

CustomLCA

Ökobilanz von Versandhüllen für Zeitschriften

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Ökonomie und Innovation, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer

Carbotech AG

Verfasser/Autoren

Fredy Dinkel, Gavin Roberts und Mischa Zschokke, Carbotech AG, 4052 Basel

Externes Review

Dr. Frank Werner, Werner Umwelt & Entwicklung, Zürich

Begleitung BAFU

Peter Gerber, Sektion Konsum und Produkte

Interne Referenz: 287.70

Basel, Februar 2021

—

Dieser Bericht wurde von der Carbotech AG mit Sorgfalt erarbeitet unter Verwendung aller uns zur Verfügung stehenden, aktuellen und angemessenen Hilfsmittel und Grundlagen, dies im Rahmen der vertraglichen Abmachung mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der Vereinbarung bezüglich eingesetzter Ressourcen. Zu beachten ist, dass die Grundlagedaten und die Bewertungsmethode, auf welcher dieser Bericht basiert, können ändern. Danach sind die Schlussfolgerungen nicht mehr uneingeschränkt gültig. Aus dem Inhalt dieses Berichtes hervorgehende Veröffentlichungen, welche Resultate und Schlussfolgerungen daraus nur teilweise und nicht im Sinne des Gesamtberichtes darstellen, sind nicht erlaubt. Insbesondere dürfen solche Veröffentlichungen diesen Bericht nicht als Quelle angeben oder es darf nicht anderweitig eine Verbindung mit diesem Bericht oder der Carbotech AG hergestellt werden können.

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage und Auftrag	6
2 Vorgehen und Methodik	6
2.1 Anforderungen an die Ökobilanzierung	7
2.2 Vorgehen bei der Ökobilanzierung	7
3 Zielsetzung und Rahmenbedingungen	9
3.1 Fragestellungen	9
3.2 Externes Review	9
3.3 Anwendung und Zielgruppe der Studie	9
3.4 Betrachtete Versandhüllen und Zeitschriften	10
3.5 Betrachtete Verwertungsszenarien	10
3.6 Vergleichsbasis, die „funktionelle Einheit“	11
3.7 Systemgrenzen	11
3.8 Allokation	12
3.9 Sensitivitätsanalysen	13
3.10 Sachbilanz	13
3.10.1 Vordergrunddaten	13
3.10.2 Annahmen	15
3.11 Bewertung der Umweltbelastungen (Wirkbilanz)	15
3.12 Grenzen der vorliegenden Untersuchung	17
3.12.1 Inhaltlich	17
3.12.2 Methodisch	17
4 Resultate	18
4.1 Zeitschriften	18
4.2 Verpackungen	20
4.2.1 Vergleich Zeitschriften und Versandhüllen	21
4.3 Sensitivität Entsorgung LDPE-Folie	22
4.4 Sensitivität Beschädigungen	24
5 Diskussion und Schlussfolgerung	29
6 Literatur	30
Anhang	31
A1.1 Vergleich Autofahrt / Rindfleisch	31
A1.2 Grafiken weitere Bewertungsmethoden	32

Zusammenfassung

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) erhält immer wieder Anfragen bezüglich der Umweltauswirkungen von Versandhüllen für Zeitschriften, da diese als unnötige Umweltbelastungen wahrgenommen werden. Aus diesem Grund wurden im Auftrag des BAFU die Umweltauswirkungen von Zeitschriften mit unterschiedlichen Schutzhüllen mit der Methode der Lebenszyklusanalyse (LCA) untersucht. Damit sollten einerseits die Umweltauswirkungen der verschiedenen Schutzhüllen bestimmt und andererseits abgeklärt werden, ob deren ökologischer Nutzen oder deren Belastungen höher sind. Zu diesem Zweck wurden drei Zeitschrifttypen sowie sechs unterschiedliche Versandhüllen betrachtet. Als Bewertungsmethoden wurden die Methode der ökologischen Knappheit 2013, die Klimabewertung nach IPCC 2013 sowie IMPACT 2002+ verwendet.

Unter Berücksichtigung der Herstellung, Auslieferung sowie Verwertung / Entsorgung konnte gezeigt werden, dass die Umweltauswirkungen der jeweiligen Zeitschriften ein Vielfaches grösser sind, als die Umweltauswirkung der untersuchten Schutzhüllen. Die beste Umweltbilanz weist eine biogene Folie aus dem Reststoff Kartoffelschalen aus, gefolgt von der aus fossilen Rohstoffen hergestellten LDPE-Folie sowie dem Recyclingpapier-Couverts. Die ganzseitige Papierbanderole und die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellte und kompostierbare PLA-Folie liegen im Mittelfeld, während die schlechteste Umweltbilanz, aufgrund des relativ hohen Gewichtes, das Frischfaserpapier-Couvert aufweist. Wird die LDPE-Folie recycelt, erreicht auch eine LDPE-Folie ähnliche Werte wie die biogene Folie aus Kartoffelschalen. Beim Fokus auf das Klima verursacht das Recyclingpapier-Couvert die geringsten Belastungen, gefolgt von der biogenen Folie aus Kartoffelschalen. Im Mittelfeld liegen die Folien aus LDPE und PLA sowie die Papierbanderole und mit einer etwas höheren Belastung das Papiercouvert.

Die wichtigste Funktion einer Versandhülle ist der Schutz des Inhalts vor Beschädigung. Anhand einer Sensitivitätsanalyse wurde untersucht, ab welcher Reduktion des Anteils der Zeitschriften – die aufgrund Beschädigung noch einmal gedruckt, ausgeliefert und entsorgt werden müssen – die Umweltauswirkung der jeweiligen Versandhüllen kompensiert wird. Je aufwändiger die Zeitschrift in der Produktion ist, desto eher wird dieser ökologische Kippunkt erreicht. So genügt bei einem hochwertigen Magazin bereits eine Reduktion der Beschädigungen um 0.6 Prozentpunkte, damit die ökologisch vorteilhafteste Hülle einen höheren ökologischen Nutzen als Belastung aufweist. Für eine einfache Zeitschrift liegt dieser Wert bei 2 Prozentpunkten für die optimale Hülle und bei 10 Prozentpunkten für eine aufwändige Verpackung.

Aus den Resultaten lassen sich zwei Schlüsse ziehen. Die Versandhüllen haben eine sehr geringe Relevanz. Das gilt sowohl absolut wie auch relativ zur Herstellung der Zeitschriften. Bei einer monatlichen Zeitschrift entspricht die Herstellung und Verwertung der 12 Versandhüllen pro Abonnenten einer Autofahrt von 300 m bis 1.1 km (vgl. Anhang A1.1). Die eigentliche Zeitschriftenherstellung – und dabei insbesondere die Auswahl der Papierherkunft und -gewicht – hat einen Vielfach grösseren Einfluss auf die Umweltbelastung als die Wahl der Versandhülle. Da keine Untersuchungen dazu gefunden wurden, wie hoch die Anzahl beschädigter Exemplare mit und ohne Versandhülle ist, kann deren ökologischer Nutzen nur geschätzt werden. Voraussichtlich lassen sich die Versandhüllen, alleine mit dem Argument des Schutzes der Zeitschriften, ökologisch kaum oder nur für hochwertige Magazine rechtfertigen. Die dazu notwendige Reduktion der Beschädigungen dürfte höher liegen als die tatsächliche Anzahl an Beschädigungen während des Versands. Jedoch gibt es voraussichtlich weitere Gründe warum Verlage Schutzhüllen einsetzen.

Glossar und Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt der Schweiz
Cut-off Ansatz	Methode zur Zuordnung der Umweltauswirkungen (Allokation) beim Recycling auf die Produkte die ins Recycling gelangen zu den Rezyklaten. Beim Cut-off Ansatz endet der Lebensweg des ersten Produktes im Moment der Sammlung (Cut-Off) alle weiteren Aufwände ab Sammlung werden dem Rezyklat belastet. Es erfolgt keine Gutschrift für den Ersatz von Primärmaterial.
Ecoinvent	Internationale Datenbank mit tausenden von Ökoinventaren
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
Funktionelle Einheit	Bezugsgrösse, auf die sich ein Vergleich oder eine Analyse bezieht. Widerspiegelt die Funktion des Produktes.
GWP	Global Warming Potential: Treibhausgaspotential
Impact 2002+	Die IMPACT 2002+ Methode ist eine wirkungsorientierte Bewertungsmethode, welche die Umweltwirkungen in vier Schadenskategorien aggregiert und diese anschliessend zu einer Kennzahl gewichtet.
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change: UN Gremium, welches sich mit der Klimaveränderung befasst.
ISO 14'040 ff	ISO Normen über die Erstellung von Ökobilanzen
LCA	Life Cycle Assessment: Ökobilanz oder Lebenszyklusanalyse
LDPE	Low Density Polyethylen: Kunststoff der im Allgemeinen aus fossilen Rohstoffen hergestellt wird. Eine Hauptanwendung sind Folien.
LWC Papier	Papier (light weight coated) sind holzhaltige gestrichene Papiere, welche überwiegend für hochwertige Magazine und Zeitungsbeilagen sowie Kataloge verwendet werden. Die Grammatur liegt typischerweise zwischen 40 und 80 g/m ² .
Methode der ökologischen Knappheit 2013	Totalaggregierende Bewertungsmethode, basierend auf umweltpolitischen Zielsetzungen. Ergebnis: Umweltbelastungspunkte (UBP). Als Gewichtungsfaktor der Auswirkungen wird die ökologische Knappheit verwendet: Verhältnis aktuelle Emissionsfracht in der Schweiz zur maximal tolerablen Fracht (kritische Fracht). (BUWAL 1990 bzw. Braunschweig et al. 1993, aktualisiert im Auftrag des BAFU: 1997, 2006, 2013).
MöK 2013	Methode der ökologischen Knappheit, Version aus dem Jahre 2013
Ökoinventar	Enthält sämtliche umweltrelevanten, quantitativen Angaben eines Produktes, Prozesses oder einer Dienstleistung in Form von Inputs und Outputs.
PLA	Poly Lactic Acid: Ein Kunststoff, der aus der Maispflanze hergestellt wird (biogen).
Sachbilanz	Darstellung von Stoffflüssen und Energieverbräuchen in physikalischen Grössen
UBP	Umweltbelastungspunkt ist die Einheit, in der die Resultate der Berechnungen mit der Methode der ökologischen Knappheit angegeben werden.
Umweltbelastungspunkt	UBP: siehe Methode der ökologischen Knappheit
UVEK 2018	Ökobilanzdatenbank, welche auf ecoinvent v2.2 basiert und für die Situation der Schweiz aktualisiert und angepasst wurde.
Wirkbilanz	Im Rahmen der Wirkbilanz werden die Ergebnisse der Sachbilanz hinsichtlich bestimmter Wirkungen auf die Umwelt, wie z. B. Treibhaus- oder Ozonbildungspotential, beurteilt. Dies geschieht mit Gewichtungsfaktoren als Bestandteil eines Gewichtungsmodells.
Wirkung	Auswirkung durch Emissionen oder die Nutzung von Ressourcen auf die Umwelt

