

Studie des BVL-Themenkreises E-Commerce

Verpackung im E-Commerce nachhaltig gestalten



BVL⁷

In Kooperation mit:

4FLOW

Inhalt

Management Summary	4	Kosten der Verpackung	14
Versandverpackung, quo vadis?	6	Potenzial der Automatisierung im Verpackungsprozess	16
Der Prozess vom Versandauftrag zur Zustellung bei Kundinnen und Kunden	7	Versand in der Produktverpackung	19
Verpackungskonzepte im Versandhandel	9	Mehrweg im Versandhandel	21
Emissionen und Kosten der Sendung im Überblick	10	Leitlinien für die Verpackungsstrategie	25
Emissionen der Verpackung	12	Anhang	27
		Impressum	37

Ein Ergebnis des BVL Themenkreises E-Commerce

Autoren



Wendelin Groß
4flow
Head of Research



Christoph Scheinert
4flow
Manager Consulting



Tim Mogilka
4flow
Researcher

Vorwort

Die ehrenamtlich organisierten Themenkreise der Bundesvereinigung Logistik (BVL) sind sowohl Orte für branchen- und themenzentriertes Netzwerken als auch immer wieder eine Keimzelle für relevante Studien und Veröffentlichungen. Die BVL wird dabei ihrem Ansatz gerecht, hierarchieübergreifend Menschen aus den verschiedensten Winkeln der Logistik zusammen zu bringen. Im Themenkreis E-Commerce treffen sich Fachleute, die sich um die Logistik und das Supply Chain-Management in diesem Segment kümmern. Mit der Studie Verpackung im E-Commerce nachhaltig gestalten haben sie sich dankenswerterweise ein Thema vorgenommen, das von großer Bedeutung, aber noch zu wenig „inhaltlich vermessen“ ist: Die Emissionen bzw. die ganzheitliche Bewertung von Versandverpackungen. Den Studienautorinnen und -autoren wie allen Unterstützerinnen und Unterstützern herzlichen Dank. Mögen die Erkenntnisse dieser Seiten vielen Unternehmen als Anregung dienen, ihre Prozesse und Verpackungsstrategien zu optimieren und nachhaltiger zu gestalten. Eine anregende Lektüre, gute Impulse und Erkenntnisse wünscht Ihnen:



Christoph Meyer
Geschäftsführer, BVL

Welches Symbol wird weltweit mit E-Commerce und Versandhandel verknüpft? Es ist der Einkaufswagen, nicht das Paket. Dabei erreichen im Versandhandel fast alle Warensendungen die Empfänger im Paket, im Beutel oder im Papierumschlag.

Trotz dieser Allgegenwärtigkeit der Versandverpackung ist die Datenlage zum ganzheitlichen Vergleich verschiedener Versandkonzepte hinsichtlich Umweltauswirkungen, Supply-Chain-Kosten und Automatisierungspotenzial überraschend dünn. Die kürzlich verabschiedete EU-Verpackungsverordnung stellt Versandhändler und Verpackungshersteller vor zusätzliche Herausforderungen. In der Vergangenheit wurden Regularien oftmals auf Basis unvollständiger Betrachtungen der Gesamtemission und Gesamtkosten beschlossen. In der Industrie besteht ein hohes Interesse, das Thema ganzheitlich und industrieorientiert zu betrachten.

Der BVL-Themenkreis E-Commerce hat daher diese Studie initiiert und in Kooperation mit 4flow ausgearbeitet. Unser Ziel ist es, Verantwortlichen aus Logistik und Supply Chain-Management aufzuzeigen, welche Anteile die Verpackung an den Kosten und Emissionen der Sendung hat, welche Rolle Automatisierung und Mehrwegkonzepte spielen können und ob der Versand in der Produktverpackung am Ende die beste Lösung ist. Dazu haben wir den kompletten Lebenszyklus der Verpackung aus Sicht eines Handelsunternehmens analysiert.

Die modellbasierten Ergebnisse sollen als Diskussionsgrundlage dienen und aufzeigen, wie Anreize und Steuerungsmechanismen die Nachhaltigkeit in der E-Commerce-Logistik fördern können.

Vielen Dank an alle Beteiligten und viel Spaß beim Lesen!

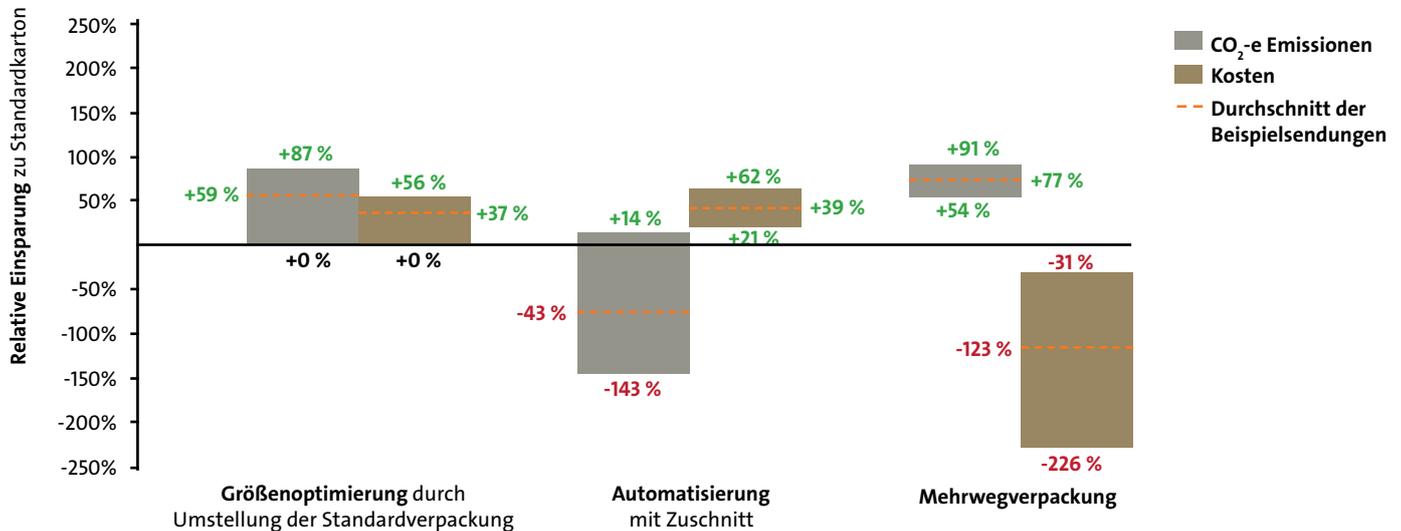


Lennart Brüggemann-von Ackern
Sprecher des Themenkreises
E-Commerce der BVL und Partner
4flow



Anne Suhling
Head of Event Content Strategy
& Research, BVL

Management Summary



Die vom BVL-Themenkreis E-Commerce initiierte und unter der Leitung von 4flow durchgeführte Studie untersucht Versandverpackungen im Onlinehandel hinsichtlich Kosten, Umweltauswirkungen und Machbarkeit. Ziel ist es, Praktizierenden aus Logistik und Supply Chain Management (SCM) fundierte Entscheidungsgrundlagen für nachhaltigere Versandprozesse zu bieten.

Das Wichtigste auf einen Blick:

- Standardkartons sind nicht immer optimal: Klassische Kartons aus Pappe verursachen oft höhere Kosten und Emissionen. Versandtaschen aus Papier oder Kunststoff können im Vergleich zu Standardkartons bis zu 80 % der Emissionen der Verpackung einsparen.
- Ein Fokus auf Größenoptimierung lohnt sich: Die Empty-Space-Ratio (ESR) liegt aktuell bei durchschnittlich 30-40 % (je nach Produktsegment), was zu unnötigem Material- und Platzverbrauch führt.
- Versand in der Produktverpackung: Diese Option minimiert Verpackungsmaterial vollständig, ist jedoch nur für etwa 30 % der Produkte realistisch und bedarf einer engen Abstimmung mit den Produktherstellern. Besonders im Mode-Segment (mit einer Retourenquote von 44 %) und bei hochpreisigen Gütern ist diese Option oft nicht praktikabel.
- Automatisierung für Effizienz: Verpackungsmaschinen können die Kosten der Verpackung um bis zu 50 % senken und ermöglichen Durchsätze von 600 bis 700 Paketen pro Stunde. Emissionseinsparungen sind vor allem bei mittelgroßen bis großen Sendungen möglich.
- Mehrwegverpackungen bieten ökologische Vorteile: Mehrwegboxen erreichen den Break-even emissionsseitig bereits ab 5 Zyklen, Mehrwegbeutel ab 7 Zyklen. Kostenseitig sind sie jedoch aufgrund der Rückführung unweigerlich mit Mehrkosten verbunden, die von Kundinnen und Kunden oder dem Handel zu tragen sind.

Handlungsempfehlungen:

Optimierung der Verpackungsgrößen: Die Reduzierung der Empty-Space-Ratio kann Material- und Distributionskosten senken. Dies kann am besten durch Versandtaschen oder Beutel realisiert werden, sofern dadurch die Schutzbedürfnisse der Ware gewahrt werden.

Materialwahl priorisieren: Leichte und effiziente Materialien wie dünnwandiges Papier oder Kunststoff sollten bevorzugt werden. Ein verstärkter Einsatz recycelter Materialien kann insbesondere die Umweltbilanz von kunststoffbasierten Verpackungen erheblich verbessern.

Automatisierung gezielt einsetzen: Verpackungsmaschinen sind besonders für Händler mit hohem Sendungsvolumen und homogenem Produktportfolio attraktiv.

Produktabhängige Lösungen entwickeln: Der Versand in der Produktverpackung ist bei geeigneten Produkten die nachhaltigste und kostenoptimale Option und sollte, wenn möglich, angewandt werden.

Verpackungsbezogene Vorgaben und Anreize zur Reduzierung der Emissionen können zu Ineffizienzen führen, da deren Anteil im Vergleich zur Transportlogistik gering ist und die Einflussfaktoren sehr produktspezifisch wirken. Deshalb sind pauschale Vorschriften nur bedingt erfolgsversprechend. CO₂-Bepreisung und ganzheitliche Lösungen in Zusammenarbeit mit Herstellern, z. B. zu versandfähigen Produktverpackungen, sind die bessere Lösung.

Die Studie zeigt, dass nachhaltige Verpackungslösungen sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile bieten können. Die Wahl der optimalen Verpackung hängt jedoch stark von individuellen Faktoren wie Produktportfolio, Sendungsvolumen und der Bereitschaft zu Investitionen in neue Technologien ab. Ein ganzheitlicher Ansatz, der Material, Prozess und Distribution berücksichtigt, ist erforderlich, um langfristig erfolgreich und nachhaltig im E-Commerce zu agieren.

Versandverpackung quo vadis?

Neue Herausforderungen durch Verbrauchende und aus der Politik erzeugen eine komplexe Entscheidungssituation für Versender bei der Verpackungsoptimierung

Jedes der über 4 Mrd. Pakete, die pro Jahr im Versandhandel an private oder gewerbliche Kundinnen und Kunden in Deutschland zugestellt werden, wurde vor dem Versand auf die eine oder andere Art verpackt.¹ Dadurch entstehen allein in Deutschland jährlich über 1 Mio. Tonnen an Versandverpackungen im Online-Handel, 96 % davon Kartonage.² Für Versandlogistik-Verantwortliche entsteht die Herausforderung bei der Prozessoptimierung durch die Vielzahl an Auswahlmöglichkeiten. Diese betreffen Materialien, Verpackungsprozess, Automatisierungstechnologien, Füllmaterialien und Optionen in der Distributionslogistik. Auch Mehrwegverpackungen sind zunehmend standardisiert erhältlich, allerdings hat sich bislang noch kein Standard bei Design und Vertriebsmodell etabliert.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen verschärfen sich zunehmend, um die Verschwendung von Ressourcen und Energie in der Verpackung weiter zu reduzieren. Zukünftig erfordert die europäische Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR), dass alle Verpackungen recyclingfähig sein müssen. Die Abfallwirtschaft in Deutschland ist hierfür gut aufgestellt: Bereits heute werden über 90 % der Papier-/Pappe- und gut 65 % der Kunststoffabfälle stofflich verwertet. Der Rest wird größtenteils energetisch verwertet. In Deutschland werden nur noch 0,1 % der Papier-/Pappe- und der Kunststoffabfälle deponiert. Verbundverpackungen aus mehreren Materialien erfüllen die Richtlinien zur Recyclingfähigkeit jedoch

unter Umständen nicht. Darüber hinaus fordert die EU-Richtlinie ein geringeres „Leerraumverhältnis“ (Empty-Space-Ratio, ESR): Mindestens 50 % des Sendungsvolumens müssen aus Ware oder zum Schutz der Ware notwendigem Füllmaterial bestehen.

Neben dem Schutz vor Beschädigung und Diebstahl und der Sicherstellung reibungsloser Logistikprozesse spielen die Emotionen der Kundinnen und Kunden eine entscheidende Rolle bei der Wahl der Verpackung. Jeder Versender möchte die Customer Experience, sprich das Erlebnis der Kundinnen und Kunden bei Empfang und Auspacken der Ware, möglichst positiv gestalten. Wertigkeit und Individualität, aber auch ökologische Nachhaltigkeit sind Bewertungskriterien für viele Verbrauchende.

Versandhändler stehen somit auch im Bereich Verpackung vor der Herausforderung, die Balance aus Kosten, Service und Nachhaltigkeit zu finden. Die Nachhaltigkeitsbetrachtung in dieser Studie fokussiert die klimarelevanten Treibhausgase, gemessen in Kohlenstoffdioxid-Äquivalenten (CO₂-e), um Berechnungsstandards zu nutzen und die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Gleichwohl sind im Verpackungsbereich aufgrund der verwendeten Materialien Papier und Kunststoff auch Wasserverbrauch, Ressourcenverbrauch und Umweltauswirkungen in der Rohstoffgewinnung zu Beginn sowie am Ende des Lebenszyklus – Stichwort Mikroplastik – relevant.

¹ BPEX (2025): „Nachhaltigkeitsstudie 2025“

² UBA (2021): „Die Ökologisierung des Onlinehandels – Teilbericht II“

³ UBA (2024): „Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2022 – Abschlussbericht“

Die Analyse betrachtet Durchschnittswerte des deutschen oder europäischen Marktes. Je nach regionalspezifischen Annahmen können die Ergebnisse variieren. Als besonders relevant hervorzuheben sind der deutsche Strommix mit seinem relativ hohen CO₂-e-Fußabdruck

sowie Recycling- und Rezyklateinsatzquoten, die höher als in anderen Ländern sind. Auch die während der Distribution zurückgelegten Distanzen sind marktspezifisch. Nähere Informationen hierzu finden sich im Anhang.

Der Prozess vom Versandauftrag bis zur Zustellung

Um Versender in ihren Entscheidungen zur Versandverpackung zu unterstützen, eignet sich eine Lebenszyklusanalyse ausgewählter Verpackungskonzepte hinsichtlich Emissionen, Kosten und weiterer Kriterien. Für die Frage, welches Verpackungskonzept ökologisch am

nachhaltigsten ist, und welche Kosten damit entstehen, muss der Warenfluss von Anfang bis Ende bzw. als ein vollständig zu durchlaufender Kreislauf betrachtet werden (Abbildung 1).

