versandvorgänge

Variante	Ref 1a	Ref 1b	Var 1	Var 2a	Var 2b	Var 2c	Var 3a	Var 3b
	EW-Ver- sandkar- ton ein- wellig	EW-Ver- sandkar- ton zwei- wellig	MW- Box rPP n=100	MW-Ver- sandbeutel Primär PP n=5	MW-Ver- sandbeu- tel rPP n=5	MW-Ver- sandbeutel rPP n=40	EW-Ver- sandbeu- tel LDPE	EW-Ver- sandbeutel rLDPE
Versandverpackung								
Papier/Karton [kg]	16,51	33,02	-	-	-	-	-	-
Kunststoff [kg]	-	-	0,24	3,46	3,46	0,06	8,34	8,34
Summe Versand- verpackung [kg]	16,51	33,02	0,24	3,46	3,46	0,06	8,34	8,34
Transportverpackung								
Wellpappe [kg]	-	-	-	0,59	0,59	0,08	0,75	0,75
Kunststoff [kg]	0,003	0,013	0,001	0,009	0,009	0,001	0,008	0,008
Palette [kg]	0,69	1,29	0,05	0,35	0,35	0,04	0,34	0,34
Summe Transport- verpackung [kg]	0,69	1,30	0,05	0,95	0,95	0,12	1,10	1,10
Gesamtsumme [kg]	17,20	34,32	0,29	4,41	4,41	0,18	9,44	9,44

GEFÖRDERT VOM



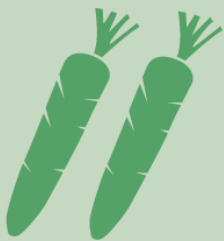
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Sozial-ökologische Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

**Plastik
in der Umwelt**
Quellen • Senken • Lösungsansätze

www.plastik-reduzieren.de



i|ö|w
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG



INNOREDUX
plastik-reduzieren.de