1 Ausgangslage und Auftrag

Das BAFU erhält immer wieder Anfragen bezüglich der Umweltauswirkungen von Versandhüllen für Zeitschriften, da diese als unnötige Umweltbelastung wahrgenommen werden. Auch auf politischer Ebene (Ip. 19.3161; Frage 14.5120) werden Plastikhüllen von Zeitschriften und Druckerzeugnissen zunehmend in Frage gestellt. Auf der anderen Seite erfüllen diese eine Reihe an Aufgaben wie die Verschlussbarkeit für den Transport, die Wetterbeständigkeit, die Reissfestigkeit sowie die Information über den Inhalt. Insbesondere die Schutzfunktion ist dabei von ökologischem Interesse, da dadurch potenziell weniger Magazine aufgrund Beschädigung ersetzt werden müssen. Um die Anfragen der Bevölkerung fundiert beantworten zu können, wurden auf Anfrage des BAFU im Rahmen einer Ökobilanzstudie die Umweltauswirkungen von Schutz- und Versandhüllen von Magazinen ermittelt.

Das Ziel dieser Studie besteht darin, verschiedene Arten üblicher Versandverpackungen zu vergleichen und zu ermitteln, welche Art der Verpackung aus ökologischer Sicht am sinnvollsten ist bzw. ob allenfalls der Verzicht auf eine Verpackung zu empfehlen wäre. Dazu wird analysiert, in welcher Grössenordnung die Umweltbelastung der jeweiligen Versandverpackungen im Vergleich zur Umweltbelastung der Zeitschriften selbst und deren Auslieferung steht. Davon ausgehend wird berechnet, wie gross der Nutzen durch die Schutzfunktion einer Verpackung sein muss, damit der zusätzliche Aufwand dieser Verpackung durch eine Reduktion der Auflagenzahl kompensiert werden kann.

2 Vorgehen und Methodik

Heute besteht Konsens darüber, dass die Lebenszyklusanalyse, oder Ökobilanz, die umfassendste und aussagekräftigste Methode ist, um die Umweltauswirkungen von Produkten und Systemen zu beurteilen. Daher wird diese Methode verwendet, um die Umweltauswirkungen der betrachteten Produkte zu eruieren.

In diesem Kapitel werden die verwendete Methode, das Vorgehen sowie die verwendeten Daten und die getroffenen Annahmen beschrieben.

2.1 Anforderungen an die Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung oder Lebenszyklusanalyse („Life Cycle Assessment“, LCA) ist eine Methode, um die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf die Umwelt zu erfassen, zu beurteilen und daraus Optimierungspotentiale abzuleiten. Aufgrund der Komplexität der Natur und des globalen Wirtschaftssystems reicht es nicht, nur einzelne Problemstoffe oder lokale Auswirkungen zu betrachten. Aus dem Anspruch an eine umfassende Bewertung ergeben sich die folgenden Anforderungen an die Methode:

- Möglichst umfassende Berücksichtigung der verschiedenen Umweltauswirkungen
- Berücksichtigung des gesamten Lebensweges
- Quantifizierung der Umweltauswirkungen
- Bewertung der verschiedenen Auswirkungen als Basis für Entscheidungen
- Wissenschaftliche Abstützung, um eine hohe Zuverlässigkeit und Akzeptanz zu erreichen

Die Ökobilanzierung ist die Methode, welche heute diese Anforderungen am besten erfüllt.

Die Ergebnisse der Ökobilanz können eingesetzt werden:

- als Entscheidungshilfen bei verschiedenen Varianten
- zur Erfassung der relevanten Auswirkungen
- in der strategischen Planung zur Ermittlung von Optimierungspotentialen
- zur Ermittlung der wesentlichen Einflussfaktoren
- zur Beurteilung von Massnahmen
- zur Ableitung von Handlungsempfehlungen

Im Rahmen dieser Studie wird die Ökobilanz primär als Entscheidungshilfe verwendet. Zudem wird mit dieser Analyse auch aufgezeigt, welches die relevanten Umweltauswirkungen sind.

2.2 Vorgehen bei der Ökobilanzierung

Nachdem die Fragestellung und die zu untersuchenden Systeme definiert sind, werden die Waren-, Stoff- und Energieflüsse sowie der Ressourcenbedarf erfasst. Anschliessend werden die Auswirkungen auf die Umwelt mit Hilfe von gewählten Indikatoren, welche diese Wirkungen beschreiben, bestimmt. Mit dem Ziel, die Ergebnisse mit einer Kennzahl auszudrücken und damit die Auswertung zu ermöglichen oder zumindest zu erleichtern, kann eine Bewertung der verschiedenen Umweltauswirkungen durch eine entsprechende Gewichtung erfolgen.

Nach ISO 14040/44 (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006) umfasst eine Ökobilanz die folgenden Schritte:

- Festlegen der Zielsetzungen und Rahmenbedingungen, wie z. B. der Systemgrenzen
- Erfassen der relevanten Stoff- und Energieströme sowie des Ressourcenbedarfs (Sachbilanz)
- Bestimmen der Auswirkungen auf die Umwelt mit ausgewählten Indikatoren (Wirkbilanz)
- Interpretation der Umweltauswirkungen aufgrund der Zielsetzungen (Bewertung)
- Anwendung der Erkenntnisse, z. B. für Optimierungen, Massnahmen oder die Kommunikation

Wie Abbildung 1 zeigt, ist dies kein linearer Prozess, sondern ein interaktiver Erkenntnis- und Optimierungsprozess.

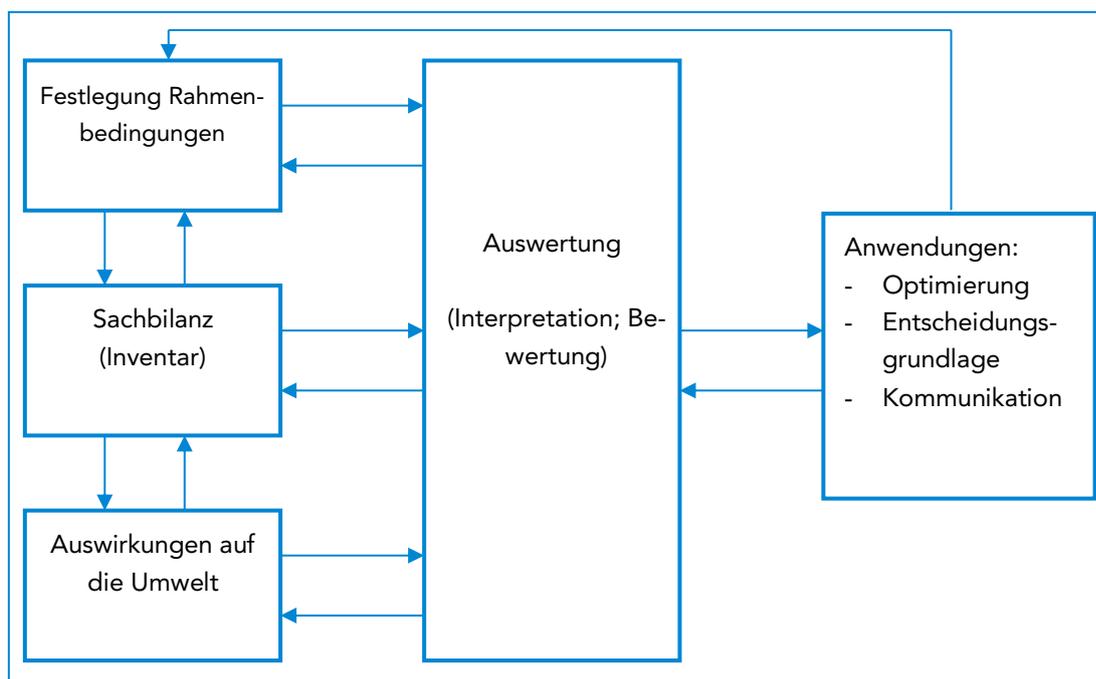


Abbildung 1: Schritte einer Ökobilanz nach ISO 14040/44

Die vorliegende Studie richtet sich weitgehend nach der Norm ISO 14040; das Vorgehen entspricht in den wesentlichen Aspekten deren Anforderungen. In gewissen Punkten – wie der Verwendung von gesamt-aggregierenden Methoden – geht die vorliegende Studie jedoch über die Norm hinaus. Die folgende Abbildung 2 zeigt eine schematische Darstellung der relevanten Schritte einer Ökobilanz.