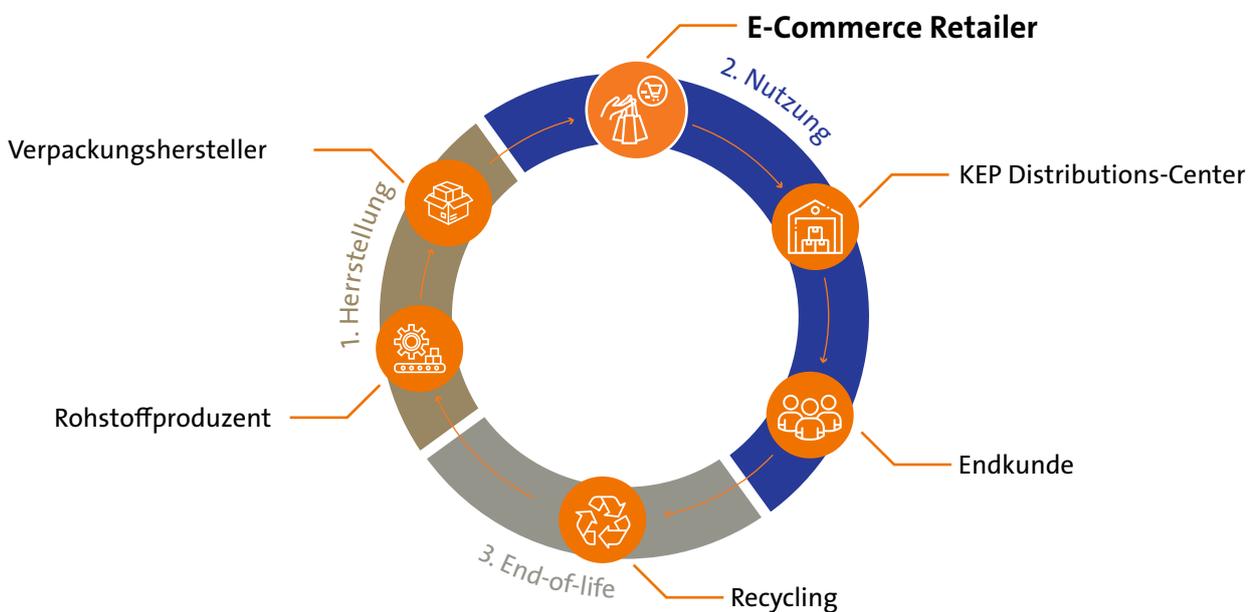


Abbildung 1: Verschiedene Stufen im Lebenszyklus einer Einwegverpackung

Dieser startet bei der Herstellung des Verpackungsmaterials. Bereits in diesem Schritt wird die regionale Dimension deutlich: Material- und Energieverbrauch in der Herstellung und die damit verbundenen Kosten und Emissionen hängen stark von der genutzten Energiequelle, der Rohstoffverfügbarkeit, den gesetzlichen Vorschriften und anderen lokalen Bedingungen ab. Bevor die Verpackung vom Versender eingesetzt wird, muss sie transportiert und ggf. gelagert werden. Der nächste Prozessschritt umfasst die Bereitstellung der Verpackung und deren Vorbereitung durch Maschinen oder manuelle Tätigkeiten, sprich Falten, Zurechtschneiden und Kleben. Mit der Ware befüllt und verschlossen geht es dann über das Netzwerk

eines Logistikdienstleisters oder mit eigenen Fahrzeugen zu den Kundinnen und Kunden. Üblicherweise ist der Zustellungsprozess logistisch in einen Hauptlauf mit großem LKW oder Bahntransport und die Letzte Meile per Kleinlastwagen, Lastenrad oder zukünftig möglicherweise (teil-)autonomen Zustellfahrzeugen aufgeteilt. Ebenfalls beachtet werden müssen Retouren. Diese finden bei Einweg-Verpackungen nur im Fall einer Produkt-Retoure statt, bei Mehrweg wird die Verpackung immer retourniert. Entscheidend für die Emissionen ist zudem der letzte Schritt im Kreislauf: Die Entsorgung oder Weiterverwertung der Verpackung durch den Empfänger und die Abfallwirtschaft.



Verpackungskonzepte im Versandhandel

Material, Herstellung und Mehrwegfähigkeit definieren die Optionen für die optimale Verpackung

Die Vielzahl am Markt verfügbarer, standardisierter Versandverpackungen illustriert das breite Spektrum an Waren, die im E-Commerce heute täglich verpackt und verschickt werden – große Onlinehändler verfügen über ein Sortiment von bis zu 50 Mio. Artikeln. Als übliches Material der Versandverpackung werden Papier und Pappe sowie Kunststoffe wie High- und Low-Density Polyethylen (HDPE/LDPE) oder Polypropylen (PP) verwendet. Vereinfachend können nach den drei Kriterien Verpackungsmaterial, Prozess zur Erzeugung der Versandverpackung und Zyklusfähigkeit der Verpackung sechs Verpackungskonzepte unterschieden werden (Abbildung 2).

Auf der einen Seite sind dies kubische Verpackungen aus Pappe oder im Falle von Mehrwegverpackungen aus Kunststoff. Zum anderen werden Beutel als Verpackung eingesetzt, auch hier aus Papier oder Kunststoff sowie für den Mehrwegeinsatz. Der Einsatz von Automatisierungstechnik ermöglicht es, die Kartons und Beutel in einer oder mehreren Dimensionen passgenau auf den Inhalt zuzuschneiden und erweitert somit das Spektrum an Verpackungskonzepten. Die Abmaße der Verpackung in den jeweiligen Konzepten können im Rahmen der Leistungsangebote der Paketdienstleister beliebig variieren.



Box, Einweg, Standard

- Kartons in Standardmaßen (FEFCO 0201) aus Wellpappe
- Universell anwendbar
- Polsterung bei Bedarf möglich



Box, Einweg, optimiert

- Kartons aus Wellpappe mit maschinelltem 3D-Zuschnitt
- Individuell für jede Sendung
- Beachtung von Minimal-/Maximalmaßen



Box, Mehrweg

- Boxen in Standardmaßen aus (recycletem) Kunststoff (PP)
- Hohe Wiederverwendbarkeit
- Polsterung bei Bedarf möglich



Versandtasche

- Tasche in Standardmaßen
- Materialtyp (Wellpappe, Vollpappe) je nach Bedarf
- Beachtung von Maximalmaßen



Versandbeutel

- Beutel in Standardmaßen aus Kunststoff (LDPE) / Kraftpapier
- Kunststoffbeutel bei Bedarf mit integrierter Polsterung



Beutel, Mehrweg

- Beutel in Standardmaßen aus (recycletem) Kunststoff (PP)
- Hohe Wiederverwendbarkeit

Abbildung 2: Betrachtete Verpackungskonzepte unterschieden in Einweg und Mehrweg

Emissionen und Kosten der Sendung im Überblick

Die Transportlogistik bestimmt die Nachhaltigkeit der Sendung

Im Rahmen der Lebenszyklusanalyse werden Umweltauswirkungen und Kosten der Verpackung in jeder Phase ihres Lebenszyklus bilanziert. Zum Vergleich einzelner Verpackungskonzepte werden im ersten Schritt Umweltauswirkungen und Kosten der Verpackung gemeinsam mit der versendeten Ware betrachtet. Der weitaus größte Teil der Emissionen und Kosten einer Sendung ist nicht auf die Verpackung, sondern auf die Ware zurückzuführen. Wenn man die gesamte Sendung,

Sendungsemissionen und -kosten beitragen (siehe Abbildung 3). Zu beachten ist, dass die Verteilung der Emissionen auf die Lebenszyklusphasen je nach Produktgruppe unterschiedlich ausgeprägt ist. Bei relativ kleinen Sendungen, wie einem Buch, einem Smartphone oder einer Tonie-Figur, liegt der Anteil der Verpackung an den Gesamtemissionen bei etwa 10-15 %, während er mit der Sendungsgröße auf 25-35 % bei Produkten wie einem Pullover, einer Handtasche oder einem Toaster ansteigt

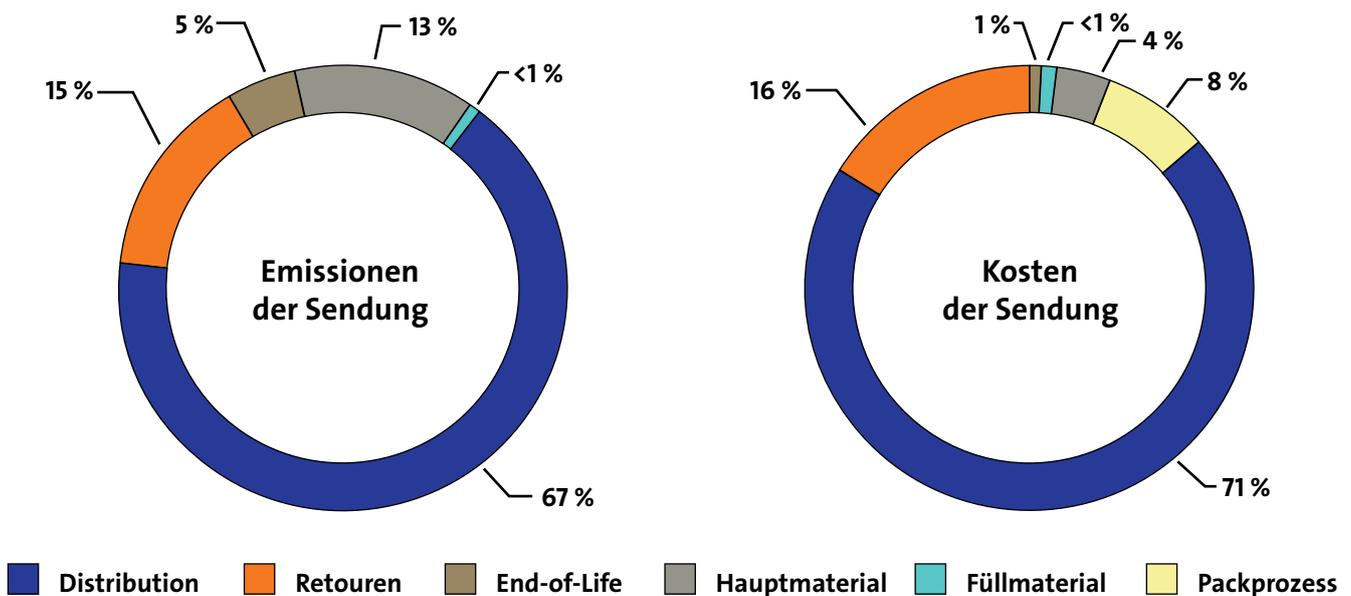


Abbildung 3: Verteilung der sendungsbezogenen Emissionen und Kosten der Verpackung auf die einzelnen Lebenszyklusphasen (Durchschnitt der betrachteten Produkte)

also Ware und Verpackung, betrachtet und die vollen Emissionen und Kosten der Distribution einbezieht, macht die Auslieferung etwa zwei Drittel der Gesamt-emissionen und -kosten im Lebenszyklus aus. Retouren, für die ebenfalls Transporte benötigt werden, stehen bei der Betrachtung der gesamten Sendung für weitere rund 15 %, sodass Packmaterial, Füllmaterial und End-of-Life im Durchschnitt über verschiedene Beispielartikel zu weniger als 20 % der

(siehe Abbildung 4). Ursächlich hierfür ist, dass die Emissionen von Distribution und Verpackung in unterschiedlichem Maße vom Volumen des Pakets bestimmt sind: Während ein Großteil der Emissionen in der Distribution unabhängig von Artikelgröße und damit Paketvolumen ist, hängen die Emissionen der Verpackung stark von der Artikelgröße ab.

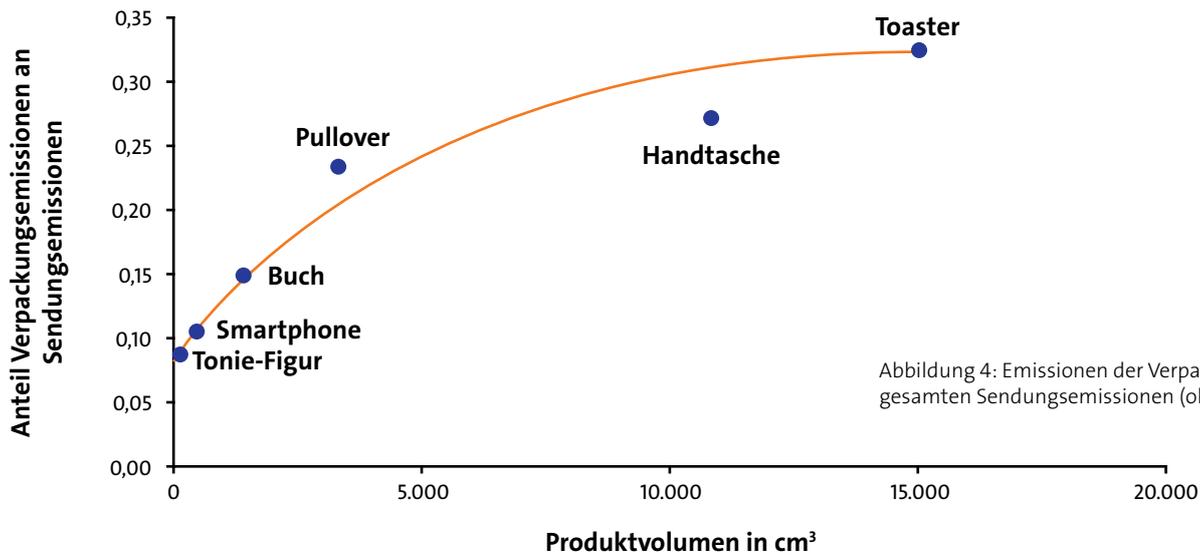


Abbildung 4: Emissionen der Verpackung als Anteil der gesamten Sendungsemissionen (ohne Retouren)

In der Distribution ist der Anteil der letzten Meile an den gesamten Transport-Emissionen hoch. Die Anzahl der Sendungen im Zustellfahrzeug ist meist durch die Dauer der Tour begrenzt, nicht durch das Volumen der Pakete, wie empirische Analysen von Tourendaten ergeben haben. Hinzu kommt, dass die Emissionen des Fahrzeugs kaum durch die Zuladung bestimmt werden: Der voll beladene Van verbraucht im urbanen Stop-and-Go nur geringfügig mehr Treibstoff als der leere. Die Größe des Pakets und die Wahl der Verpackung haben somit kaum Einfluss auf die Emissionen auf der letzten Meile. Einen Unterschied macht eine Optimierung des Sendungsvolumens durch die Wahl der Verpackungsart jedoch auf den Hauptläufen bis zum Distributionszentrum. Durch die Volumenrestriktion dieser Transporte führt eine Senkung des Volumens je Sendung zu einer höheren Anzahl der Sendungen je Fahrzeug und damit zu einer geringeren relativen Emission pro Sendung. Da die Emissionen im Hauptlauf typischerweise weniger als 10 % der Transportemissionen betragen, hat diese Reduktion jedoch nur einen geringen Einfluss.

Ein weiterer produktspezifischer Einflussfaktor ist die Retourenquote. Während bei Mode

durchschnittlich etwa 44 % der Sendungen retourniert werden und damit einen zusätzlichen Transport erfordern, sind es bei Druckerzeugnissen und Unterhaltungselektronik nur etwa 10 %.⁴ Transportbedingte Emissionen sind dementsprechend bei Sendungen mit Produkten aus dem Fashion-Segment höher und verpackungsbedingte Emissionen anteilig niedriger, da die durchschnittliche Retourendistanz hier deutlich höher ist. Dies wurde in der Modellierung der Beispielsendungen berücksichtigt, Näheres dazu im Anhang.

Eine detailliertere Betrachtung der allein auf die Verpackung zurückzuführenden Umweltwirkungen und Kosten ist sinnvoll, um Optimierungspotenziale für die 10-30 % der Sendungsemissionen, die direkt auf die Verpackung zurückzuführen sind, aufzuzeigen. Die Optimierung von transportbedingten Emissionen, bspw. durch Routing oder den Umstieg auf andere Fahrzeugtypen, bietet erhebliches Potenzial, insbesondere für Versender mit eigenem Fuhrpark. Der Fokus dieser Studie liegt auf den direkt mit der Verpackung verbundenen Kosten und Emissionen, die im folgenden Abschnitt näher beleuchtet werden.

⁴ Universität Bamberg (2025): „Statistiken Retouren Deutschland – Definition“

Emissionen der Verpackung

Der Materialeinsatz ist der größte Emissionstreiber bei der Verpackung

In den Lebenszyklusstufen von der Herstellung des Verpackungsmaterials bis zum Packprozess sowie im End-of-Life ist die Aufteilung der Sendung unproblematisch, weil Kosten und Emissionen von Verpackung bzw. Ware isoliert anfallen. Für die Prozesse in der Distribution, das heißt im Transport und Warenumschlag bis zur Zustellung, ist dies auf den ersten Blick nicht eindeutig. Sobald die Ware verpackt wurde, müssen Kosten und Emissionen des Pakets dem Inhalt und der Verpackung verursachungsgerecht zugeteilt werden. Besonders kritisch ist dieser Schritt in Hinblick auf die fixen Fahrzeugemissionen, die durch das reine Zurücklegen der Strecke auch ohne jede Zuladung rein durch das Fahrzeuggewicht entstehen. Um den tatsächlichen Unterschied zwischen Verpackungen aufzuzeigen, werden diese fixen Emissionen komplett dem beförderten Produkt zugeschrieben. Übrig bleiben damit nur noch die Emissionen, die einzig durch eine zusätzliche Zuladung in Höhe des Verpackungsgewichts entstehen (Details siehe Anhang).

Aus reiner Verpackungssicht sind die Emissionen aus Materialherstellung und End-of-Life-Prozessen am höchsten, zusammen erzeugen sie über 90 % (Abbildung 5). Trotz hoher Recyclingraten ist die Herstellung von Papier und Kunststoff zurzeit noch emissionsintensiv, sowohl aufgrund des Energiebedarfs als auch im Rahmen der genutzten chemischen Verfahren. Die Distribution spielt vor allem aufgrund des geringen Gewichts der Verpackungen im Vergleich zur transportierten Ware und des ohnehin anfallenden Transports mit Halt am Kundenstandort eine geringe Rolle. Der Verbrauch an Füllmaterialien ist verglichen mit dem an Hauptmaterial gering, auch, weil sie nicht bei allen Sendungen benötigt werden. Da im Ausgangsszenario von einem rein manuellen Packprozess ausgegangen wird, fallen hier keine Emissionen an. So sind die Gesamtemissionen fast ausschließlich von der Menge des verbrauchten Materials und damit der Größe der Verpackung abhängig.

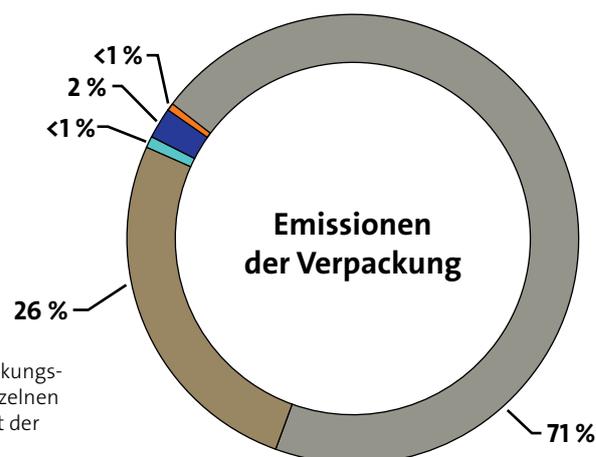


Abbildung 5: Verteilung der verpackungsbezogenen Emissionen auf die einzelnen Lebenszyklusphasen (Durchschnitt der betrachteten Produkte)

■ Distribution
 ■ Retouren
 ■ End-of-Life
 ■ Hauptmaterial
 ■ Füllmaterial
 ■ Packprozess

Der Vergleich verschiedener Verpackungskonzepte zeigt unabhängig von beispielhaften Artikeln: Der Standardkarton verursacht die höchsten Emissionen, gefolgt von der Versandtasche aus Pappe (Abbildung 6). Dies liegt vor allem am deutlich höheren Materialverbrauch von Wellpappe gegenüber Kunststoff bzw. Papier und zeigt den hohen Einfluss der Materialwahl auf die Emissionen der Verpackung. Bei gleichem Materialeinsatz wären die papierbasierten Verpackungen gegenüber jenen aus Kunststoff stets vorteilhaft, allerdings ist dies in der Praxis selten der Fall, insbesondere bei mehrlagigen Papierwerkstoffen wie Wellpappe. Demgegenüber zeigt der Beutel aus Papier Vorteile gegenüber jenem aus Kunststoff. Dies veranschaulicht, dass die Einsatzmenge mindestens genauso relevant wie das eingesetzte Material ist. Solange der

Schutz der versendeten Ware gewährleistet ist, lassen sich so durch den Einsatz materialsparender Beutel über 80 % der Emissionen im Vergleich zum klassischen Pappkarton einsparen. Ein Aspekt, in dem insbesondere Verpackungen aus Kunststoffen jenen aus Wellpappe oder Papier unterlegen sind, ist der Einsatz recycelten Materials. In Kunststoffverpackungen werden in Deutschland nur etwa 15 % Rezyklat eingesetzt, in der Herstellung von Wellpappe beträgt diese Quote hingegen 88 %. Auch wenn dies zurzeit noch eine Schwäche darstellt, so ist es gleichzeitig auch eine gute Optimierungsmöglichkeit. Für LDPE reduzieren sich Emissionen aus der Materialherstellung so um etwa 19 %, für PP sogar um etwa 49 %.

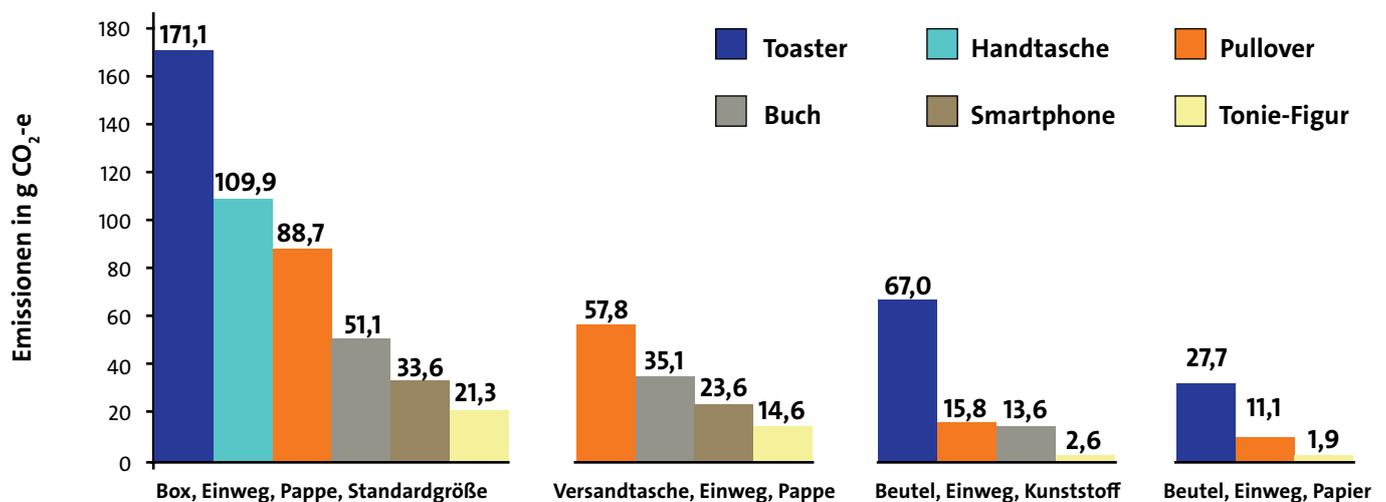


Abbildung 6: Absolute Emissionen verschiedener Verpackungskonzepte für verschiedene Produkte (bei fehlenden Werten ist ein Versand des Artikels in dieser Verpackung praktisch nicht sinnvoll)

„Gerade der häufig genutzte Standardkarton aus Wellpappe schneidet aufgrund seines vergleichsweise hohen Materialverbrauchs schlechter ab. Allerdings müssen Umweltwirkungen jenseits von reinen CO₂-e-Emissionen bei kunststoffbasierten Verpackungen stets mitgedacht werden.“

Lennart Brüggemann-von Ackern
Sprecher des Themenkreises E-Commerce der BVL und Partner 4flow

Kosten der Verpackung

Die Prozesskosten sind ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der Verpackungskonzepte

Die Kostenstruktur unterscheidet sich stark von der Allokation der Emissionen im Lebenszyklus der Verpackung, denn den größten Anteil hat hier der Packprozess (Abbildung 7). Vor allem bei kleineren Produkten mit geringeren Materialkosten der Verpackung ist der Anteil der Packkosten hoch, da sie nicht proportional sinken. Die Geschwindigkeit im Packprozess und der Personaleinsatz sind die entscheidenden Faktoren der Packkosten und hängen von mehr als der reinen Produktgröße ab. Hier ist die Komplexität der Verpackung relevant, bspw. ob ein Karton zunächst noch aufgestellt und mit Klebeband verklebt werden muss oder ein Beutel direkt befüllt und mit einem bereits angebrachten Klebestreifen verschlossen werden kann. Multi-Bestellungen,

bestehend aus mehr als einem Artikel, nehmen ebenfalls mehr Zeit in Anspruch, verlangsamen den Prozess und erhöhen somit die Kosten je Sendung. Hier gilt es zu beachten, dass das Verpacken mehrerer Artikel als Multi-Paket deutlich schneller ist, als jeden Artikel in separaten Einzelverpackungen zu versenden. Und auch wenn die direkten Kosten von Füllmaterialien gering sind, kann ihr Einfluss auf die Verlangsamung des Packprozesses einen deutlichen Kostenanstieg zur Folge haben.

Der Transport (Distribution und Retoure) spielt hingegen auch kostenseitig aus reiner Verpackungssicht, also ohne die dem Produkt zugeschriebenen Kosten, kaum eine Rolle. Bei Ausweitung des Betrachtungsfokus auf die gesamte Sendung definieren die Versandkosten die Gesamtkosten erheblich, ähnlich wie in Hinblick auf die Emissionen. Die Wahl der Verpackung hat dann nur einen sehr eingeschränkten Einfluss.

Die Kosten der End-of-Life-Prozesse entstehen durch die zu entrichtenden Gebühren an die Dualen Systeme, die die Sammlung und Verwertung der in Deutschland anfallenden Verpackungsabfälle durchführen. Sie haben allerdings einen geringen Anteil an den Gesamtkosten. Die End-of-Life-Kosten werden auch vom CO₂-Zertifikatehandel beeinflusst. Seit Anfang 2024 ist Müllverbrennung in den nationalen Emissionshandel Deutschlands eingebunden; der Zertifikatspreis wird ab 2026 innerhalb eines Korridors am Markt bestimmt.⁵

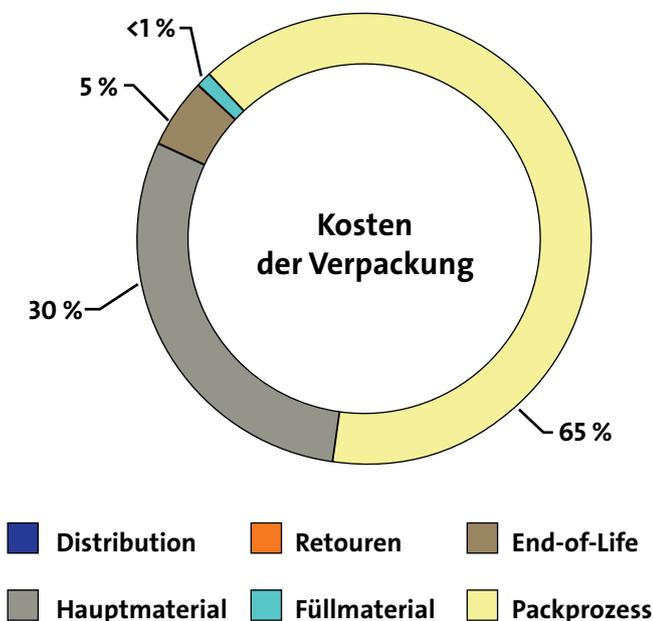


Abbildung 7: Verteilung der verpackungsbezogenen Kosten auf die einzelnen Lebenszyklusphasen bei Einwegverpackungen

⁵ DEHSt (2025): „Nationalen Emissionshandel verstehen“

Darüber hinaus wird weiterhin über eine Inkludierung der energetischen Verwertung in den europäischen Emissionshandel (EU ETS) beraten. Eine Berichtspflicht besteht für Anlagenbetreiber ebenfalls seit 2024.⁶

Die aktuellen und künftig zu erwartenden Zertifikatspreise haben nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtkosten.

Der Vergleich der Verpackungskonzepte hinsichtlich ihrer Kosten zeigt insgesamt ein ähnliches Bild wie der ihrer Emissionen: Weniger materialintensive Verpackungen, das sind Versandtaschen bzw. -beutel aus Papier, Pappe oder Kunststoffen, können Kosten einsparen, insofern die gewählte Verpackungslösung einen effizienten Verpackungsprozess ermöglicht (Abbildung 8). Die Unterschiede sind allerdings nicht ganz so ausgeprägt wie bei den Emissionen.

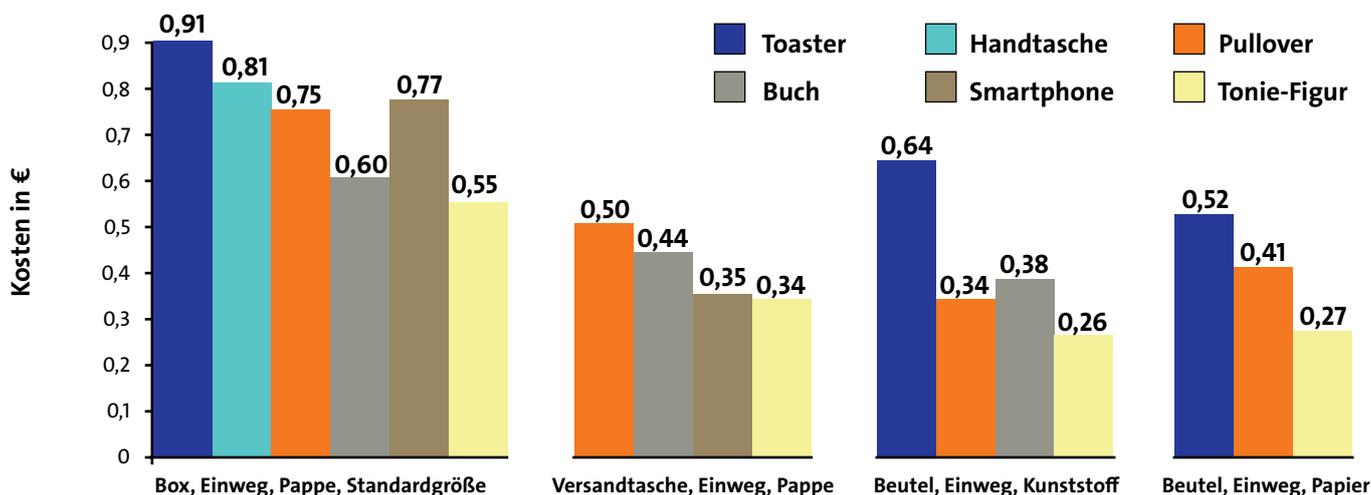


Abbildung 8: Absolute Kosten verschiedener Verpackungskonzepte für verschiedene Produkte (bei fehlenden Werten ist ein Versand des Artikels in dieser Verpackung praktisch nicht sinnvoll)

„Die Kosten der Verpackung können durch die Wahl des Verpackungskonzepts nur bedingt beeinflusst werden. Hier gibt es andere, größere Hebel, insbesondere im Packprozess.“

Jens Veltel
 Director Warehouse Automation, FIEGE Engineering

⁶ DEHSt (2025): „Berichtspflicht Abfallverbrennungsanlagen“

Potenzial der Automatisierung im Verpackungsprozess

Weitere Kostenersparnis durch Automatisierung bei konstant hohem Durchsatz

Die herausgehobene Rolle der Menge an verbrauchtem Material in der ökologischen Bewertung einer Verpackung bekräftigt, dass zu große Verpackungen nach Möglichkeit vermieden werden sollten. Zwei populäre Kennziffern sind der Füllgrad und die „Empty-Space-Ratio“ (ESR, siehe Infobox). Beide sind ein Maß für das Verhältnis zwischen dem Volumen einer Umverpackung und dem Volumen der darin verpackten Produkte.