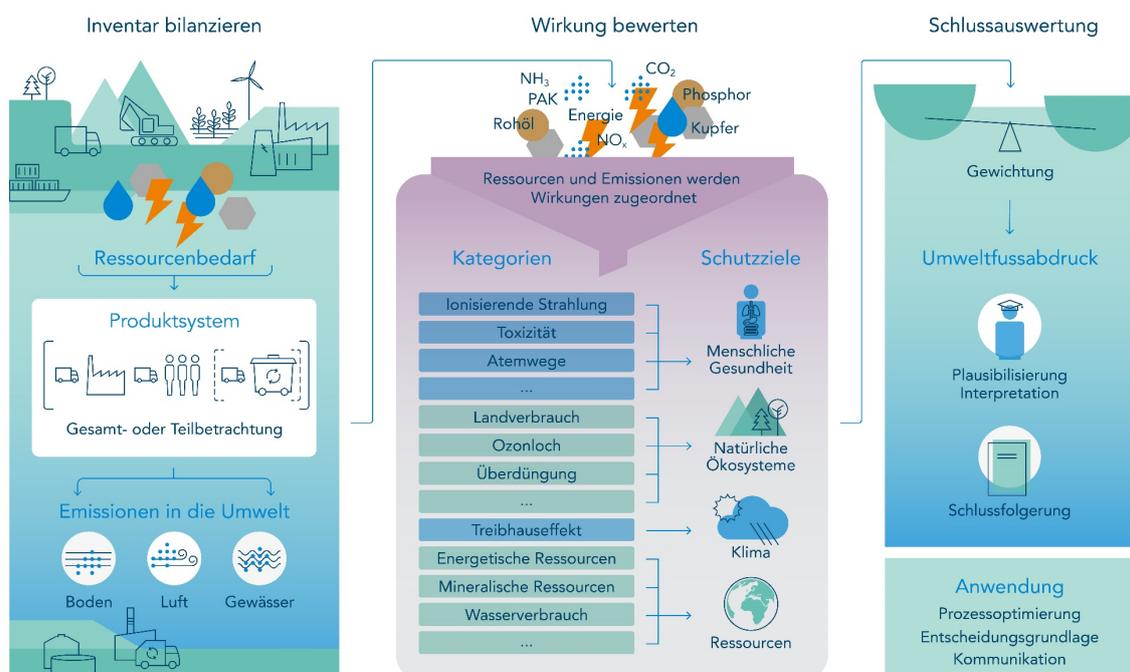


Abbildung 2: Vorgehen bei der Erstellung einer Ökobilanz

3 Zielsetzung und Rahmenbedingungen

Die Definition der zu untersuchenden und vergleichenden Systeme hängt von der Zielsetzung bzw. Fragestellung ab. Daraus ergeben sich unterschiedliche Rahmenbedingungen und Systemgrenzen. Die Systemgrenzen definieren, welche Prozesse und vorgelagerten Prozesse berücksichtigt werden. Dabei müssen der zeitliche und geographische Rahmen der verwendeten Daten sowie die zu untersuchenden Umweltauswirkungen festgelegt werden.

3.1 Fragestellungen

Das Ziel dieser Studie ist die ökologische Beurteilung von Versandhüllen in dreifacher Hinsicht:

- **Umweltauswirkungen**
Aus den Umweltauswirkungen der verschiedenen Versandhüllen kann abgeleitet werden, welche Versandhülle aus ökologischer Sicht zu empfehlen ist.
- **Relevanz**
Es soll quantifiziert werden, in welchem Verhältnis die Umweltbelastung der Versandhüllen zur Umweltbelastung von Zeitschriften und deren Versand steht. Damit soll die Frage geklärt werden, ob die Produktion und Entsorgung der Verpackungen tatsächlich signifikant geringer ist als die entsprechende Herstellung und Entsorgung des zu schützenden Gutes.
- **Nutzen**
Falls, wie zu erwarten, die ökologische Belastung der Verpackung wesentlich geringer als die ökologische Belastung der Zeitschriften ist, soll beurteilt werden, wie gross die Schutzfunktion der Verpackungen sein muss, damit es zu einem ökologischen Nullsummenspiel kommt. In anderen Worten, wie stark muss die Anzahl an Beschädigungen von Zeitschriften durch den Einsatz einer Verpackung zurückgehen, damit sich der Einsatz dieser Verpackung aus ökologischer Sicht lohnt.

Um diese Fragen beantworten zu können, wurden verschiedene, typische Verpackungsvarianten untersucht. Die Zeitschriften wurden am Beispiel von drei exemplarischen Zeitschrifttypen modelliert.

3.2 Externes Review

Die Studie wurde einem Critical Review unterzogen. Das Reviewverfahren wurde studienbegleitend durchgeführt.

Als Gutachter wurde Dr. Frank Werner – selbständiger Experte für Produktökobilanzen, Stoffflussanalysen und betriebliches Umweltmanagement – beigezogen.

3.3 Anwendung und Zielgruppe der Studie

Die Studie richtet sich in erster Linie an den Auftraggeber. Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Studie sollen zudem einen sachorientierten Dialog über die ökologische Bewertung der untersuchten Zeitschriftverpackungen, ausgehend von einer aktuellen Datengrundlage, fördern. Eine weitere Zielgruppe ist daher auch die interessierte Öffentlichkeit.

3.4 Betrachtete Versandhüllen und Zeitschriften

In Absprache mit dem Auftraggeber wurden drei unterschiedliche Zeitschrifttypen mit jeweils unterschiedlichen Anforderungen an die Schutzfunktion betrachtet.

Einfache Zeitschrift

Beispiele: Migros-Magazin, Coopzeitung

Diese Zeitschriften werden häufig gratis verteilt. Entsprechend ist die Beschädigungstoleranz beim Empfänger hoch, weshalb tendenziell auf eine Verpackung verzichtet wird. Das verwendete Papier hat eine tiefe Grammatik und ist teilweise aus Altpapier hergestellt.

Durchschnittliche Zeitschrift

Beispiele: K-Tipp, umwelt (BAFU), Saiten

Diese Zeitschriften werden typischerweise nur an Abonnenten versandt. Das verwendete Papier ist entsprechend hochwertiger und hat eine mittlere Grammatik. Diese Zeitschriften werden zum grössten Teil verpackt ausgeliefert.

Hochqualitative Zeitschrift

Beispiele: Reportagen, DU, Avenue

Diese Zeitschriften werden auf hochwertigem Papier mit hoher Grammatik gedruckt. Zusammen mit dem anspruchsvollen Inhalt, dem langsamen Veröffentlichungszyklus (typischerweise monatlich oder seltener) und dem entsprechend hohen Preis pro Ausgabe, ist die Beschädigungstoleranz beim Abonnenten äusserst gering. Aus diesem Grund werden diese Zeitschriften grundsätzlich nur verpackt ausgeliefert.

Um eine einfachere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden die verschiedenen Zeitschrifttypen im Format A4 mit jeweils 100 Inhaltseiten modelliert.

Als Versandhüllen wurden folgende Varianten betrachtet:

- Keine Verpackung
- Papierbanderole (über die ganze Seite)
- LDPE-Verpackung (Polyethylen-Folie aus fossilen Rohstoffen)
- PLA-Schutzhülle (biologisch abbaubarer Kunststoff aus Mais)
- Kunststofffolie aus Kartoffelschalen
- Papier-Couvert
- Recyclingpapier-Couvert (hergestellt in der Schweiz)

3.5 Betrachtete Verwertungsszenarien

Für die Zeitschriften wurde angenommen, dass diese zu 80 % via Altpapiersammlung entsorgt und recycelt werden. Ebenso wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass die Papierbanderolen und das Papier-Couvert zu demselben Anteil ins Altpapierrecycling gehen. Die restlichen 20 % der Papiermenge gehen in die KVA. Die Versandhüllen aus Kunststoffen werden hingegen zu 100 % über den Haushaltskehrriech in der KVA entsorgt. In Kapitel 4.3 werden die Resultate der Szenarienrechnungen bezüglich dem Recycling der PE-Folien gezeigt.

3.6 Vergleichsbasis, die „funktionelle Einheit“

Die Bewertung eines Produktes oder Prozesses muss immer relativ zu Alternativen erfolgen, welche denselben Nutzen erbringen bzw. dieselbe Funktion erfüllen. Die Grösse, auf welche sich der Vergleich bezieht, wird als funktionelle Einheit bezeichnet.

Um den Einfluss der Schutzhüllen auf die Reduktion der Auflagenzahl bewerten zu können, wurde als funktionelle Einheit **eine in einem akzeptablen Zustand ausgelieferte Zeitschrift** gewählt.

Es wurde bewusst darauf verzichtet, die durch die Schutzfunktion der Verpackung vermiedene Anzahl an Zeitschriften als Gutschrift zu berücksichtigen. Vielmehr wurde umgekehrt berücksichtigt, dass für jedes unbeschädigt ausgelieferte Magazin, ein gewisser Prozentsatz an beschädigten Zeitschriften hergestellt und ausgeliefert werden muss. Diese zusätzliche Anzahl an Zeitschriften wurde berechnet und anteilmässig zur funktionellen Einheit dazugerechnet.

3.7 Systemgrenzen

Die Ökobilanz betrachtet die ökologischen Auswirkungen und Einsparungen „von der Wiege bis zur Bahre“, also von der Extraktion der Rohstoffe über deren Verarbeitung bis zur finalen Entsorgung. Entsprechend des Ökobilanzansatzes werden soweit möglich alle umweltrelevanten Prozesse über den gesamten Lebensweg erfasst und bewertet. Je nach Fragestellung kann es sinnvoll sein, das System zu vereinfachen, indem etwa bei einem Vergleich identische Teile nicht bilanziert werden. Abbildung 3 zeigt die berücksichtigten Prozesse. Der Prozess Herstellung Zeitschrift beinhaltet auch das Bedrucken des Papiers. Nicht dargestellt, aber berücksichtigt, wurden jeweils auch alle vorgelagerten Prozessstufen, wie z. B. die Herstellung der Hilfsstoffe oder die Bereitstellung der Energieträger.

Nicht berücksichtigt wurde insbesondere die Nutzungsphase der Zeitschriften. Diese ist unabhängig von der Art der Verpackung. Ebenfalls wurde nicht betrachtet, ob eine verpackte Zeitschrift allenfalls seltener rezykliert wird als eine unverpackte Zeitschrift, welche als Ganzes ins Recycling gegeben werden kann.

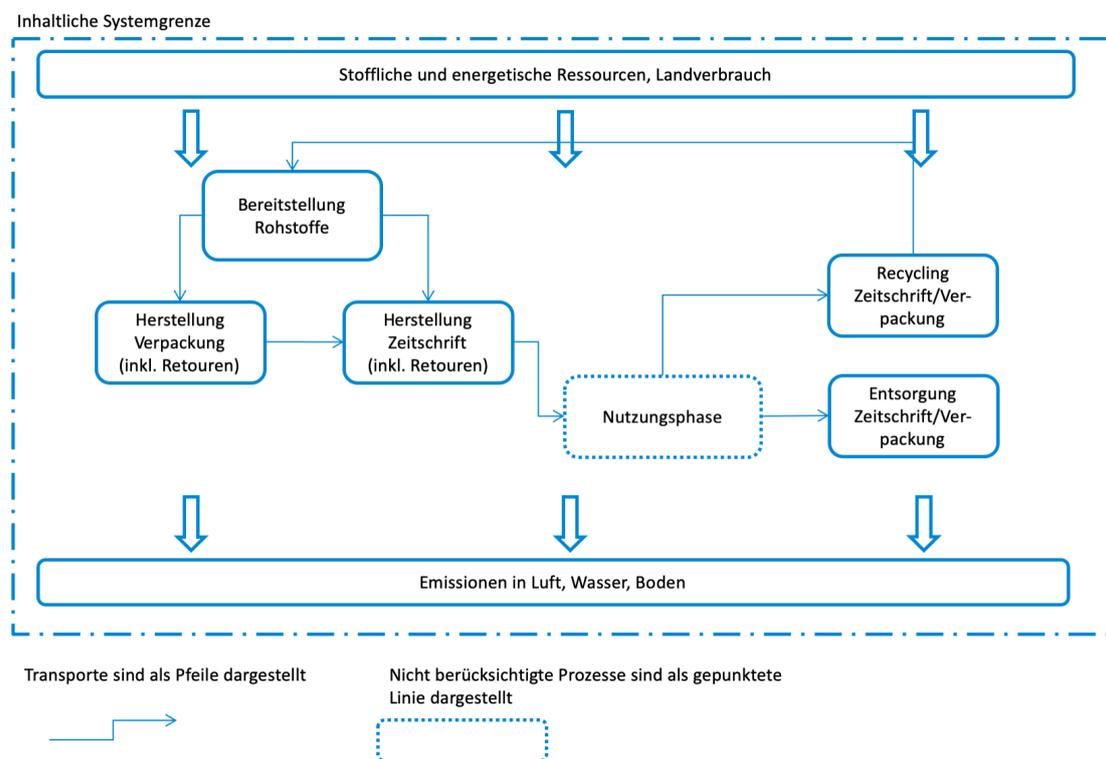


Abbildung 3: Schematische Darstellung der berücksichtigten Prozesse

3.8 Allokation

In dieser Studie wurde für Recyclingmaterialien der Cut-off oder Recycled Content Ansatz verwendet. Dieser Allokationsansatz macht eine klare Trennung im Recyclingzyklus am Punkt, an dem ein Material am Ende seiner Gebrauchsphase dem Recycling zugeführt wird. Alle kommenden Aufwände, wie Sammlung, Sortierung und Rezyklierung, werden dem Recyclingprodukt zugeschrieben. Dies bedeutet, dass der Aufwand für die finale Entsorgung von Materialien, die rezykliert werden, demjenigen angerechnet werden, der diese Materialien rezykliert. Bei der Produktion werden die Aufwände zur Bereitstellung von Rezyklat bzw. Neumaterial anteilmässig berücksichtigt.

Dieser Ansatz «belohnt» den Einsatz von Rezyklat in Produkten wie auch die Verwertung der Produkte, was vor allem bei Materialien mit einer relevanten Umweltauswirkung bei der Entsorgung ins Gewicht fällt. Bei den in dieser Studie untersuchten Materialien, Kunststoffe und Papier, ist dieser Allokationsansatz sinnvoll, da:

- bei Papier vor allem für Anwendungen mit höheren Ansprüchen Neufasern eingesetzt werden und es daher sinnvoll ist, diesen die entsprechenden Umweltauswirkungen anzurechnen.
- Bei Kunststoffen der Einsatz von Rezyklaten, obwohl ökologisch meist sinnvoll, noch wenig verbreitet ist und diese Allokation dies entsprechend berücksichtigt.

3.9 Sensitivitätsanalysen

Sensitivitätsanalysen dienen dazu, die Ergebnisrelevanz von Systemannahmen und Datenunsicherheiten zu überprüfen. In gemeinsamer Absprache mit dem Auftraggeber wurden die folgenden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um die entsprechenden Fragestellungen zu beantworten:

- Einfluss von unterschiedlich hohen Anteilen an Retouren auf das Gesamtergebnis.
Damit kann der Kipppunkt bestimmt werden, ab dem sich der Einsatz der jeweiligen Verpackungen für den jeweiligen Zeitschriftentyp aus ökologischer Sicht lohnt.
- Verwertung der Kunststoff-Schutzhüllen durch Recycling.
Damit kann der Nutzen des Kunststoffrecyclings ausgewiesen werden.
- Energiegutschrift in der KVA
Damit wird der Nutzen der Energiegewinnung in der KVA ausgewiesen.

3.10 Sachbilanz

In der Sachbilanz wird ein Modell für das zu bilanzierende Produktsystem entworfen und es werden die Energie- und Stoffflüsse der damit verbundenen Prozesse erfasst. Diese umfassen:

- Die Beziehungen eines Prozesses mit anderen Prozessen der Technosphäre, wie z. B. Menge an benötigten Rohmaterialien, Hilfsstoffen, Energiebedarf, Transporte oder Verwertungs- beziehungsweise Entsorgungssysteme. Jeder dieser Prozesse wurde zudem zurückverfolgt bis zur Förderung der Rohstoffe.
- Die Beziehungen eines Prozesses mit seiner natürlichen Umwelt der Ökosphäre wie z. B. Bedarf an Ressourcen (fossile Energieträger, Landressourcen etc.) und Emissionen wie z. B. CO₂, VOC, Methan, Stickoxide u. a.

Die Sachbilanz wurde mit der Ökobilanz-Software SimaPro V9.0 (PRé Consultants, 2019) berechnet und für die Wirkbilanz verwendet. Als Datengrundlage für vorgelagerte Prozesse wurde auf Standarddaten aus der Datenbank UVEK:2018 oder eigene Prozesse zurückgegriffen. Beim UVEK-Ökobilanzdatenbestand 2018 handelt es sich um eine Ergänzung des Datenbestandes KBOB:2016 mit erweiterten Transportdaten sowie aktualisierten Daten zu Holz und Strom (KBOB u. a., 2018).

3.10.1 Vordergrunddaten

Es wurde versucht, bei der Post und verschiedenen Zeitschriftenverlagen Daten über die Anzahl Beschädigungen und Retouren zu erhalten. Die Post erhebt keine Statistiken über Retoursendungen nach offenen und verpackten Sendungen. Auch von den kontaktierten Zeitschriftenverlagen war lediglich der Ringier Axel Springer Schweiz Verlag bereit, diese Daten zur Verfügung zu stellen. Die Fallzahlen liegen jedoch bei weniger als zehn Reklamationen pro Jahr. Auch vom Saiten-Magazin wurde rückgemeldet, dass sich der Anteil der Reklamationen höchstens im Promillebereich bewege. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei diesen Reklamationen um verpackte Zeitschriften handelt. Keiner der angefragten Verlage hat eine Untersuchung gemacht, wie hoch die Retouren sind, falls dasselbe Magazin verpackt oder unverpackt ausgeliefert wird.

Für die Modellierung der drei Zeitschriftentypen wurden exemplarisch Zeitschriften gewogen und daraus die Grammatik abgeleitet. Anhand dieser Angabe wurde ein jeweils geeignetes Papier in der UVEK:2018 Datenbank ausgewählt. Der Druckaufwand wurde nach kg Papier modelliert. Dazu wurde das ecoinvent 3.5 Inventar für Offsetdruck (Printed paper, offset {CH}| offset printing, per kg printed paper | Cut-off, U) mit UVEK:2018 Inventaren erstellt und mit dem jeweiligen Inputpapier ergänzt. Die Modellierung der unterschiedlichen Zeitschriftentypen bezieht sich immer auf 100 Seiten Inhalt im Format A4. Dies entspricht 50 A4-Seiten Papier bzw. 25 Bögen A3.

Die Verpackungen wurden anhand verschiedener auf dem Markt verfügbarer Verpackungsvarianten modelliert. Zum Recyclingpapier-Couvert wurden Daten der Perlen AG zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1 listet die verwendeten Input-Daten auf.

Tabelle 1: Wichtigste Vordergrunddaten

	Menge	Einheit	Bemerkung	LCA Inventar (UVEK 2018)
Zeitschriften				
Einfache Zeitschrift, Papier	140.3	g	100 Inhaltsseiten A4 à 45 g/m ² Zeitungsdruckpapier mit 68 % Recyclingfasern	Paper, newsprint, at regional storage/CH
Durchschnittliche Zeitschrift, Papier	249.5	g	100 Inhaltsseiten A4 à 80 g/m ² LWC Papier, holzhaltig mit rund 5 % Recyclingfasern	Paper, wood-containing, LWC, at regional storage/CH
Hochqualitative Zeitschrift, Papier	374.2	g	100 Inhaltsseiten A4 à 120 g/m ² Papier, holzfrei, gestrichen ohne Recyclingfasern	Paper, woodfree, coated, at regional storage/CH
Auslieferung				
Eisenbahn	250	km	Abschätzung der Distanz und Modalsplit aus einem anderen Projekt mit der Post übernommen	transport, freight, rail, electricity with shunting/tkm/CH
LKW	295	km		transport, freight, lorry, fleet average/tkm/CH
Lieferwagen	55	km		transport, freight, light commercial vehicle/tkm/CH
Verpackungen				
Papierbänderole, ganzseitig	11.45	g	210 x 297 mm (+10 % überlappend), 80 g/m ²	Paper, wood-containing, LWC, at regional storage/CH
LDPE-Film	2.83	g	Dicke 22 µm, Dichte 0.925 g/cm ³	Packaging film, LDPE, at plant/RER
PLA-Film	4.04	g	Dicke 22 µm, Dichte 1.32 g/cm ³	Poly lactide, granulate, at plant/GLO + Extrusion, plastic film/RER
Bio-Film aus Kartoffelschalen	6.58	g	Dicke 35 µm; Dichte 1.35 g/cm ³	Modellierung auf der Basis des Prozesses: Potato starch, at plant/DE
Papier-Couvert	17.8	g	Grösse C4, Grammatik 120 g/m ²	Paper, woodfree, coated, at regional storage/CH
Recyclingpapier-Couvert	15	g	Grösse C4, Grammatik 100 g/m ²	Angaben aus Ökobilanz Perlen Papier (Carbotech 2019). Modellierung mit UVEK-Inventaren

3.10.2 Annahmen

Da keine zuverlässigen Daten zur Auslieferung per Post zur Verfügung standen, wurde auf Abschätzungen aus einem anderen Projekt mit der Post zurückgegriffen (Dinkel & Roberts, 2019).