Die Reduktion der Übergröße hat gleich mehrere Vorteile. Zum einen reduziert sich die Menge an Hauptmaterial in der Verpackungsproduktion. Damit einhergehend verringert sich der Bedarf an Füllmaterial, der benötigt wird, um die Sendung trotz zu großer Verpackung unbeschädigt zu versenden. Zum anderen profitiert auch der KEP-Dienstleister, der durch die Reduktion der Größe vor allem im Hauptlauf mehr Sendungen im gleichen Transportvolumen befördern kann. Inwieweit Einsparungen des KEP-Dienstleisters mit dem Versandhändler geteilt werden, ist in Verhandlungen über den Preis zu klären. Nur in Ausnahmefällen ermöglicht ein verkleinerter Karton den Wechsel in eine günstigere Preisklasse im Versand.

In den vergangenen Jahren gewinnen zudem technische Lösungen der Verpackungsindividualisierung zunehmend an Popularität. Dies geschieht mittels maschineller Unterstützung mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad (siehe Infobox).

Empty Space Ratio:

In der Ende 2024 vom Europäischen Parlament verabschiedeten PPWR wird erstmals ein Zielwert für die ESR angegeben: Diese darf ab 2030 50 % nicht überschreiten. Wichtig zu erwähnen ist, dass Füllmaterialien zwar ebenfalls zum „Empty Space“ gerechnet werden, allerdings nur dann, wenn sie nicht unmittelbar zum Schutz des Produkts benötigt werden. Komplexere Produktformen, die beim Verpacken in quaderförmigen Kartons inhärent Freiraum haben, werden gesondert betrachtet.⁷

Es gibt verschiedene Untersuchungen zum aktuellen Stand der ESR in der Praxis. Fest steht, dass sie stark schwankt und abhängig von Produktportfolio und Größe des Händlers ist. Je homogener das Produktportfolio eines Händlers und damit die typischen Sendungsdimensionen sind, desto besser lässt sich ein Portfolio an Standardverpackungen darauf anpassen. Gleichzeitig können sich größere Händler mit höherem Sendungsvolumen eher ein breiteres Portfolio an Standardverpackungen zulegen als kleinere Händler mit weniger Sendungen. Eine Studie von Forbes Insights in Zusammenarbeit mit dem Verpackungshersteller DS Smith aus dem Jahr 2018 untersuchte 190 Bestellungen mit 498 Produkten von 44 Händlern und kam abhängig von der Produktkategorie auf durchschnittliche ESRs zwischen 18 % (Mode) und 64 % (Glasware)⁸. DHL gab 2019 eine durchschnittliche ESR von 24 % für alle Sendungen mit bis zu 40 % in einigen Produktkategorien an.⁹ Auch postnord, ein schwedischer KEP-Dienstleister, spricht von durchschnittlich 30 % Übergröße und Packsize, ein amerikanischer Hersteller automatisierter Verpackungsmaschinen, von 40 % zu großen Paketen.^{10,11}

⁷ Europäisches Parlament (2024): „Verordnung (EU) 2025/40 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Dezember 2024 über Verpackungen und Verpackungsabfälle“

⁸ Forbes Insights (2018): „The Empty Space Economy“

⁹ DHL Trend Research (2019): „Rethinking Packaging“

¹⁰ Postnord (2021): „Swedish consumers react negatively to unnecessary air in parcels“

¹¹ Packsize (2024): „Why a Right-Sized Box Is the Perfect Protective Packaging“

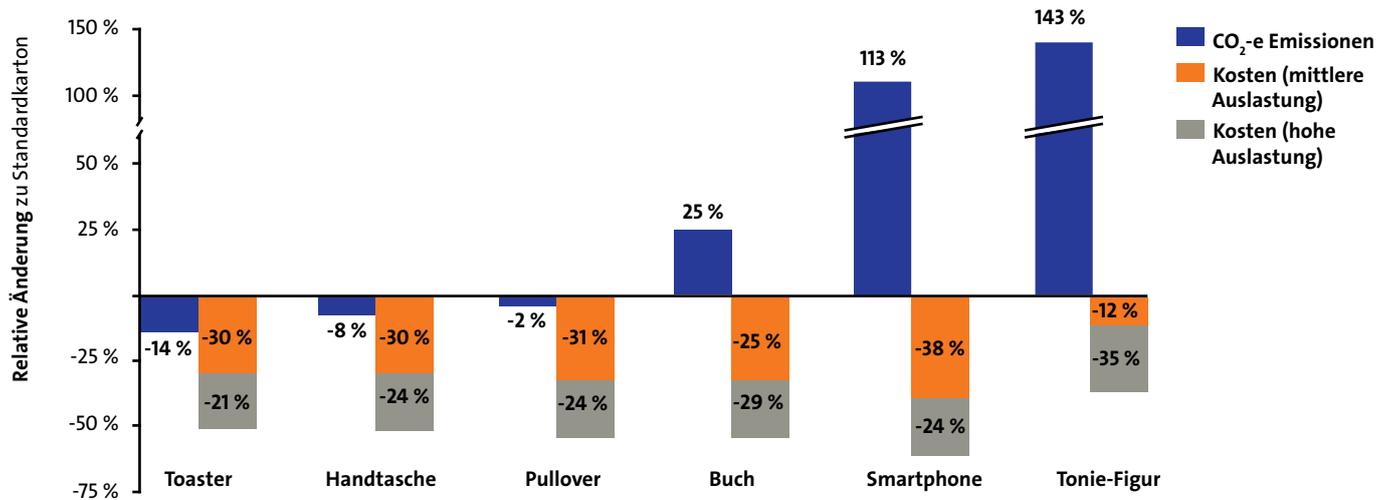


Abbildung 9: Veränderung von Kosten und Emissionen durch Umstellung auf automatisierten 3D-Zuschnitt aus Verpackungssicht

Mit der durch Verpackungsmaschinen möglichen Automatisierung gehen über die mögliche Material- und Größensparnis hinaus weitere Vorteile einher. So lassen sich auch Prozesskosten erheblich einsparen. Durchsätze von 600 bis 700 Pakete je Stunde sind realistisch, wohingegen im gänzlich manuellen Prozess etwa 120 Pakete je Stunde und Arbeitskraft erreicht werden können. Damit lässt sich bei Betrieb einer derartigen Maschine unter Berücksichtigung der Abschreibung der Anschaffungskosten über sieben Jahre ein deutlicher Kostenvorteil erzielen (Abbildung 9).

Emissionsseitig ist nicht in jedem Fall zu einer Automatisierung zu raten. Hier gibt es diverse produktbezogene Abhängigkeiten, insbesondere hinsichtlich der Größe der Sendung und der aktuellen ESR. Bei kleinen Sendungen wird schnell die minimale Kartongröße der Maschinen erreicht und somit kaum bzw. kein Material gegenüber kleinen Standardkartons eingespart. Große und sperrige Sendungen können eventuell nicht verpackt werden und reduzieren die Auslastung der Maschine, was sich negativ bei der Umlegung von energiebezogenen Emissionen auf einzelne Sendungen auswirkt.

Generell geht mit der Nutzung von Maschinen ein zusätzlicher Stromverbrauch gegenüber einem rein manuellen Prozess einher. Wirkliche Einsparungen gibt es dementsprechend nur dort, wo auch tatsächlich Material eingespart werden kann. Dies sind insbesondere mittelgroße bis große Sendungen, bei denen zuvor auch viel Füllmaterial verwendet werden musste. Neben der Materialersparnis führt der Verzicht auf Füllmaterial auch zu einer Kostensenkung durch Beschleunigung des Packprozesses.

„Automatisierungslösungen bieten für viele Produktarten bei hohen Durchsätzen ökonomische Vorteile im Verpackungsprozess. Bei der Bewertung der ökologischen Vorteilhaftigkeit müssen die spezifischen Voraussetzungen des Händlers miteinbezogen werden. So lässt sich aus der breiten Palette verschiedener Optionen die jeweils beste technische Lösung auswählen und auf das Zielsystem zuschneiden.“

Andreas Hennig
Director Fulfilment Marl, Thalia

Die Wirtschaftlichkeit von Automatisierungslösungen und deren Einsparpotenziale bei Emissionen werden in großem Maße von den jeweiligen Voraussetzungen beim Versender bestimmt. Der Umfang des Produktsortiments und die Häufigkeit von Produktgrößen, die sich für die Automatisierung eignen, sowie die Warenkörbe der Kundinnen und Kunden sind die wichtigsten

Einflussfaktoren. Erst die individuelle Analyse ermöglicht eine optimale Ausrichtung im Verpackungsprozess. Außerdem ist das Bestellvolumen relevant für die Frage, ob der Versender die Maschine tatsächlich adäquat auslasten kann.

Verpackungsautomatisierung:

Die geringste Automatisierungsstufe stellt einen Größenvorschlag an die Mitarbeitenden dar, zumeist basierend auf Artikel-Stammdaten. Allerdings kann es aus diversen Gründen vorkommen, dass sich an diesen letztlich nicht gehalten wird, bspw. weil der Vorrat der vorgeschlagenen Größe am Packplatz aufgebraucht oder schwerer zu erreichen ist.

Im Beutel-Segment entspricht die nächste Stufe Verpackungsmaschinen wie die *Sealed Air Autobag Brand 850S*, die Beutel automatisiert öffnen und nach Befüllen verschließen, allerdings ohne eine Anpassung auf die spezifische Produktgröße. Im Box-Bereich gibt es ebenfalls Maschinen, die automatisiert Boxen errichten können, etwa die *Form'it!* von *Ranpak*. Noch einen Schritt weiter geht zum Beispiel die *E-com Packer Gen. 2* von *Varo*, die eine Order einscann, aus einem Standardportfolio die geeignete Größe auswählt und anschließend bereits automatisiert die Artikel verpackt.

Während die bisher genannten Stufen immer noch auf einem existierenden Standardportfolio aufbauen und lediglich versuchen, die bestgeeignete Standardgröße auszuwählen, gibt es auch Anbieter, die diese noch weiter auf die Bestellung anpassen. Maschinen wie die *E-CO FLEX* von *IMA* oder die *Cut'it! EVO* von *Ranpak* führen anschließend noch eine Höhenreduktion durch. Dabei wird der Karton im letzten Schritt auf die Höhe der darin verpackten Produkte reduziert, was zusätzlich eine Fixierung der Artikel bedeutet und den Bedarf an Füllmaterial größtenteils eliminiert. Der tatsächliche Materialbedarf der Hauptverpackung wird hingegen häufig nicht signifikant reduziert, da überschüssiges Material meistens einfach in den Karton gefaltet wird. Es findet also nur eine Volumenreduktion statt, welche vor allem Einfluss in der Distribution hat, wo allerdings vergleichsweise geringe Emissionen anfallen.

Am weitesten gehen jedoch Verpackungsmaschinen wie die *CartonWrap Series* von *CMC*, das *Opera System* von *WestRock* oder die *CVP Impack* und *CVP Everest* von *Sparck*, welche einen in allen drei Dimensionen auf die Bestellung zugeschnittenen Karton erzeugen. Hier wird vollständig auf ein Standardportfolio verzichtet und eine maximale Individualisierung vorangetrieben. Allerdings haben auch diese Maschinen Limitierungen, insbesondere was die minimal und maximal zu erzeugenden Verpackungsgrößen, Sendungen mit mehr als einem Artikel oder Artikel mit Kugel- oder zylindrischer Form betrifft. Während manche Maschinen bereits darauf ausgelegt sind, auch mit derartigen Sendungen umgehen zu können, ist bei anderen, wie bspw. der *CMC CartonWrap*, eine Vorfixierung der Bestellung bei manchen Produkten sinnvoll. Hinzu kommt, dass die genaue Menge eingesparten Materials schwierig zu bestimmen ist, da der Verschnitt sowohl vom verwendeten Rohmaterial als auch von der spezifischen Sendung und verwendeten Maschine abhängt. Insbesondere ein Portfolio stark schwankender Sendungsgrößen ist mit mehr Verschnitt verbunden.

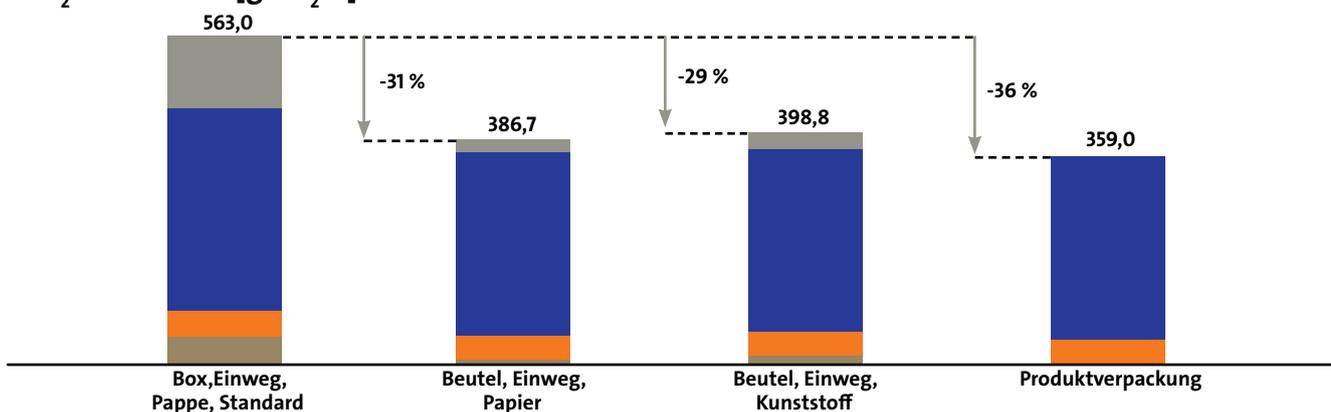
Versand in der Produktverpackung

Die beste Verpackung ist keine Verpackung

Eine weitere Option, die in noch höherem Maße produktabhängig ist, ist der Versand in der Produktverpackung. Dabei wird die Transportverpackung einfach weggelassen, was das Maximum an Materialeinsparung darstellt und daher, wenn möglich, zu präferieren ist. Auf diese Weise verbleiben verpackungsbezogen nur noch minimale Emissionen aus dem Packprozess und dem Label. Der in der Sendungssicht größte Block, die Distribution, ändert sich jedoch kaum (Abbildung 10).