Durch Anfragen bei verschiedenen Verlagen sowie der Post wurde versucht, die Anzahl an Retouren zu erfassen. Da diese Umfrage keine Resultate zur Frage geliefert hat, wie hoch die Retouren eines bestimmten Magazins mit und ohne Verpackung sind, wurde die Analyse dahingehend ausgeweitet, dass die jeweilige Umweltbelastung für unterschiedliche Retourraten berechnet wurde. Daraus können Kippunkte abgeleitet werden, d. h. ab welcher Reduktion der Retouren sich die Verwendung der jeweiligen Verpackung aus Umweltsicht lohnt.

3.11 Bewertung der Umweltbelastungen (Wirkbilanz)

In diesem Schritt wird die Sachbilanz bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt ausgewertet. Um diese Bewertung vorzunehmen, wird folgendermassen vorgegangen:

- Klassifizierung (Einteilung der Einflüsse bezüglich ihrer Auswirkungen):
Die Stoffe werden nach ihren unterschiedlichen Wirkungen auf die Umwelt gruppiert.
- Charakterisierung (Berechnung der Auswirkungen auf die Umwelt):
Dabei werden die einzelnen Substanzen entsprechend ihres Schädigungspotenzials bezüglich einer Leitsubstanz gegeneinander gewichtet. Daraus ergeben sich die Schädigungspotenziale bezüglich einer bestimmten Umweltauswirkung.

Beim Resultat der Wirkbilanz handelt es sich um eine Zusammenstellung von verschiedenen Indikatoren, welche jeweils einen Aspekt der Umweltauswirkungen beschreiben. Um eine fundierte Entscheidungsbasis zu erhalten, können die verschiedenen Auswirkungen gewichtet und zu einer Kennzahl zusammengefasst werden. Die Gewichtung verschiedener Umweltauswirkungen ist ein Prozess, in den Werthaltungen einfließen und der deshalb für eine hohe Akzeptanz möglichst breit abgestützt wird.

Im Rahmen dieser Studie wurde die Methode der ökologischen Knappheit 2013 (Frischknecht & Büsser Knöpfel, 2013) als Hauptmethode verwendet. Die Bewertung mittels der Methode der ökologischen Knappheit wurde unter Mitarbeit des Bundesamts für Umwelt entwickelt und ist in der Schweiz etabliert. Diese Methode wurde einerseits gewählt, weil sie für die Bewertung sowohl die Umweltsituation wie auch die Umweltziele der Schweiz berücksichtigt (vgl. Abbildung 4) und somit bezüglich Werthaltung breit abgestützt ist. Ein weiterer Grund war, dass diese Methode sehr umfangreich ist und alle in dieser Ökobilanz wichtigen Umweltaspekte wie Emissionen in Luft, Wasser und Boden sowie den Verbrauch von energetischen und stofflichen Ressourcen tatsächlich bewertet.

Obwohl diese Methode die schweizerische Umweltpolitik widerspiegelt, hat sie auch international eine hohe Akzeptanz. Die Resultate werden in Umweltbelastungspunkten (UBP) ausgedrückt.

Im Rahmen einer Second-Opinion-Analyse wurden die Bewertungsmethoden IPCC 2013 und IMPACT 2002+ verwendet. Die IPCC 2013 Methode (IPCC, 2014) betrachtet nur klimarelevante Emissionen und rechnet diese anhand ihres Treibhausgaspotentials in CO₂-Äquivalente um. Bei der IMPACT 2002+ (Joliet u. a., 2003) Methode handelt es sich um die Kombination von vier Methoden: IMPACT 2002, Eco-indicator 99 (Goedkoop u. a., 2000), CML (Heijungs u. a., o. J.) und IPCC. Es werden die Schäden anhand von 14 Midpoint Kategorien berechnet, die an vier Schutzziele – menschliche Gesundheit, Ökosystemqualität, Klimaerwärmung und Ressourcen – entstehen. Die Schäden werden dabei auf der Basis von gesellschaftlichen Wertmassstäben relativ zueinander gewichtet. In dieser Studie wurde die gleichgewichtete Umrechnung der Schutzziele auf Punkte verwendet.

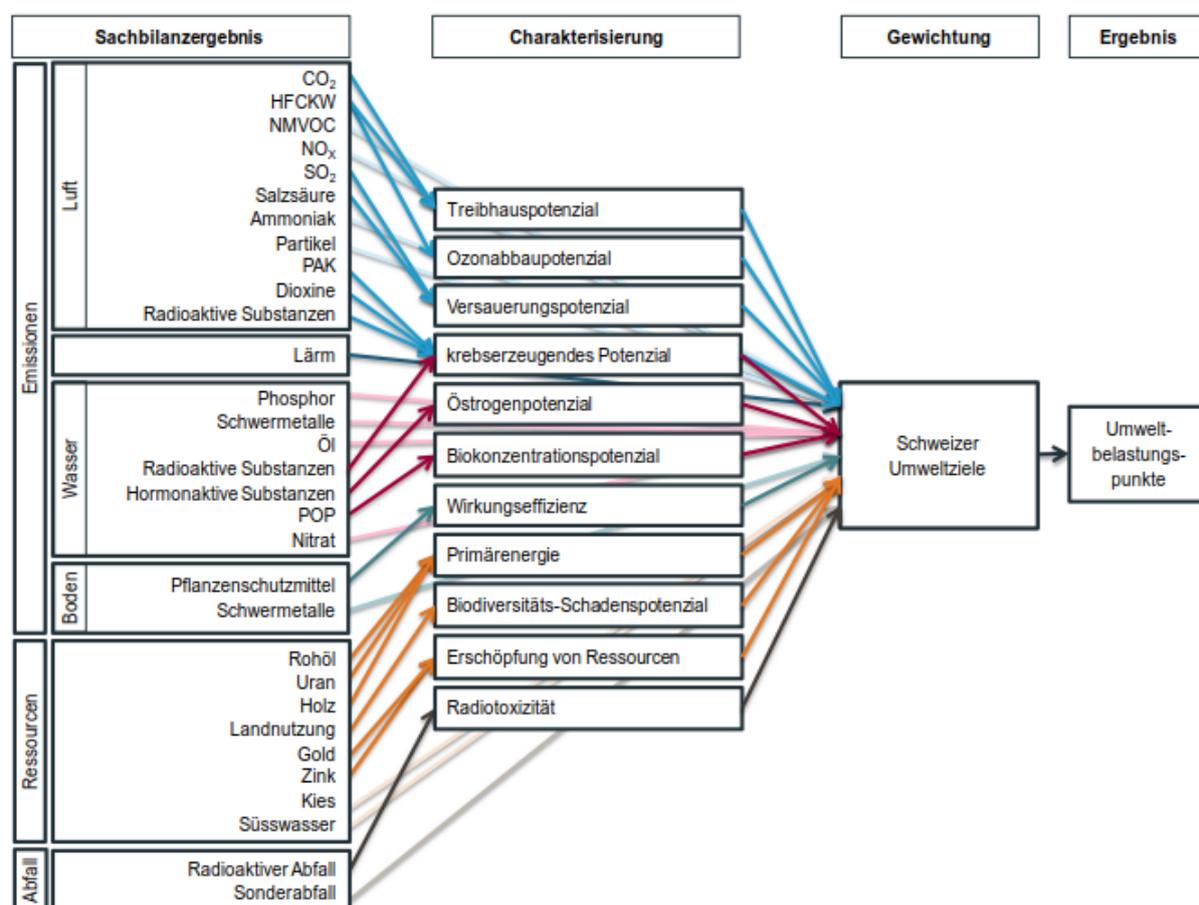


Abbildung 4: Grundschemata der Methode der ökologischen Knappheit (Grafik aus (Frischknecht & Büsser Knöpfel, 2013))

3.12 Grenzen der vorliegenden Untersuchung

3.12.1 Inhaltlich

In dieser Ökobilanz wurde die eigentliche Nutzungsphase bewusst ausgeklammert unter der Annahme, dass diese – abgesehen von der Anzahl an Retouren – für die verschiedenen Zeitschriften- und Verpackungstypen gleich ist. Sollte jedoch die Verwendung einer Variante zu signifikanten Änderungen des Nutzverhaltens führen (beispielsweise reduzierte Recyclingrate aufgrund unterschiedlicher Materialien der Verpackung und der Zeitschrift) müssten die Auswirkungen dieser Änderungen auf die Umwelt untersucht werden.

Ebenfalls wurde nicht betrachtet, ob unterschiedlich schwere Magazine allenfalls auch unterschiedlich schwere Verpackungen benötigen. Einerseits weil dieser Zusammenhang höchstwahrscheinlich nicht linear ist. Und andererseits weil es, zumindest bei den Plastikfolien, nur wenig unterschiedliche Standarddicken gibt.

Die vorliegende Ökobilanzierung beschränkt sich auf die ökologischen Auswirkungen von Zeitschriften und deren Verpackungen. Andere Aspekte wie zum Beispiel soziale Auswirkungen, ökonomische Faktoren oder technische Machbarkeiten sind nicht Inhalt der vorliegenden Studie.

3.12.2 Methodisch

Das Vorgehen der Ökobilanz richtete sich bezüglich der Erstellung der Sachbilanzen und Wirkungsabschätzungen nach der Norm ISO 14'040/44 (ISO 14'040 2006) (ISO 14'044 2006). In dieser Studie wurden neben den Wirkindikatoren auch gesamttaggregierende Bewertungsmethoden verwendet. Die in dieser Studie verwendeten Methoden Ökologische Knappheit 2013 und IMPACT 2002+ zur gesamttaggregierenden Bewertung haben auch international eine hohe Akzeptanz. Dennoch muss darauf hingewiesen werden, dass die Bewertungen der verschiedenen Auswirkungen nicht auf wissenschaftlicher Basis allein beruhen können, sondern auch auf gesellschaftlichen Zielen, Prioritäten und Erkenntnissen. Wesentlich ist, dass mehr als eine gesamttaggregierende Methode verwendet wird. Durch die Verwendung von mehr als einer Methode kann die Aussagekraft überprüft werden, da sich daraus eine Sensitivität bezüglich der unterschiedlichen Gewichtungen ergibt.