Allerdings ist diese Option nur für einen eingeschränkten Produktkreis denkbar. Zunächst müssen die Produkte über eine Produktverpackung verfügen, was zum Beispiel im Mode-Segment, dem nach Umsatz größten Sektor im deutschen E-Commerce, aber auch bei Büchern häufig nicht der Fall ist. Zudem werden besonders im Bereich Unterhaltungselektronik bestimmte Verpackungen benötigt, um den Schutz der Ware sicherzustellen.

CO₂-e Emission [g CO₂-e]



Kosten [€]

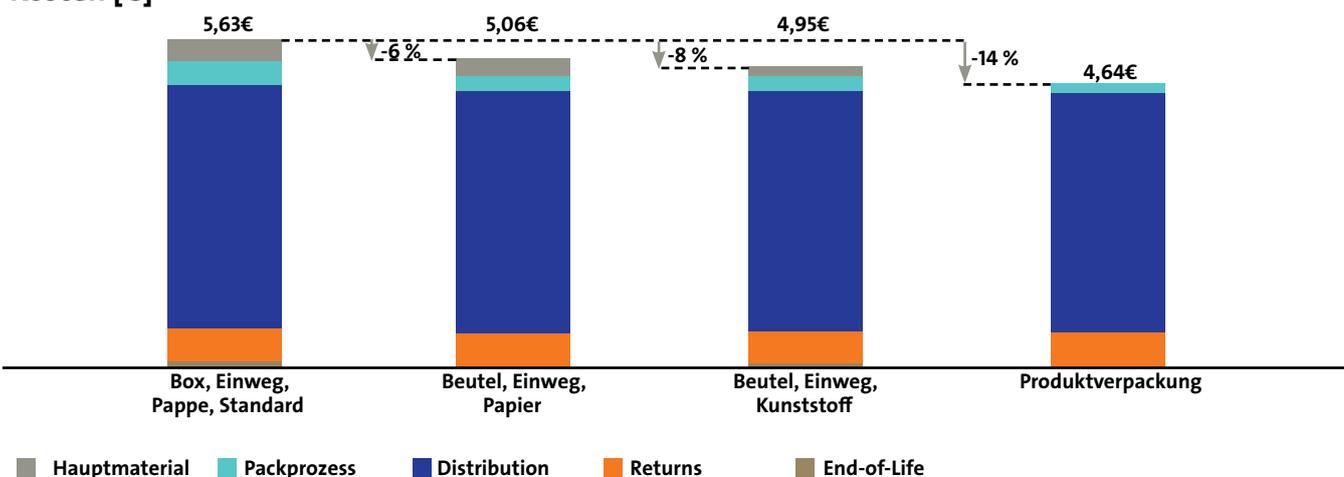


Abbildung 10: Emissionen und Kosten für den Versand in Produktverpackung im Vergleich zu anderen Standardverpackungen für einen Toaster (Sendungsperspektive)

¹² BEVH (2024): „Interaktiver Handel in Deutschland - Ergebnisse 2023“

¹³ UBA (2021): „Die Ökologisierung des Onlinehandels – Teilbericht II“

Über alle Produktsegmente hinweg spielt auch die Anonymität, die eine zusätzliche Umverpackung bietet, eine Rolle. Zum einen können Produkte sensible Informationen über ihre Bestellenden preisgeben, wie bspw. Medikamente, zum anderen steigt bei hochpreisigen Gütern das Diebstahlrisiko. Gerade im hochpreisigen Segment ist auch das Auspacken des Produkts ein relevanter Teil der Customer Experience und die ausgefallenen und aufwändig gestalteten Produktverpackungen können nur schwerlich gleichzeitig als Transportverpackung dienen.

Bei Multi-Orders fällt bei Verzicht auf eine Transportverpackung zudem der Bündelungseffekt weg, was die Kosten und Emissionen in der Distribution und durch ggf. zusätzliche Handling-Schritte erhöht. Dennoch existieren bereits heute viele Produkte, wie Toaster oder andere elektronische Kleingeräte, die problemlos in ihrer Produktverpackung versandt werden können.¹³



„Produkthersteller wissen am besten, ob ihre Verpackungen bereits geeignet sind, Schutzanforderungen und Erwartungen der Kundinnen und Kunden zu erfüllen. Ein entsprechendes Label „Empfohlen für Versand in der Produktverpackung“ würde einen schnellen und umfassenden Verzicht auf unnötige Transportverpackungen erheblich erleichtern, solange die Logistikprozesse des Versenders keine zusätzlichen Anforderungen stellen.“

Markus Mehrrens
Head of Logistics Sourcing & Partners, MediaMarktSaturn

Mehrweg im Versandhandel

Mehrwegverpackungen im Versandhandel mit Emissionspotenzial bei Zusatzkosten

Mehrweg ist im E-Commerce aktuell noch eine Randerscheinung, gewinnt allerdings auch aufgrund regulatorischer Anreize zunehmend an Aufmerksamkeit. So sind Mehrwegverpackungen bspw. von den ab 2030 geltenden EU-Anforderungen an die ESR ausgenommen.¹⁴ In Europa und Deutschland gibt es inzwischen einige Anbieter, die sich in drei Kategorien einteilen lassen:



Eigenprojekte von auf Nachhaltigkeit fokussierten Online-Shops wie die *Memo Box* oder *FoxBox*



unabhängige Start-Ups wie *RePack*, *heycircle*, *Hipli*, *Rhinopaq* oder *Ravioli*



Spin-offs etablierter Logistikplayer wie das neu gegründete Joint-Venture *Multiloop* von *Fiege* und der *Schoeller Group*.

Während es sich bei der *FoxBox* und der *Memo Box* um recht schwere und starre Kunststoffboxen handelt, setzen fast alle Start-ups auf deutlich leichtere und insbesondere faltbare Kisten zur Erleichterung des Rückversands. Außerdem bieten viele neben Boxen auch Mehrwegbeutel an. Als Hauptmaterial wird zumeist Polypropylen eingesetzt, das im Vergleich zum bei Einweg-Versandbeuteln häufig eingesetzten LDPE mit einer höheren Beständigkeit punktet. Je nach Komplexität der Mehrwegverpackung

wird für bspw. Reiß- und Klettverschlüsse auch PET eingesetzt, wobei die meisten Anbieter angeben, künftig hin zu Verpackungen aus ausschließlich einem Material übergehen zu wollen, um die Recyclingfähigkeit zu erhöhen. Ebenfalls hervorzuheben ist, dass viele Anbieter bereits jetzt auf einen überdurchschnittlich hohen Anteil an eingesetztem Rezyklat setzen, um dem bei Konsumenten schlechten Image von Kunststoff als Material entgegenzuwirken.

Die Zykluszahl ist entscheidend

Der für die Vorteilhaftigkeit einer Mehrwegverpackung entscheidende Parameter ist die Zykluszahl. Je häufiger die Verpackung eingesetzt werden kann, desto eher lohnt sich der höhere Aufwand in der Herstellung und Entsorgung gegenüber Einweglösungen. Die Zykluszahl wird zum einen durch die Verpackung selbst bestimmt, z. B. wie widerstandsfähig oder schmutzabweisend sie konstruiert ist. Zum anderen hängt sie von den Endkundinnen und -kunden und der Wahrscheinlichkeit ab, dass diese die Verpackung tatsächlich zurücksenden. Auf die Widerstandsfähigkeit der Verpackung haben die Hersteller direkten, auf das Konsumentenverhalten lediglich einen indirekten Einfluss: So kann über konstruktive Maßnahmen der Retouren-Prozess so simpel wie möglich gestaltet werden (bspw. dient die Faltbarkeit vieler Verpackungen dazu, sie auch über Briefkästen zurücksenden zu können). Zudem kann auch über die Systemgestaltung selbst ein Anreiz geschaffen werden (bspw. mittels Pfandsystem oder Coupons).

¹⁴ Europäisches Parlament (2024): „Verordnung (EU) 2025/40 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Dezember 2024 über Verpackungen und Verpackungsabfälle“

Allerdings reicht es für die ökologische Vorteilhaftigkeit der Mehrwegverpackung nicht, die höheren Emissionen aus Herstellung und End-of-Life zu kompensieren. Im Gegensatz zu Einweg fallen hier auch mit jedem Zyklus Emissionen und Kosten aus der Rückführung zum Hersteller bzw. zum Händler an. Gerade aus Verpackungsperspektive hat der Rücktransport eine wichtige Rolle, denn hier ist verursacherbasiert ein höherer Anteil der Distributionsmissionen der Verpackung zuzuschreiben. Damit wird Mehrweg insbesondere in Branchen mit hohen Retourenquoten attraktiv, da hier weniger zusätzlicher Rückversand nötig ist. Am besten geeignet sind Geschäftsmodelle, bei denen der Rückversand fester Bestandteil ist, wie bspw. dem Verleih von Kleidung oder regelmäßigen Lebensmittellieferungen, da dies

Die Mehrwegbox schlägt den Einwegkarton hinsichtlich Emissionen typischerweise bereits nach 5 Zyklen, der Mehrwegbeutel den Einwegbeutel aus Kunststoff nach etwa 7 Zyklen (siehe Abbildung 11). Diese Zykluszahl ist mit allen analysierten Verpackungen realisierbar, heycircle etwa verspricht 50 Zyklen, RePack zwischen 20 und 40, Multiloop um die 30.

Systemische Mehrkosten durch den Rücktransport

Anders sieht die Bilanz bei den Kosten aus. Hier sind die Mehrwegverpackungen bei keinen der untersuchten Beispielsendungen gegenüber ihren Einwegäquivalenten vorteilhaft (siehe Abbildung 12). Interessanterweise liegt dies nicht in den höheren Anschaffungskosten begründet, sondern vor allem in den hohen Kosten des Rückversands, die mit jedem einzelnen Nutzungszyklus anfallen und somit auch nicht über die Zeit sinken. Hier könnten bei großflächigem Einsatz neue Tarife verhandelt werden. Für Händler, die nicht auf externe Lieferdienstleister angewiesen sind, können diese Kosten ebenfalls deutlich geringer ausfallen. Multiloop plant bspw. ein Netzwerk aus 15.000 Rückgabepunkten aufzubauen und den Rückversand von dort gebündelt zu internalisieren. So können einerseits Kosten gesenkt und andererseits handling-freundlichere Verpackungsdesigns genutzt werden, die im Weg über den Briefkasten nicht realisierbar wären. Nichtsdestotrotz ist festzuhalten, dass der Umstieg auf Mehrweg im allgemeinen Versandhandel unter den aktuellen Umständen oftmals mit Mehrkosten verbunden ist.

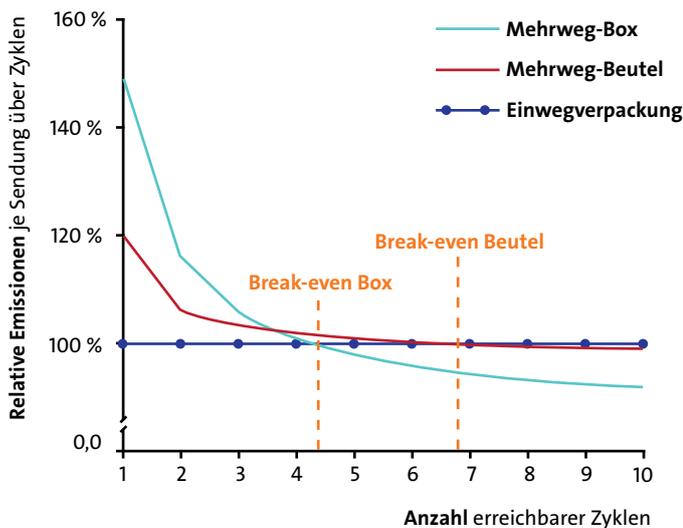


Abbildung 11: Emissions-Break-even-Analyse für Einweg-Karton und Mehrweglösungen bei Sendung eines Pullovers

am ehesten eine Internalisierung des Rückversands ermöglicht. Neben dem zusätzlichen Rückversand gibt es noch weitere Handling-Schritte, wie das Entfernen alter Versandlabels und die Reinigung der Verpackung. Sollte Füllmaterial verwendet worden sein, muss dieses wahrscheinlich ebenfalls ersetzt werden.

Angesichts der dynamischen Entwicklungen bei Mehrwegverpackungen im Versandhandel ist noch nicht klar, welche Produkte, Preismodelle und Logistikkonfigurationen sich im Hinblick auf den Rückversand der Verpackung

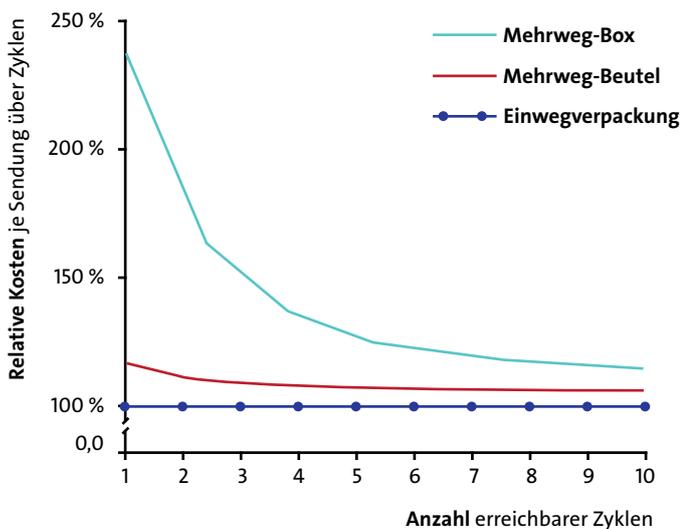


Abbildung 12: Kosten-Break-even-Analyse für Einweg-Karton und Mehrweglösungen bei Sendung eines Pullovers

durchsetzen werden oder ob die Einwegverpackung der Standard bleibt (siehe Infobox).

Die aktuell und auch in naher Zukunft bestehenden Mehrkosten müssten von einer Partei getragen werden. Letztlich hat der Händler die Wahl, diese entweder zu übernehmen oder an die Endverbrauchenden weiterzureichen. Ob diese bereit sind, zusätzlich zum höheren Aufwand der Rückgabe der Verpackung noch mehr als zuvor für den Versand zu zahlen, ist jedoch fraglich. Denkbar ist auch, dass Händler, die sowohl online als auch offline aktiv sind, die Abgabe der genutzten Verpackungen in ihren Filialen ermöglichen und so über potenzielle Anschlussverkäufe im Ladengeschäft einen Teil der Mehrkosten der Mehrwegverpackungen finanzieren.

Allerdings darf nicht außer Acht gelassen werden, dass zusätzliche Transporte von Kundinnen und Kunden zu einem Abgabeort aus Emissionssicht problematisch sein können. Einerseits verursachen sie Emissionen für den Transport einer einzelnen Verpackung, andererseits reduziert sich die Wahrscheinlichkeit, dass die Verpackung überhaupt retourniert wird. Und letzteres sollte sowohl aus Umwelt- als auch aus Kostensicht hohe Priorität haben.

Daher ist die Rückgabe an Orten, die von Kundinnen und Kunden häufig frequentiert werden, wie Supermärkte, Tankstellen oder Kioske, zu bevorzugen.

“Ökologisch kann der Umstieg auf Mehrweg in vielen Fällen schon heute sinnvoll sein. Für den wirtschaftlichen Erfolg braucht es jedoch ein flächendeckendes Rückgabesystem und die Akzeptanz der Verbraucherinnen und Verbraucher – nur so lassen sich Rücktransport und Logistik effizient gestalten.”

Daniela Bleimaier
Leiterin Public Affairs Deutschland & Regionales,
Bundesverband E-Commerce und Versandhandel
Deutschland e.V. (bevh)

Preismodelle Mehrweg:

Einige Anbieter wie *heycircle* bieten ihre Verpackungen zum Verkauf an. Damit geht auch die Verantwortung für das Retournieren und die Wiederaufbereitung an den Händler über.

Außerdem bieten unter anderem *RePack* und *Hipli* ein Leasing-Modell an, bei dem Händler eine feste Anzahl an Verpackungen für einen festen Monatsbetrag mieten können. Auch hier liegt die Verantwortung für die Rückführung und Reinigung beim Händler, allerdings werden Verpackungen, die nicht mehr versendet werden können, ersetzt.

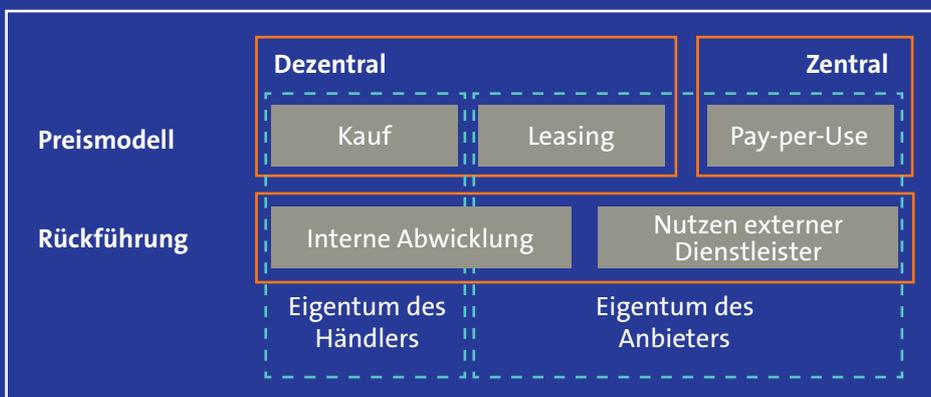


Abbildung 13: Verschiedene Preismodelle und Betriebskonzepte im Mehrweg-Markt

Weiter verbreitet ist ein Pay-per-Use-System, bei dem eine einzelne Verpackung für einen einzelnen Versand gemietet wird. Anschließend wird sie von Kundinnen und Kunden an den Anbieters zurückgesendet, der sie reinigt, aufbereitet und bei erneuter Zahlung wieder an einen Händler schickt. Dieses System verfolgen bspw. *RePack*, *Hipli* und *Multiloop*.

An den Preismodellen kann man zusätzlich zwischen einem zentralen und dezentralen Mehrwegsystem unterscheiden. Kauf und Leasing sind Beispiele für das dezentrale System, bei dem die Rückführung zu verschiedenen Standorten eines Händlers erfolgt. Pay-per-Use ist ein zentrales System, bei dem alle Mehrwegverpackungen verschiedenster Händler zum selben Hersteller retourniert werden.

Der Kauf ermöglicht eine höhere Personalisierbarkeit der Verpackungen und reduziert gleichzeitig die Distanzen, die im Rückversand nötig werden. Dafür sind die initiale Investition und der permanente Aufwand höher als bei Pay-per-Use. Ersteres eignet sich damit eher für große Händler, die einerseits den Aufwand schultern und andererseits vom eigenen größeren Netzwerk profitieren können. Für kleine Onlineshops kommt zunächst ein Einsatz des Pay-per-Use-Modells in Frage.

Leitlinien für die Verpackungsstrategie

Im Versandhandel gibt es diverse zurzeit nicht ausgeschöpfte Potenziale zur Optimierung der Nachhaltigkeit. Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeit durch die Reduzierung von CO₂-e-Emissionen sollten immer im Vergleich zu den Alternativen bewertet und im konkreten Einzelfall validiert werden. Gleichzeitig muss der Versandhändler neben der Nachhaltigkeit immer die anderen zentralen Anforderungen an die Verpackung – Schutz der Ware, Customer Experience und gutes Logistik-Handling – berücksichtigen.

Sowohl aus Emissions- als auch aus Kostensicht sollte die Vermeidung unnötigen Materialverbrauchs die höchste Priorität im Bereich Verpackung haben. Das bedeutet: Fokus auf die optimale Wahl des Verpackungskonzepts und Reduktion auf die kleinstmögliche Verpackungsgröße. Die Modellergebnisse zeigen mögliche Einsparungen bei Wechsel des Verpackungstyps vom klassischen Pappkarton hin zu materialsparenden Lösungen wie Versandtaschen oder -beuteln von 71 % der Emissionen und 45 % der Kosten im Durchschnitt repräsentativer Beispielprodukte.

Hierbei sollte Konsumenten offen kommuniziert werden, was Vor- und Nachteile verschiedener Materialien sind und was eventuell unternommen wird, um diese Nachteile zu beheben. Die meisten Emissionen in der Verpackung sind materialabhängig, was hauptsächlich im Energieverbrauch begründet ist. Der Einsatz besonders umweltfreundlicher Energiequellen bei der Verpackungsherstellung, beispielsweise nachhaltig beschickter Biomassekraftwerke, kann die CO₂-e-Bilanz des Pappkartons erheblich verbessern. Kunststoffverpackungen können aufgrund des geringen Materialeinsatzes aus ökologischer Sicht

besser sein als ihr Ruf, solange Wiederverwertung oder sachgerechte Entsorgung am Ende des Lebenszyklus gewährleistet ist. Insbesondere höhere Rezyklateinsatzquoten bieten hier künftig Potenziale zur Optimierung der Umweltauswirkungen.

Der direkte Weg, um Verpackungsmaterialien und damit verpackungsbedingte Emissionen einzusparen, ist der Versand von Produkten direkt in ihrer Produktverpackung. Als maximale Materialeinsparung ist dies, insofern realisierbar, zu präferieren, muss aber auch kundenseitig akzeptiert werden. Aus Händlersicht gibt es drei Optionen zur schrittweisen Umgewöhnung der Kundinnen und Kunden: Der Verzicht auf die Versandverpackung kann als auswählbare Option angeboten werden („Opt-in“), er kann bereits vorausgewählt, aber abwählbar sein („Opt-out“) oder die aktive Entscheidung für eine Verpackung kann auch noch zusätzlich mit Kosten verbunden sein („Opt-out“ mit Kosten). Neben Kundinnen und Kunden sind auch Hersteller gefragt, ihre Produktverpackungen entsprechend zu gestalten und als geeignet zu kennzeichnen, um Händlern umständliche Tests zu ersparen.

Die Automatisierung des Verpackens in ihren diversen Ausprägungen kann vorteilhaft sein, ist es jedoch nicht immer. Kostenseitig bietet sie, insofern ein konstant hoher Durchsatz realisiert wird, erhebliche Einsparpotenziale. Emissionsseitig lässt sich eine pauschale Aussage nicht treffen, da die Resultate zu abhängig von den spezifisch verpackten Produkten und der jeweils gewählten Automatisierungslösung sind. Die hohen Potenziale sprechen für eine Detailanalyse im Einzelfall.

Mehrwegverpackungen spielen bislang eine Nischenrolle. Die Analyse zeigt die ökologische Vorteilhaftigkeit schon bei realistischen Zykluszahlen. Um die erheblichen kosten- und emissionsseitigen Nachteile zu beheben, ist eine möglichst große Verbreitung und flächendeckende Akzeptanz bei den Verbrauchenden oder staatliche Subventionen nötig. Entscheidend ist der kosten- und emissions-effiziente Rückweg der Leerverpackung zum Versender. Aktuell scheint letzteres nur mit der Rückgabe an Sammelstellen realisierbar, weil der Postversand zu teuer und die Einzelabholung zu aufwändig ist. Mehrwegverpackung im Versandhandel ist ein dynamischer Markt, der aufgrund seines hohen Potenzials beobachtet werden sollte.

Die hohe Anzahl nutzbarer Verpackungskonzepte verdeutlicht die komplexe Entscheidungssituation im Versandhandel. Zum Vergleich der Konzepte ist das Einbeziehen sämtlicher Lebenszyklusstufen notwendig, weshalb im Rahmen dieser Studie ein Modell zur ganzheitlichen Bewertung der CO₂-e-Emissionen und Kosten entwickelt wurde. Auch wenn eine hohe Zahl an Einflussfaktoren festgestellt wurde, kann es dennoch als Ausgangspunkt weiterführender individueller Analysen genutzt werden. Anpassungen sind hier insbesondere im Rahmen der verwendeten Automatisierungslösung und des Distributionsnetzwerks, auch und gerade im Mehrweg-Fall, möglich. Auch die genutzten Fahrzeuge in der Distribution sind variabel, was in Hinblick auf ihren hohen Anteil an den Gesamt-Sendungs-emissionen die Analyse verschiedener Szenarien nahelegt. So kann der im spezifischen Fall größte Hebel zur Kosten- und Emissionsersparnis festgestellt und die individuell wirksamsten Entscheidungen getroffen und Maßnahmen umgesetzt werden.

BVL Themenkreis E-Commerce

4FLOW

amazon

BEUMERGROUP

bevh

FIEGE

MediaMarkt SATURN

MYTHERESA

OTTO

RHENUS
LOGISTICS

SEVEN SENDERS

Thalia

th.mann

zalando

Anhang

In der Modellierung des Lebenszyklus der einzelnen Verpackungssysteme wurden auf allen Stufen verschiedene Einflussgrößen berücksichtigt (Abbildung 14):

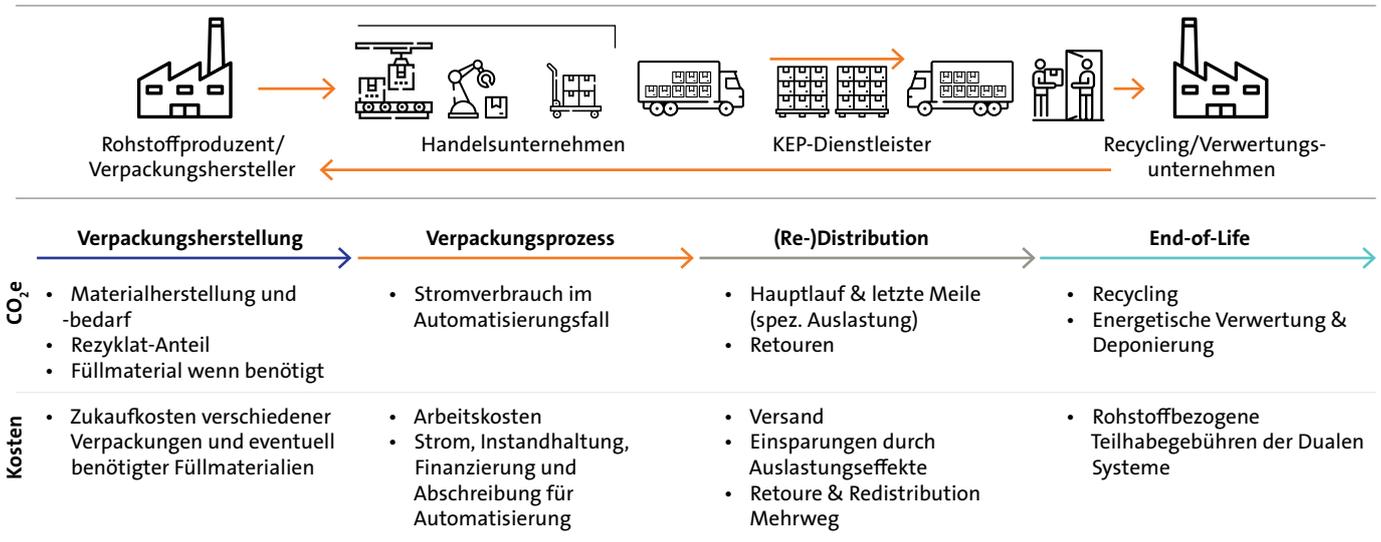


Abbildung 14: Betrachtete Kosten- und Emissionsquellen in den einzelnen Lebenszyklusphasen aller Verpackungen

Verpackungsherstellung:

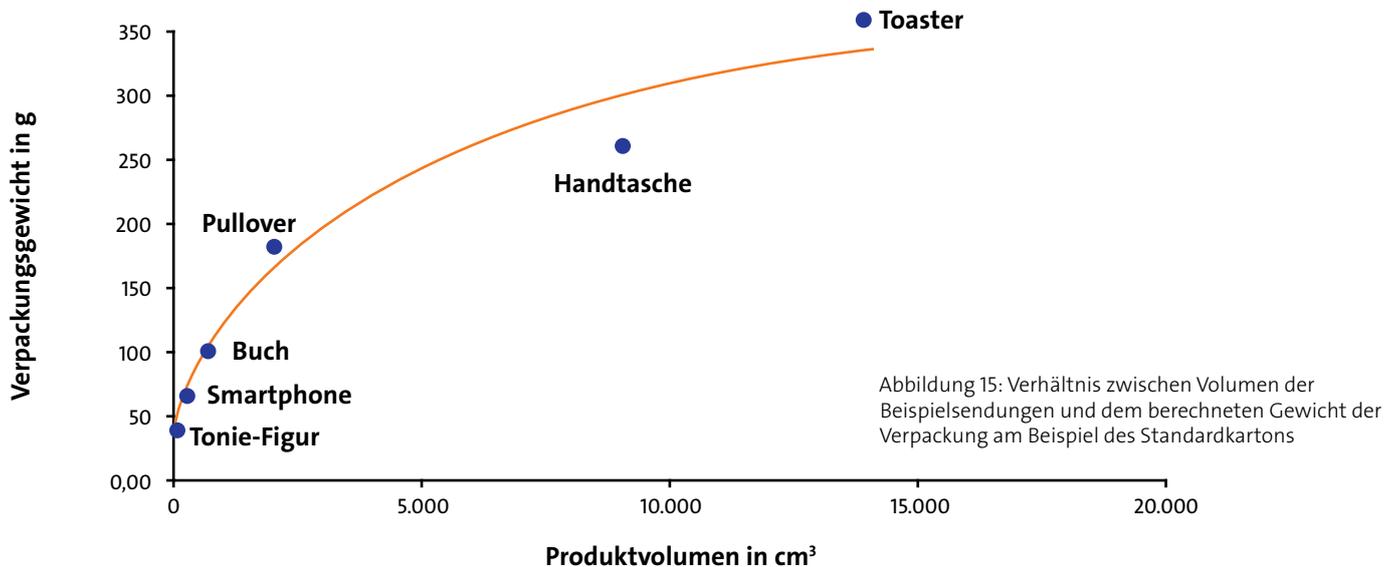
Zur Größenbestimmung wurden die jeweiligen Außenmaße der Beispielartikel genutzt und mit einem konstanten Faktor verlängert um eine realistische Übergröße (ESR) zu erreichen. Diese wurde mit 40 % abgeschätzt. Bei größenoptimierter Verpackung wurde weiterhin mit einem Puffer von 2 % in allen drei Dimensionen gerechnet. Der gegebenenfalls höhere Verschnitt der automatisierten Verpackungsmaschine gegenüber der Herstellung von Verpackungen in festen Standardgrößen wurde aufgrund der hohen Abhängigkeit vom händlerspezifischen Sendungsportfolio vernachlässigt.

Aus den Dimensionen wurden Materialbedarfe abgeleitet. Hierzu wurde die Fläche der jeweiligen Verpackung mit material-/verpackungsspezifischen Grammaturen multipliziert (Tabelle 1).