Bezüglich der Verwendung zur Bewertung und Interpretation von gesamttaggregierenden Bewertungsmethoden, wie dies z. B. die Umweltbelastungspunkte (UBP) oder Impact 2002+ sind, steht die Studie nur solange in Übereinstimmung mit der Norm, als sie nicht veröffentlicht wird.¹

¹ In Abschnitt 4.1.8 von ISO 14'040:2006 (Version SN, deutsch) wird die "Priorität des wissenschaftlichen Ansatzes" postuliert. Die Ökofaktoren für die Schweiz gemäss der UBP-Methode basieren auf den wissenschaftlich begründeten und politisch legitimierte Zielen der Umweltgesetzgebung sowie des Umweltzustandes in der Schweiz. Die Anwendung der UBP genügt dieser ISO-Anforderung, steht jedoch in Widerspruch zu einer Bestimmung der Norm, sobald die Studie nicht allein zu internen Zwecken dient, sondern veröffentlicht wird. Damit steht diese Bestimmung jedoch im Widerspruch zum in der Schweiz gesetzlich verankerten Öffentlichkeitsprinzip für die Behörden. Deshalb verwenden die Bundesbehörden bei Ihren Ökobilanzstudien die sinngemässe Formulierung: «Sachbilanzen, Wirkungsabschätzungen und Gewichtungen erfolgten gemäss ISO 14'040/14'044, stehen bezüglich Veröffentlichung jedoch nicht in Einklang mit ISO 14'044, Ziffer 4.4.5, weil diese Bestimmung eine an den geltenden Gesetzen orientierte Anwendung der Ökobilanzierung durch schweizerische Stellen nicht zulassen würde.»

4 Resultate

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Umweltbelastung anhand der Methode der ökologischen Knappheit sowie die berechneten Resultate der Klimabelastung nach IPCC 2013 dargestellt. Die Resultate nach der Methode IMPACT 2002+ sind im Anhang aufgeführt.

4.1 Zeitschriften

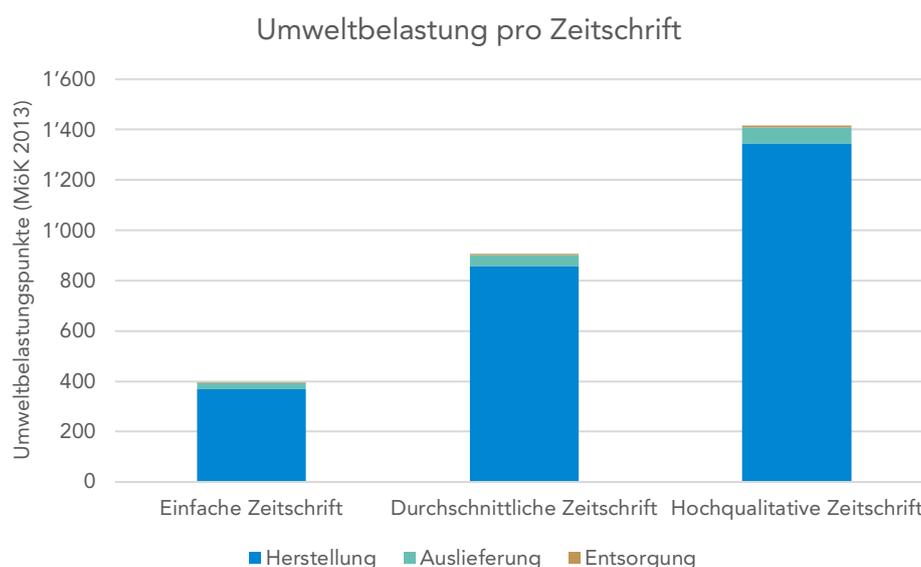


Abbildung 5: Vergleich der Umweltbelastung von drei unterschiedlichen Zeitschriftentypen anhand der Methode der ökologischen Knappheit

Wenig überraschend fällt die Umweltbelastung mit höheren qualitativen Ansprüchen und dem entsprechend umfangreicheren Materialbedarf der Zeitschriftentypen höher aus. Die Umweltbelastung der durchschnittlichen und hochqualitativen Zeitschriften fällt jedoch höher aus, als alleine aufgrund des höheren Gewichts zu erwarten wäre. Diese zusätzliche Umweltbelastung ist auf den geringeren Anteil Altpapier sowie die generell aufwändigere Papierverarbeitung zurückzuführen. Bei allen Zeitschriftentypen macht die Herstellung der Zeitschrift den grössten Anteil an der jeweiligen Umweltbelastung aus. Davon ist wiederum der grösste Teil auf die eigentliche Papierherstellung zurückzuführen. Die Auslieferung liegt im Bereich von knapp 5 % der Umweltbelastung, während die Entsorgung weniger als 1 % zur Umweltbelastung beiträgt. Der Grund dafür liegt vor allem an der hohen Recyclingquote von Papier wie auch an der Tatsache, dass bei der Entsorgung von Papier in der KVA keine klimarelevanten Emissionen entstehen, da der Kohlenstoff des Papiers biogenen Ursprungs ist.

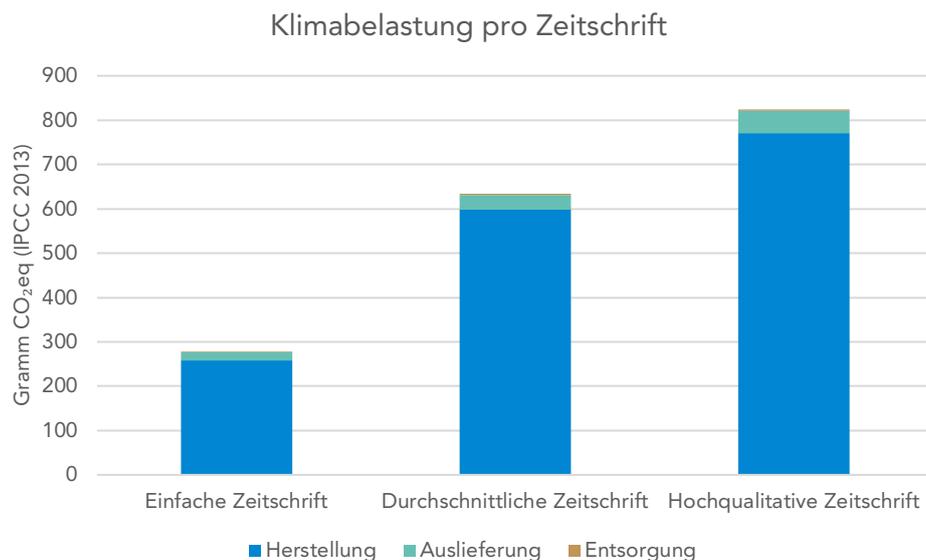


Abbildung 6: Vergleich der Klimabelastung von drei unterschiedlichen Zeitschriftentypen anhand IPCC 2013

Die Analyse der Klimabelastung führt zu praktisch den identischen Resultaten. Wobei die hochqualitative Zeitschrift mit IPCC 2013 relativ etwas besser abschneidet als bei der Methode der ökologischen Knappheit. Der Grund liegt darin, dass die Zelluloseherstellung mit verschiedenen Auswirkungen auf die Umwelt verbunden ist, jedoch die Klimaauswirkungen in einer integrierten Produktion nicht so hoch sind, da der Energiebedarf zu einem wesentlichen Teil durch Holzabfälle gedeckt wird.

Diese Auswertung zeigt, dass die Auslieferung und Entsorgung nur den geringsten Anteil an der gesamten Klimabelastung ausmachen.

4.2 Verpackungen

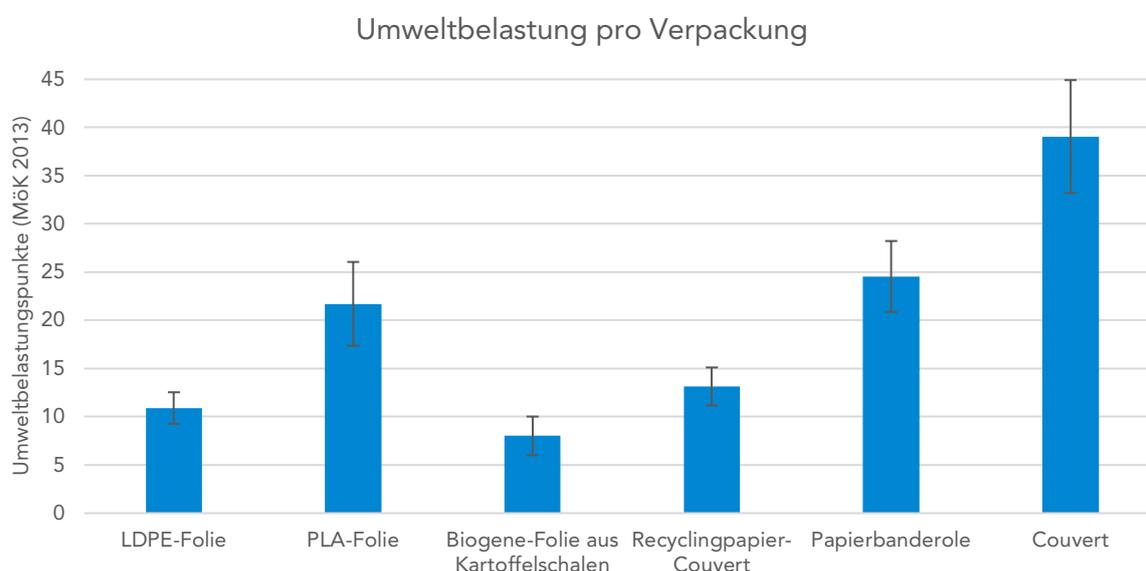


Abbildung 7: Vergleich der Umweltbelastung verschiedener Zeitschriftverpackungen mit der Methode der ökologischen Knappheit

Aus Sicht der gesamten Umweltbelastung schneiden die Kunststoffverpackungen tendenziell besser als die papierbasierten Verpackungen ab. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die Kunststofffolien wesentlich dünner sind und entsprechend einen geringeren Rohstoffaufwand aufweisen. So weist beispielsweise die viel verwendete LDPE-Folie ein Gewicht von 2.8 g auf, während ein Couvert auf ein über sechsmal höheres Gewicht von 17.8 g kommt.

Bei den biobasierten Folien ist der entscheidende Faktor, ob es sich bei den verwendeten biogenen Rohstoffen um landwirtschaftliche Produkte oder Reststoffe bzw. Abfälle handelt. So weist die PLA-Folie eine vergleichsweise hohe Umweltbelastung auf, weil die Rohstoffgewinnung aus Maisstärke mit hohen Aufwänden in der Landwirtschaft verbunden ist. Die Folie aus Kartoffelschalen weist hingegen eine tiefere Umweltbelastung auf, da es sich beim Hauptrohstoff um ein Abfallprodukt handelt. Gemäss dem Cut-off-Prinzip wurde deshalb diesem Kunststoff nur die Aufbereitung der Stärke aus den Kartoffelschalen angerechnet. Die vorgelagerten Aufwände der Landwirtschaft werden dem ursächlichen Prozess der Pommes-Frites-Herstellung angerechnet.

Ähnliches ist auch bei den papierbasierten Verpackungen festzustellen. So schneidet das aus recyceltem Papier hergestellte Couvert ähnlich gut ab wie die LDPE-Folie. Neben der Verwendung von Sekundärmaterial liegt dies auch an der Herstellung in der Schweiz mit einem vergleichsweise umweltfreundlichen Energiemix.

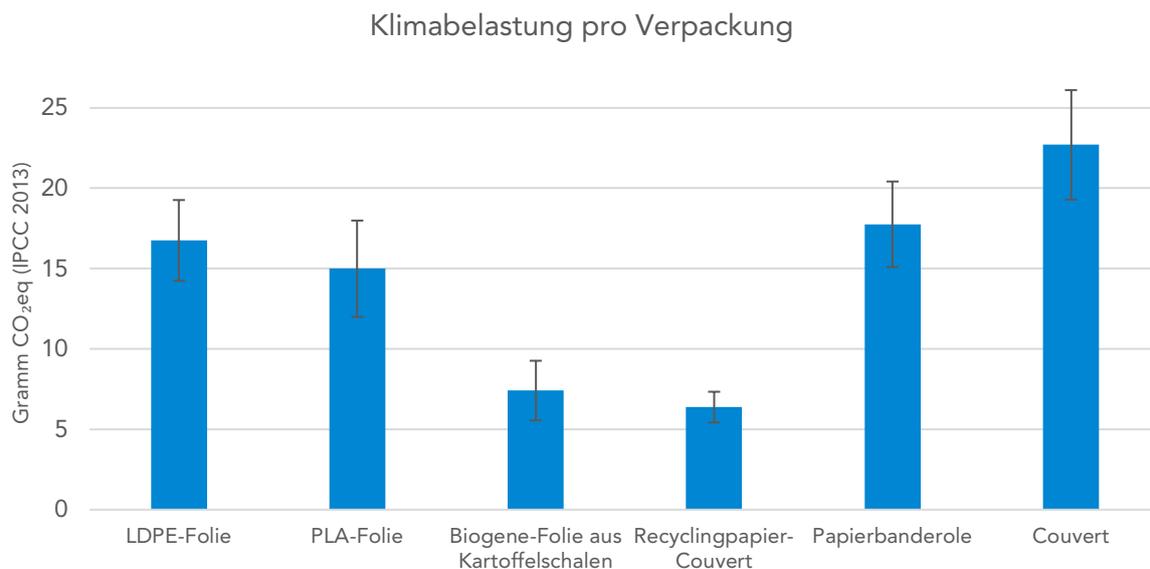


Abbildung 8: Vergleich der Klimabelastung verschiedener Zeitschriftverpackungen nach IPCC 2013

Wird lediglich die Klimabelastung betrachtet, schneidet das Recyclingpapier-Couvert zusammen mit der biobasierten Folie aus Kartoffelschalen am besten ab. Die auf fossilen Rohstoffen basierende LDPE-Folie hingegen erzielt hier ein schlechteres Resultat und liegt nun im Bereich der PLA-Folie und der Papierbänderole.

4.2.1 Vergleich Zeitschriften und Versandhüllen

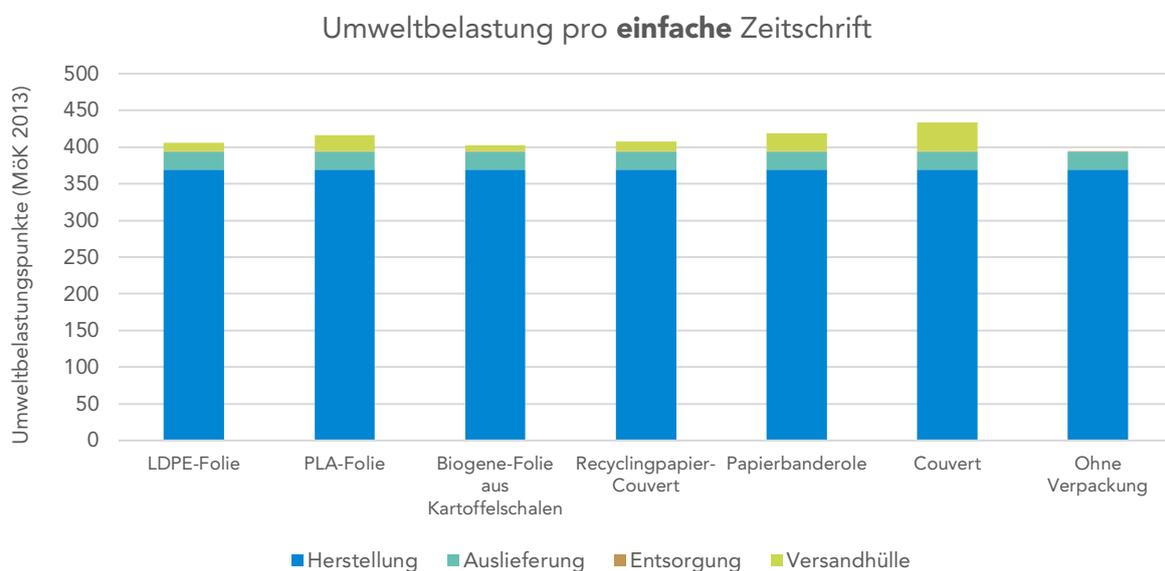


Abbildung 9: Umweltbelastung pro einfache Zeitschrift (ohne Retouren) mit unterschiedlicher Versandhülle

Die Verwendung einer Versandhülle führt in allen Varianten nur zu einer geringen Erhöhung der Umweltbelastung. Der Aufwand für die Herstellung einer einfachen Zeitschrift ist immer wesentlich grösser als die Herstellung und Entsorgung der jeweiligen Versandhülle. Die Verwendung einer Biogenen-Folie aus Kartoffelschalen führt beispielsweise zu einer Erhöhung der Umweltbelastung von 2 %, während eine Verpackung in Form eines Couverts aus Frischfaserpapier die Gesamtumweltbelastung um knapp 10 % erhöht. Insgesamt liegen die Versandhüllen damit etwa im Bereich der Umweltbelastung der Magazinauslieferung.

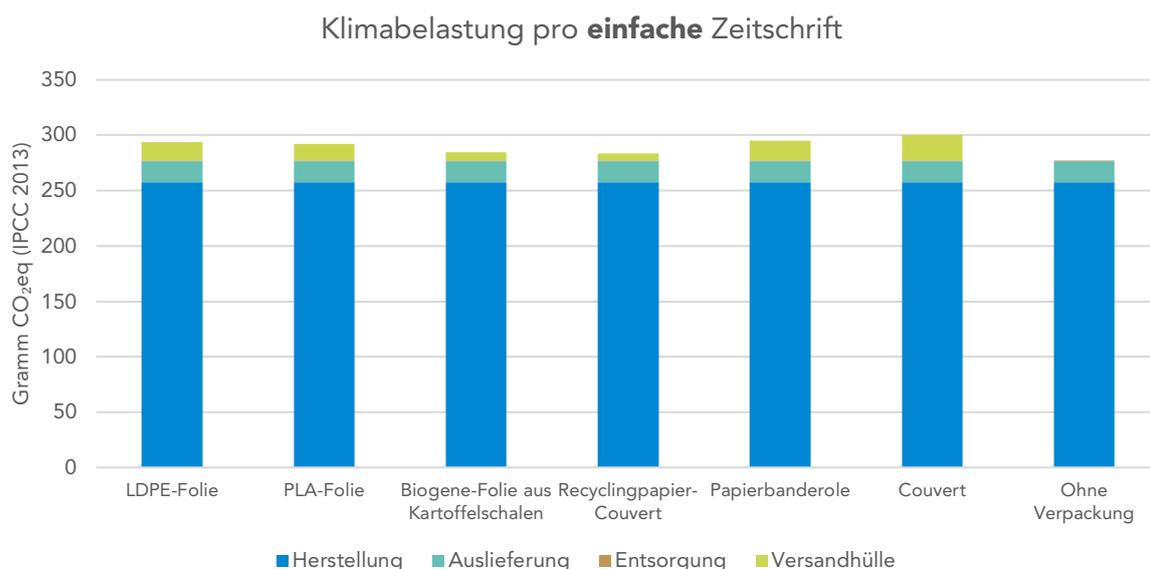


Abbildung 10: Klimabelastung pro einfache Zeitschrift (ohne Retouren) mit unterschiedlicher Versandhülle

Die Fokussierung auf klimarelevante Emissionen ergibt ein vergleichbares Bild. Im Vergleich zur einfachen Zeitschrift ohne Verpackung erhöht die Verwendung eines Recyclingpapier-Couverts die Klimabelastung um knapp 2.3 %, während ein Frischfaser-Couvert die Klimabelastung um ca. 8 % erhöht.

Der Anteil der Versandhüllen fällt bei den durchschnittlichen und hochqualitativen Zeitschriften noch geringer aus. So entspricht die Umweltbelastung eines Frischfaser-Couverts weniger als 3 % der Umweltbelastung eines hochqualitativen Magazins.

4.3 Sensitivität Entsorgung LDPE-Folie

Um die Robustheit der Ergebnisse für die verwendete LDPE-Folie zu überprüfen, wurden zwei Sensitivitätsrechnungen die Entsorgung bzw. Verwertung durchgeführt.