Tabelle 1: Grammatur verschiedener Verpackungskonzepte (-materialien) basierend auf dem Durchschnitt verschiedener Anbieter

Verpackung (Material)	Grammatur
Einwegkarton (Wellpappe)	350-505 g/m ² (je nach Produkthanforderungen)
Versandschachtel (Wellpappe)	350-505 g/m ² (je nach Produkthanforderungen)
Einwegbeutel (Kraftpapier)	100 g/m ²
Einwegbeutel (LDPE)	60 g/m ²
Mehrwegbox (PP)	829 g/m ²
Mehrwegbeutel (PP)	259 g/m ²

An den so bestimmten Materialbedarfen der verschiedenen Beispielsendungen lässt sich gut das aus der Geometrie bekannte A/V-Verhältnis veranschaulichen, welches den Zusammenhang zwischen Oberfläche und Volumen eines Körpers beschreibt. Das A/V-Verhältnis sinkt bei steigenden Volumen, was am lediglich quadratischen Wachstum der Oberfläche liegt, verglichen mit dem kubischen des Volumens.



Wie in Abbildung 15 zu erkennen, zeigt sich dieses abnehmende Verhältnis auch in der Modellierung. Abweichungen lassen sich da-durch erklären, dass das Verpackungsgewicht nicht ausschließlich von der Oberfläche der Verpackung, sondern auch von der genutzten Grammaturn abhängt. Letzteres ist im Modell variabel gestaltet, um den Schutzanforderungen verschiedener Produktkategorien gerecht zu werden.

Neben dem Bedarf an Hauptpackmitteln wird, wenn nötig, der Bedarf an Füllmaterial bestimmt. Da das Füllmaterial einen Raum füllen muss, wird mit einer Dichte anstelle einer Grammaturn gerechnet. Diese beträgt für das angesetzte Packpapier etwa 7167 g/m³. Nach der Berechnung des Materialbedarfs werden mit materialspezifischen Emissionsfaktoren die CO₂-e-Emissionen bestimmt. Hierbei wird zwischen eingesetztem Primärmaterial und Rezyklat unterschieden, die marktüblichen Rezyklat-Quoten sind:

- Kunststoffe: 15 %
- Wellpappe: 88 %
- Kraftpapier: 0 %

Die genutzten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 2 gelistet.

Tabelle 2: Emissionsfaktoren verschiedener Verpackungsmaterialien

Material	Emissionsfaktor	Quelle
Wellpappe	0,361 g CO ₂ -e/g (bereits für 88 % Rezyklatanteil)	FEFCO (2022): „The carbon footprint of corrugated packaging 2021“ (ohne End-of-Life)
Kraftpapier	0,421 g CO ₂ -e/g	CEPI Eurokraft (2024): „Carbon footprint of paper sacks: Infographic and fact sheet, 2021 figures“
LDPE (primär)	0,943 g CO ₂ -e/g	EU (2021): „Environmental effects of plastic waste recycling“
LDPE (Rezyklat)	0,763 g CO ₂ -e/g	EU (2021): „Environmental effects of plastic waste recycling“
PP (primär)	1,185 g CO ₂ -e/g	EU (2021): „Environmental effects of plastic waste recycling“
PP (Rezyklat)	0,6 g CO ₂ -e/g	EU (2021): „Environmental effects of plastic waste recycling“

Zur Berechnung der Kosten wurden verschiedene Händler analysiert und Preise variabilisiert, um sie ebenfalls auf die jeweiligen Materialbedarfe umzulegen. Dabei wurden die in Tabelle 3 genannten Kostensätze genutzt.

Tabelle 3: Kostenfaktoren verschiedener Verpackungskonzepte basierend auf dem Durchschnitt verschiedener Anbieter

Verpackung	Kostenfaktor
Einwegkarton/-versandtasche (Wellpappe)	0,32 – 0,70 €/m ² (je nach Größe)
Optimierter Karton (Endlospappe)	0,32 €/m ² (je nach Größe)
Einwegbeutel (Kraftpapier)	0,32 – 0,82 €/m ² (je nach Größe)
Einwegbeutel (LDPE)	0,29 – 0,55 €/m ² (je nach Größe)
Mehrwegbox (PP)	0,55 – 1,66 €/m ² (je nach Größe)
Mehrwegbeutel (PP)	0,17 – 0,32 €/m ² (je nach Größe)

Die Kosten des Füllmaterials wurden mit einem gewichtsbasierten Faktor berechnet, da hier ebenfalls kein Bezug zur Fläche gegeben ist. Der Faktor ist 2,15 €/kg und wurde durch eine Marktanalyse bestimmt.

Verpackungsprozess:

Der manuelle Packprozess wird emissionsseitig vernachlässigt. Lediglich im Fall der Nutzung automatisierter Verpackungsmaschinen wird der Stromverbrauch bilanziert und auf das einzelne Paket heruntergerechnet. Zur Kostenberechnung fallen sowohl im manuellen als auch im automatisierten Fall Arbeitskosten an, im automatisierten Fall kommen die fixen und variablen Kosten der Verpackungsmaschine hinzu. Relevant für Kosten und Emissionen sind die Leistungsparameter des manuellen und automatisierten Prozesses (Tabelle 4).

Tabelle 4: Durchsätze im manuellen Packprozess

Verpackungsprozess	Durchsatz	Quelle
Manuell – Beutel, kein Füllmaterial, Einzelbestellung	120 Packs/h	Expertenschätzung
Manuell – Beutel, kein Füllmaterial, Multi-Bestellung	80 Packs/h	Expertenschätzung
Manuell – Box, kein Füllmaterial, Einzelbestellung	72 Packs/h	Expertenschätzung
Manuell – Box, kein Füllmaterial, Multi-Bestellung	48 Packs/h	Expertenschätzung
Manuell – Box, mit Füllmaterial, Einzelbestellung	48 Packs/h	Expertenschätzung
Manuell – Box, mit Füllmaterial, Multi-Bestellung	32 Packs/h	Expertenschätzung

Zur Berechnung der Kosten wurden verschiedene Händler analysiert und Preise variabilisiert, um sie ebenfalls auf die jeweiligen Materialbedarfe umzulegen. Dabei wurden die Kostensätze in Tabelle 5 genutzt.

Tabelle 5: Parameter zur Modellierung des automatisierten Packprozesses

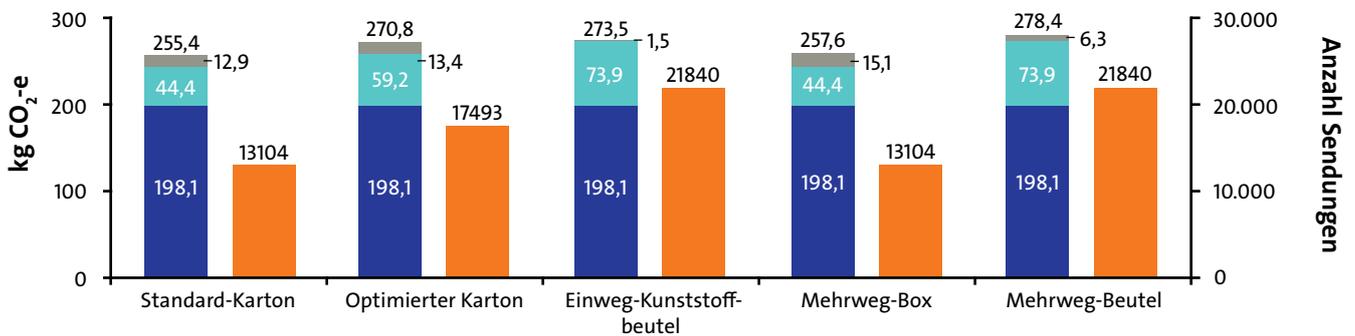
Parameter	Wert	Quelle
Anschaffungskosten (AK)	1.017.500 €	Expertenschätzung
Instandhaltungssatz	15 % AK/a	Expertenschätzung
Nutzungszeit	7 a	Expertenschätzung
Betriebszeit	7 h/d bzw. 14 h/d (1/2 Schichtbetrieb)	Expertenschätzung
Stromverbrauch	26 kW	Expertenschätzung
Durchsatz	650 Packs/h	Expertenschätzung
Stundenlohn (SL)	18,49 €/h	Bundesagentur für Arbeit (2023): „Fachkraft – Lagerlogistik“
Arbeitgeberzuschlag	24,5 % SL	Eurostat (2025): „Labour cost levels by NACE Rev. 2 activity“
Stromkosten (Industriestrompreis)	0,17 €/kWh	BDEW (2025): „Strompreisanalyse Mai 2025“
Emissionsfaktor (deutscher Strommix)	445 g CO ₂ -e/kWh	UBA (2024): „Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2023“

Sowohl im manuellen als auch im automatisierten Fall sind Arbeitskosten relevant. Bei manuellen Kosten sind die Durchsätze bereits pro Arbeitskraft bestimmt, beim automatisierten Prozess wird bei vielen Multi-Orders eine zweite Arbeitskraft zur Vorbündelung der Order benötigt. Zusätzliche variable Kosten bzw. Emissionen ergeben sich aus dem Stromverbrauch der Verpackungsmaschine.

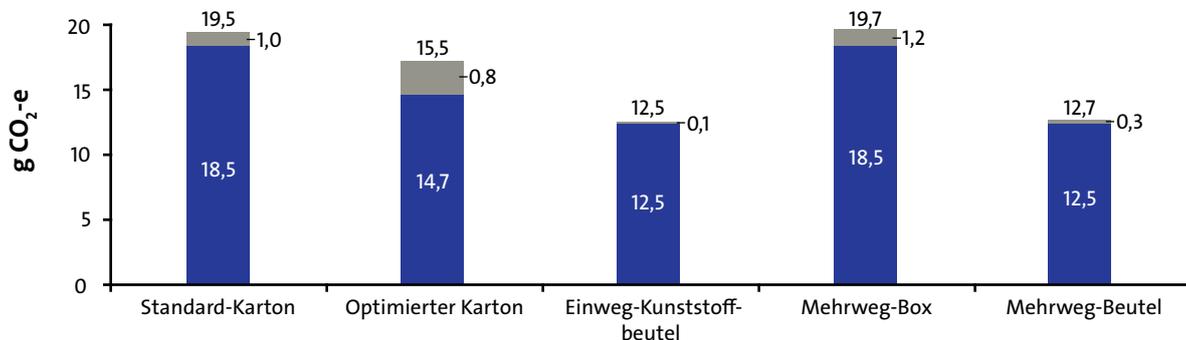
Distribution:

Die Modellierung von Distributionsemissionen und -kosten stellt die größte Herausforderung dar. Herkömmliche Berechnungen verwenden gewichtsbasierte Emissionsfaktoren in „g CO₂-e/tkm“. Diese sind jedoch nicht in der Lage, Volumeneffekte verschiedener Verpackungskonzepte adäquat abzubilden. So bringt der Umstieg von Standardkarton auf größenoptimierten Karton oder einen Versand in Versandtasche bzw. -beutel nicht nur eine Gewichtersparnis mit sich, sondern erhöht durch die Volumenreduktion auch die Anzahl der potenziell in einem Fahrzeug beförderbaren Sendungen. Um diesen zweiten Effekt ebenfalls zu berücksichtigen wurde die Distribution von Grund auf modelliert: Fahrzeugtypen wurden gewählt und unter Berücksichtigung von Volumenrestriktion und Gewichtsauslastung die Gesamtemissionen der jeweiligen Fahrt berechnet. Diese wurden auf die einzelne Sendung heruntergebrochen und anschließend für die Verpackungsperspektive verursacherbasiert allokiert.

Gesamtemissionen des Fahrzeugs:



Emissionen der einzelnen Sendung:



■ Verpackung ■ Produkt ■ Fahrzeug ■ Anzahl Sendungen

Abbildung 16: Allokation der CO₂-e-Emissionen auf der letzten Meile am Beispiel der Sendung eines Pullovers

Tabelle 6: Parameter zur Modellierung der Distributionsemissionen

Parameter	Wert	Quelle
Strecke	Hauptlauf: 220 km Letzte Meile: 127,5 km	4flow Knowledge
Auslastung (Sendungen)	Hauptlauf: variabel Letzte Meile: 180 Sendungen	4flow Knowledge
Fahrzeuge	Hauptlauf: Standardtrailer, 34-40t GVW Letzte Meile: Van, < 3,5t	4flow Knowledge
Emissionsfaktoren	Hauptlauf: 101 g CO ₂ -e/tkm (für 49,8 % Auslastung als Basis, im Modell variabilisiert) Letzte Meile: 842 g CO ₂ -e/tkm (für 37 % Auslastung als Basis, im Modell variabilisiert)	GLEC (2025): „Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting; V3.1 edition, revised and updated“

Kostenseitig ist die Allokation zwischen Sendungsinhalt und Verpackung ebenfalls herausfordernd. Hier kommen die starren Preisstrukturen der KEP-Dienstleister erschwerend hinzu, die eine Variabilisierung ähnlich den Emissionen unmöglich machen. Der hohe Fokus auf das Sendungsgewicht und weite Spannen zwischen den Gewichtsklassen sorgen dafür, dass die Verpackung nur selten in der Praxis einen Unterschied macht. Dementgegen steht, dass es bei den KEP-Dienstleistern zu realen Ersparnissen kommt, wenn sie mehr Sendungen im selben Fahrzeug transportieren können, insbesondere im Hauptlauf. Diese potenzielle Ersparnis im Hauptlauf wurde modelliert, indem die realen Fahrkosten, bestehend aus fixem Fahrzeuganteil, Arbeitskosten und auslastungsbasiertem Verbrauch, berechnet und anschließend ins Verhältnis zum Verpackungskonzept mit der geringsten Auslastung gesetzt wurden.

Tabelle 7: Parameter zur Modellierung der Distributionskosten

Parameter	Wert	Quelle
Fixkosten (Summe Fahrzeug und Lohn)	61,56 ct. /km	Expertenschätzung
Variable Kosten (Verbrauch)	48,48 – 74,38 ct. /km	Expertenschätzung

Abschließend wird ein Faktor in Höhe von 0,5 angenommen, der symbolisch darstellt, welcher Anteil der Ersparnis potenziell in künftigen Verhandlungen mit den KEP an den Einzelhandel weitergereicht werden kann. Auf Sendungsebene wurde diese Ersparnis von den KEP-Preisen subtrahiert. Auf Verpackungsebene wurde verursacherbasiert von keinen direkten Kosten aus der Distribution ausgegangen, dementsprechend wird die Ersparnis negativ ausgewiesen.

Redistribution:

Die Redistribution hat zwei Aspekte. Für Einwegverpackungen fällt sie nur im Fall von Produkt-Retouren an. Bei Mehrwegverpackungen sowohl bei Produkt-Retouren als auch wenn die Kundinnen und Kunden den Sendungsinhalt behalten. Für den Fall einer Produkt-Retoure werden dieselben Emissionen und Kosten angenommen wie in der initialen Distribution.

Tabelle 8: Retourenquoten verschiedener Marktsegmente

Sektor	Retourenquote	Quelle
Mode	44,1 %	Universität Bamberg (2025): „Statistiken Retouren Deutschland – Definition“
Unterhaltungselektronik	13,7 %	Universität Bamberg (2025): „Statistiken Retouren Deutschland – Definition“
Bücher	8,1 %	Universität Bamberg (2025): „Statistiken Retouren Deutschland – Definition“

Bei der Redistribution der leeren Mehrwegverpackungen wird dieselbe Distanz wie in der initialen Distribution angenommen. Eine Berücksichtigung eines Volumeneffekts ist hier nicht nötig, da diese zumeist in zusammengefaltetem Zustand versendet werden und deswegen kaum Unterschied im Volumen besteht. Dementsprechend kann mit den generischen Emissionsfaktoren aus Tabelle 6 gerechnet werden. Für die Kosten wird der Versand als Warensendung/Frachtbrief als Grundlage genommen, wie auch von Herstellern wie heycircle beschrieben.

End-of-Life:

Im End-of-Life gibt es drei relevante Wege, wie Verpackungen entsorgt werden können: stoffliche Verwertung bzw. Recycling, energetische Verwertung bzw. Müllverbrennung oder Deponierung. Im Falle der stofflichen Verwertung werden nach Cut-Off-Ansatz keine weiteren Umweltwirkungen berücksichtigt, da diese bereits den verwendeten Rezyklaten in der Herstellung zugeschrieben wurden. Deponierung wird vernachlässigt, da sie in Deutschland keine Rolle mehr spielt: lediglich etwa 0,1 % der Papier-/Pappe- und Kunststoffabfälle werden deponiert. Dem gegenüber stehen etwa 34 % der Kunststoff- und 8,7 % Papier-/Pappe-Abfälle die energetisch verwertet werden. Für diese wurden Emissionen bilanziert.

Tabelle 9: Emissionsfaktoren der energetischen Verwertung verschiedener Materialien

Material	Emissionsfaktor	Quelle
Papier/Pappe	0,13 g CO ₂ -e/g	FEFCO (2022): „The carbon footprint of corrugated packaging 2021“ (End-of-Life Anteil)
LDPE	1,201 g CO ₂ -e/g	EU (2021): „Environmental effects of plastic waste recycling“
PP	1,211 g CO ₂ -e/g	EU (2021): „Environmental effects of plastic waste recycling“

Die Sammlung und Verwertung von Verpackungsabfällen werden in Deutschland von den dualen Systemen durchgeführt. Diese finanzieren sich einerseits durch Umsätze aus stofflicher und energetischer Verwertung und andererseits aus den Gebühren der Inverkehrbringer der Verpackungen, die diese im Rahmen der erweiterten Herstellerverantwortung zu entrichten haben. Da diese Gebühren die End-of-Life-Kosten sind, die beim Einzelhändler anfallen, werden sie als End-of-Life-Kosten angenommen.

Tabelle 10: Gebühren der dualen Systeme für verschiedene Abfallarten basierend auf dem Durchschnitt verschiedener Anbieter

Material	Gebühr
Papier/Pappe	0,22 €/kg
Kunststoffe	1,00 €/kg

Beispielartikel und geeignete Verpackungskonzepte:

Onlinehändler verkaufen heutzutage nahezu alles, was man sich vorstellen kann. Verschiedene Produkte stellen verschiedene Anforderungen an ihre Verpackung in Bezug auf Größe, Stabilität, Schutz, Sicherheit und Privatsphäre. Im Rahmen der Studie wurde ein Portfolio aus sechs Produkten der in Deutschland relevantesten Onlinehandel-Sektoren Mode, Unterhaltungselektronik und Druckerzeugnisse genauer betrachtet.

Tabelle 11: Eigenschaften der analysierten Beispielprodukte

Produkt	Maße	Flexibilität	Gewicht	Wert	Sensibilität
Buch	0,20 x 0,15 x 0,04 m	Starr	1,01 kg	Gering	Mittel
Pullover	0,25 x 0,25 x 0,05 m	Flexibel	0,60 kg	Mittel	Gering
Smartphone	0,17 x 0,09 x 0,03 m	Starr	0,35 kg	Hoch	Hoch
Tonie-Figur	0,10 x 0,05 x 0,05 m	Starr	0,10 kg	Gering	Mittel
Handtasche	0,33 x 0,21 x 0,14 m	Flexibel	0,50 kg	Hoch	Gering
Toaster	0,30 x 0,25 x 0,20 m	Starr	1,10 kg	Gering	Hoch

Dabei kommen aus diversen Gründen nicht alle auf dem Markt vertretenden Verpackungskonzepte für alle Produkte in Frage:

Tabelle 12: Eignung der Beispielprodukte für die Versandkonzepte

Produkt	Box, Einweg, Standard	Box, Einweg, optimiert	Versandtasche, Einweg, Pappe	Beutel, Einweg, Papier	Beutel, Einweg, Kunststoff	Beutel, Mehrweg, Kunststoff	Box, Mehrweg, Kunststoff	Versand in Produktverpackung
Buch	X	X	X	-	X	X	X	-
Pullover	X	X	X	X	X	X	X	-
Smartphone	X	X	X	-	-	-	X	-
Tonie-Figur	X	X	X	X	X	X	X	-
Handtasche	X	X	-	-	-	-	X	-
Toaster	X	X	-	X	X	X	X	X

Modellergebnisse

Die folgenden Tabellen listen die vollständigen Ergebnisse der Emissions- und Kostenmodellierung aller untersuchten Verpackungskonzepte und Produkte, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Lebenszyklusphasen.

Tabelle 13: Modellergebnisse für Emissionen (GWP, g CO₂-e) und Kosten (€) aus Verpackungsperspektive

		Toaster		Handtasche		Pullover		Buch		Smartphone		Tonie-Figur	
		GWP	Kosten	GWP	Kosten	GWP	Kosten	GWP	Kosten	GWP	Kosten	GWP	Kosten
Box, Einweg, Pappe, Standardgröße	Produktion	122,66	0,42	78,26	0,36	63,17	0,30	36,72	0,17	24,12	0,14	15,27	0,13
	Pack-Prozess	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,61	0,00	0,41
	Distribution	3,73	0,00	2,38	0,00	1,92	0,00	1,12	0,00	0,73	0,00	0,46	0,00
	Returns	0,51	0,00	1,05	0,00	0,85	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,06	0,00
	End-of-Life	44,17	0,07	28,18	0,05	22,75	0,04	13,22	0,02	8,64	0,01	5,50	0,01
	Gesamt	171,07	0,91	109,87	0,81	88,69	0,75	51,14	0,60	33,59	0,77	21,29	0,55
Box, Einweg, Pappe, größenoptimiert	Produktion	92,25	0,19	59,03	0,15	49,02	0,12	33,25	0,07	38,53	0,07	26,70	0,07
	Pack-Prozess	17,80	0,36	17,80	0,36	17,80	0,36	17,80	0,36	17,80	0,36	17,80	0,36
	Distribution	2,81	-0,02	1,80	-0,01	1,49	0,00	1,01	0,00	1,17	0,00	0,81	0,00
	Returns	0,38	0,00	0,79	0,00	0,66	0,00	0,08	0,00	0,16	0,00	0,11	0,00
	End-of-Life	33,22	0,06	21,26	0,04	17,65	0,03	11,97	0,02	13,87	0,02	9,62	0,02
	Gesamt	146,46	0,58	100,68	0,52	86,62	0,50	64,11	0,44	71,53	0,45	55,04	0,44
Versandtasche, Einweg, Pappe	Produktion	-	-	-	-	41,20	0,23	25,23	0,17	16,99	0,10	10,49	0,09
	Pack-Prozess	-	-	-	-	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25
	Distribution	-	-	-	-	1,25	0,00	0,77	0,00	0,51	0,00	0,32	0,00
	Returns	-	-	-	-	0,55	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00
	End-of-Life	-	-	-	-	14,84	0,03	9,08	0,02	6,07	0,01	3,78	0,01
	Gesamt	-	-	-	-	57,84	0,50	35,14	0,44	23,65	0,35	14,63	0,34
Beutel, Einweg, Papier	Produktion	20,70	0,28	-	-	8,28	0,16	-	-	-	-	1,38	0,03
	Pack-Prozess	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25	-	-	-	-	0,00	0,25
	Distribution	0,54	-0,02	-	-	0,22	0,00	-	-	-	-	0,04	0,00
	Returns	0,07	0,00	-	-	0,10	0,00	-	-	-	-	0,00	0,00
	End-of-Life	6,39	0,01	-	-	2,56	0,00	-	-	-	-	0,43	0,00
	Gesamt	27,70	0,52	-	-	11,15	0,41	-	-	-	-	1,85	0,27
Beutel, Einweg, Kunststoff (LDPE)	Produktion	54,15	0,38	-	-	10,83	0,09	10,97	0,13	-	-	1,80	0,02
	Pack-Prozess	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25
	Distribution	0,65	-0,02	-	-	0,13	0,00	0,13	0,00	-	-	0,02	0,00
	Returns	0,09	0,00	-	-	0,06	0,00	0,01	0,00	-	-	0,00	0,00
	End-of-Life	12,07	0,04	-	-	4,83	0,01	2,45	0,01	-	-	0,80	0,00
	Gesamt	66,96	0,64	-	-	15,84	0,34	13,56	0,38	-	-	2,63	0,26
Beutel, Mehrweg, Kunststoff (PP)	Produktion	13,99	0,10	-	-	5,60	0,06	2,84	0,03	-	-	0,93	0,01
	Pack-Prozess	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25
	Distribution	1,40	-0,02	-	-	0,56	0,00	0,28	0,00	-	-	0,09	0,00
	Returns	14,45	1,00	-	-	3,94	0,65	3,10	1,07	-	-	0,96	1,00
	End-of-Life	5,25	0,01	-	-	2,10	0,01	1,06	0,00	-	-	0,35	0,00
	Gesamt	35,10	1,34	-	-	12,20	0,96	7,28	1,35	-	-	2,34	1,26
Box, Mehrweg, Kunststoff (PP)	Produktion	18,93	0,38	14,83	0,34	8,95	0,30	4,50	0,21	3,41	0,12	2,32	0,11
	Pack-Prozess	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,61	0,00	0,41
	Distribution	4,73	0,00	3,71	0,00	2,24	0,00	1,13	0,00	0,63	0,00	0,58	0,00
	Returns	48,89	1,61	26,10	1,05	15,76	1,05	12,31	1,72	6,25	1,61	6,00	1,61
	End-of-Life	7,10	0,02	5,56	0,01	3,36	0,01	1,69	0,00	0,92	0,00	0,87	0,00
	Gesamt	79,65	2,42	50,20	1,81	30,31	1,76	19,63	2,34	11,22	2,34	9,77	2,13

Tabelle 14: Modellergebnisse für Emissionen (GWP, g CO₂-e) und Kosten (€) aus Sendungsperspektive

		Toaster		Handtasche		Pullover		Buch		Smartphone		Tonie-Figur	
		GWP	Kosten										
Box, Einweg, Papppe, Standardgröße	Produktion	122,66	0,42	78,26	0,36	63,17	0,28	36,72	0,17	24,12	0,14	15,27	0,13
	Pack-Prozess	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,61	0,00	0,41
	Distribution	348,53	3,99	314,96	3,99	283,77	3,99	281,52	3,99	268,15	3,99	265,64	3,99
	Returns	47,68	0,55	138,90	1,76	125,14	1,76	22,75	0,32	36,68	0,55	36,34	0,55
	End-of-Life	44,17	0,07	28,18	0,05	22,75	0,04	13,22	0,02	8,64	0,01	5,50	0,01
	Gesamt	563,03	5,44	560,30	6,56	494,83	6,48	354,21	4,92	337,59	5,30	322,74	5,08
Box, Einweg, Papppe, größentyp-tiniert	Produktion	92,25	0,19	59,03	0,15	49,02	0,12	33,25	0,07	38,53	0,07	26,70	0,07
	Pack-Prozess	17,80	0,36	17,80	0,36	17,80	0,18	17,80	0,36	17,80	0,36	17,80	0,36
	Distribution	321,24	3,97	297,32	3,98	279,55	3,99	281,34	3,99	271,43	3,99	269,42	3,99
	Returns	43,95	0,54	131,12	1,75	123,28	1,76	22,73	0,32	37,13	0,55	36,86	0,55
	End-of-Life	33,22	0,06	21,26	0,04	17,65	0,03	11,97	0,02	13,87	0,02	9,62	0,02
	Gesamt	508,46	5,12	526,53	6,27	487,29	6,08	367,09	4,76	378,76	4,98	360,39	4,97
Versandtasche, Einweg, Papppe	Produktion	-	-	-	-	41,20	0,21	25,23	0,17	16,99	0,10	10,49	0,09
	Pack-Prozess	-	-	-	-	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25
	Distribution	-	-	-	-	283,10	3,99	280,91	3,99	267,77	3,99	265,49	3,99
	Returns	-	-	-	-	124,85	1,76	22,70	0,32	36,63	0,55	36,32	0,55
	End-of-Life	-	-	-	-	14,84	0,03	9,08	0,02	6,07	0,01	3,78	0,01
	Gesamt	-	-	-	-	463,98	6,23	337,92	4,75	327,46	4,89	316,09	4,87
Beutel, Einweg, Papier	Produktion	20,70	0,28	-	-	8,28	0,16	-	-	-	-	1,38	0,03
	Pack-Prozess	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25	-	-	-	-	0,00	0,25
	Distribution	316,31	3,97	-	-	276,02	3,99	-	-	-	-	264,05	3,99
	Returns	43,27	0,54	-	-	121,72	1,76	-	-	-	-	36,12	0,55
	End-of-Life	6,39	0,01	-	-	2,56	0,00	-	-	-	-	0,43	0,00
	Gesamt	386,66	5,06	-	-	408,57	6,16	-	-	-	-	301,98	4,81
Beutel, Einweg, Kunststoff (LDPE)	Produktion	54,15	0,38	-	-	10,83	0,09	10,97	0,13	-	-	1,80	0,02
	Pack-Prozess	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25
	Distribution	316,41	3,97	-	-	275,93	3,99	279,80	3,99	-	-	264,02	3,99
	Returns	43,29	0,54	-	-	121,68	1,76	22,61	0,32	-	-	36,12	0,55
	End-of-Life	12,07	0,04	-	-	4,83	0,01	2,45	0,01	-	-	0,80	0,00
	Gesamt	425,92	5,18	-	-	413,27	6,09	315,83	4,69	-	-	302,75	4,80
Beutel, Mehrweg, Kunststoff (PP)	Produktion	13,99	0,10	-	-	5,60	0,06	2,84	0,03	-	-	0,93	0,01
	Pack-Prozess	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25	0,00	0,25	-	-	0,00	0,25
	Distribution	317,17	3,97	-	-	276,36	3,99	280,06	3,99	-	-	264,15	3,99
	Returns	57,65	1,54	-	-	125,57	2,41	25,71	1,39	-	-	37,09	1,55
	End-of-Life	5,25	0,01	-	-	2,10	0,01	1,06	0,00	-	-	0,35	0,00
	Gesamt	394,06	5,88	-	-	409,63	6,71	309,67	5,66	-	-	302,52	5,79
Box, Mehrweg, Kunststoff (PP)	Produktion	18,93	0,38	14,83	0,34	8,95	0,30	4,50	0,21	3,41	0,12	2,32	0,11
	Pack-Prozess	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,61	0,00	0,41
	Distribution	349,53	3,99	316,29	3,99	284,09	3,99	281,54	3,99	267,98	3,99	265,76	3,99
	Returns	96,05	2,16	163,95	2,80	140,06	2,80	34,97	2,04	42,83	2,16	42,27	2,16
	End-of-Life	7,10	0,02	5,56	0,01	3,36	0,01	1,69	0,00	0,92	0,00	0,87	0,00
	Gesamt	471,62	6,96	500,63	7,56	436,46	7,51	322,70	6,65	315,14	6,88	311,23	6,67

Impressum

BVL⁷

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

Schlachte 31
28195 Bremen

info@bvl.de
www.bvl.de

4FLOW

4flow SE

Hallerstr. 1
10587 Berlin

kontakt@4flow.com
www.4flow.com

Kontakt



Lennart Brüggemann-von Ackern

Sprecher des Themenkreises E-Commerce der
BVL und Partner 4flow

L.Brueggemann@4flow.com



Anne Suhling

Head of Event Content Strategy & Research, BVL

suhling@BVL.de