In der Grundanalyse wurden sämtliche Auswirkungen der Entsorgung in der KVA der LDPE-Folie angerechnet. Das heisst, die Energienutzung der KVA wurde nicht berücksichtigt, sondern der Lebensweg endet mit der Entsorgung (Cut-off Ansatz). Dies basiert auf der Begründung, dass die primäre Aufgabe der KVA darin besteht eine möglichst umweltverträgliche Entsorgung sicherzustellen. Bei einer Nutzung der Abwärme ist diese lastfrei. Andererseits wird auch argumentiert, dass mittlerweile die Energierückgewinnung in KVAs gesetzlich vorgeschrieben ist, damit Strom und Wärme substituiert wird und sich dadurch die Umweltauswirkungen der KVA reduzieren (Substitutionsansatz). Bei diesem Ansatz wird der Entsorgung in der KVA eine

Gutschrift in der Höhe der substituierten Energie gewährt. Dabei wird die durchschnittliche Energienutzung der schweizerischen KVAs und der durchschnittliche Schweizer Strom und Wärme-Mix verwendet.

Wir erachten den Cut-off Ansatz als den geeigneten für die Fragestellung in dieser Studie. Um den Einfluss des Substitutionsansatzes auf das Resultat zu prüfen, haben wir die Bilanz auch mit diesem Ansatz berechnet.

Ebenfalls wurde berechnet, wie sich die Ökobilanz der LDPE-Folie verändert, wenn diese statt in die KVA ins Recycling gegeben wird. Dabei wurde der Cut-off Ansatz verwendet, d.h. mit der Übergabe an das Recyclingsystem endet der erste Lebensweg der PE-Folie und es beginnt ein neuer Lebensweg.

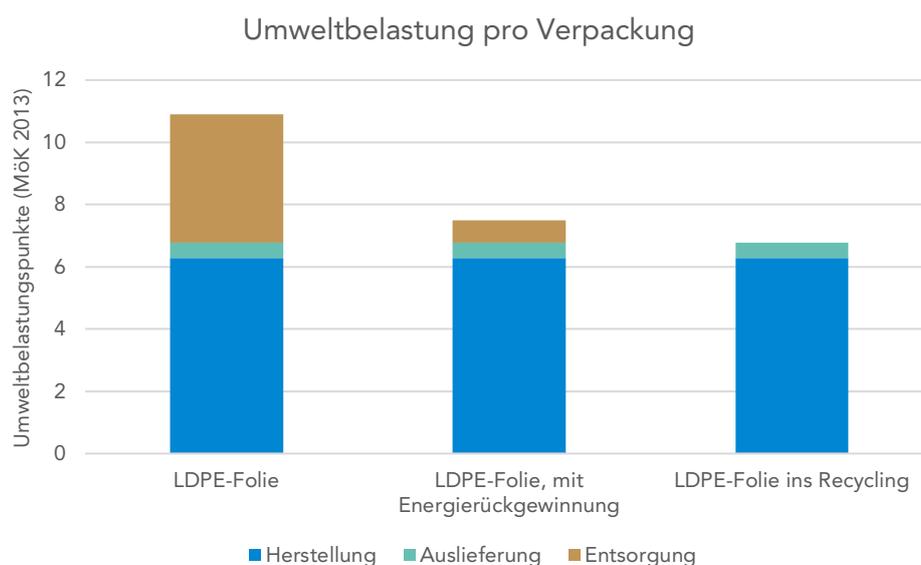


Abbildung 11: Sensitivitätsanalyse: Entsorgung mit der Methode der ökologischen Knappheit. In dieser Graphik berücksichtigt die Auslieferung nur den Beitrag der Verpackung zur Auslieferung.

Insgesamt reduziert sich die Umweltbelastung der LDPE-Folie um knapp ein Drittel, wenn die Energierückgewinnung in der KVA mitberücksichtigt wird. Dieses Resultat zeigt, dass die Energierückgewinnung in der KVA sinnvoll ist und einen relevanten Beitrag zur Reduktion von Umweltauswirkungen bei der Entsorgung leistet. Jedoch erachten wir es für diesen Vergleich aus den folgenden Gründen nicht als sinnvoll, die Energierückgewinnung bei der Entsorgung zu berücksichtigen. Die LDPE-Folie wird nicht mit dem Ziel hergestellt oder eingesetzt, Energie zu gewinnen. Vielmehr ist es der Verdienst der KVA, dass sie die Abwärme nutzt. Entsprechend verkaufen die KVA-Betreiber die so bereitgestellte Energie als «grüne» Energie. Falls die Energierückgewinnung der Folie angerechnet würde, so dürfte die KVA diese Energie nicht mehr als «grüne» Energie bezeichnen.

Das beste Ergebnis wird erzielt, wenn die Folie ins Recycling gegeben wird.

Aufgrund des gewählten Cut-off-Ansatzes wird der Aufwand für das Recycling demjenigen Produkt angerechnet, welches das rezyklierte Material anschliessend wiederverwendet. Entsprechend fällt die Entsorgung für die ursprüngliche Folie damit gleich Null aus. Insgesamt fällt damit die Umweltbelastung tiefer als bei der Entsorgung via KVA mit Energierückgewinnung aus und beträgt noch etwa 60 % der Umweltbelastung des Standardszenarios.

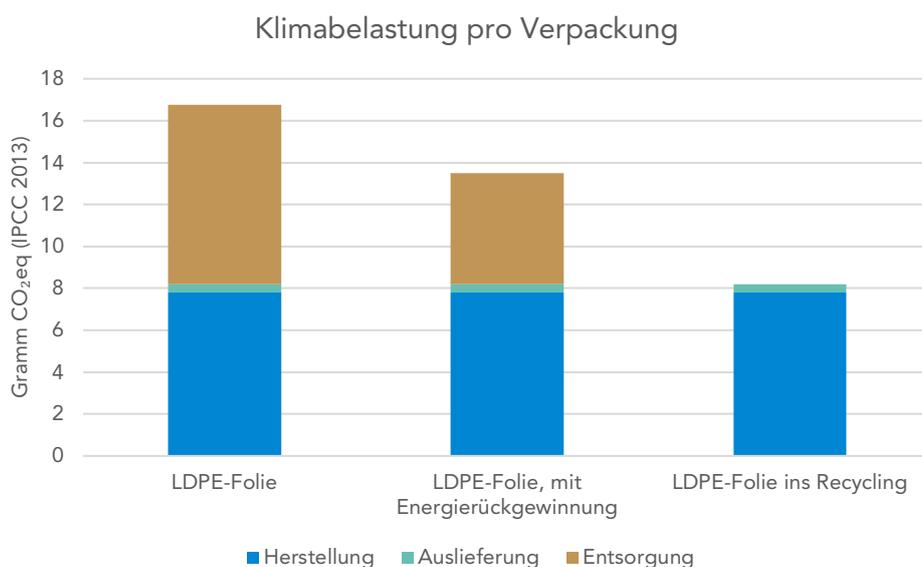


Abbildung 12: Sensitivitätsanalyse: Entsorgung nach IPCC 2013. In dieser Graphik berücksichtigt die Auslieferung nur den Beitrag der Verpackung zur Auslieferung.

Wird nur die Klimabelastung betrachtet, fallen die Unterschiede grösser aus. Dies liegt daran, dass die Verbrennung von LDPE vor allem fossiles CO₂ freisetzt. Durch das Recycling können diese Emissionen eingespart werden, wodurch sich die Klimabelastung der Folie mehr als halbiert. Umgekehrt senkt das Szenario mit Energierückgewinnung die Klimabelastung nur um ca. 20 %. Der Grund, dass diese Verringerung kleiner ausfällt als bei der Betrachtung der Gesamtumweltbelastung, liegt vor allem darin, dass der Schweizer Strommix relativ wenig CO₂-intensiv ist. Der durch die Energierückgewinnung eingesparte Strom hätte also bereits eine vergleichsweise geringe Klimabelastung verursacht. Die Methode der ökologischen Knappheit berücksichtigt hingegen auch andere Umweltauswirkungen der schweizerischen Stromproduktion (wie beispielsweise die Verfügbarkeit von Energieressourcen und die Deponierung radioaktiver Abfälle).

4.4 Sensitivität Beschädigungen

Eine wichtige Funktion der Versandhülle ist der Schutz der Zeitschriften vor Beschädigungen. Dadurch wird potenziell die Anzahl an Zeitschriften reduziert, die ersetzt werden müssen. Falls die Produktion, Auslieferung und Verwertung bzw. Entsorgung dieser Zeitschriften mit höheren Umweltauswirkungen verbunden sind als diejenigen der Versandhüllen, so ist es aus ökologischer Sicht sinnvoll, Versandhüllen zu verwenden. Weder die Post noch die Verlage erheben die Anzahl an Beschädigungen bei der Auslieferung in entsprechender Detailtiefe, um diesbezüglich klare Aussagen machen zu können. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel verschiedene Sensitivitätsrechnungen dargestellt, um aufzuzeigen, ab welcher Reduktion der Beschädigungen es zu einem ökologischen Break-even kommt.

Für die Sensitivitätsrechnung wurde die Umweltbelastung der Zeitschriftenherstellung, -auslieferung und -entsorgung sowie die Herstellung und Entsorgung der jeweiligen Versandhüllen berechnet. Abhängig von der Anzahl Retouren wurden die zusätzlich benötigten Zeitschriften dazugerechnet. So bedeutet beispielsweise eine Retourenrate von 1 % bei 10'000 Abonnenten, dass 10'100 Zeitschriften produziert, ausgeliefert und individuell entsorgt werden. Pro unbeschädigt ausgelieferte Zeitschrift müssen also 1.01 Zeitschriften und entsprechende Versandhüllen hergestellt, ausgeliefert und entsorgt werden. Die Umweltbelastung dieser Zeitschrift erhöht sich dementsprechend. Um zu erkennen, ab wie vielen Retouren der Umweltnutzen der Versandhüllen grösser ist als deren Belastungen, basieren die folgenden Graphiken auf der Annahme, dass mit der Versandhülle keine Beschädigungen erfolgen, d. h. es werden diejenigen Anteile bestimmt, welche durch die Verpackung reduziert werden müssen, um dieselben Umweltbelastung wie bei einem unverpackten Versand zu haben.

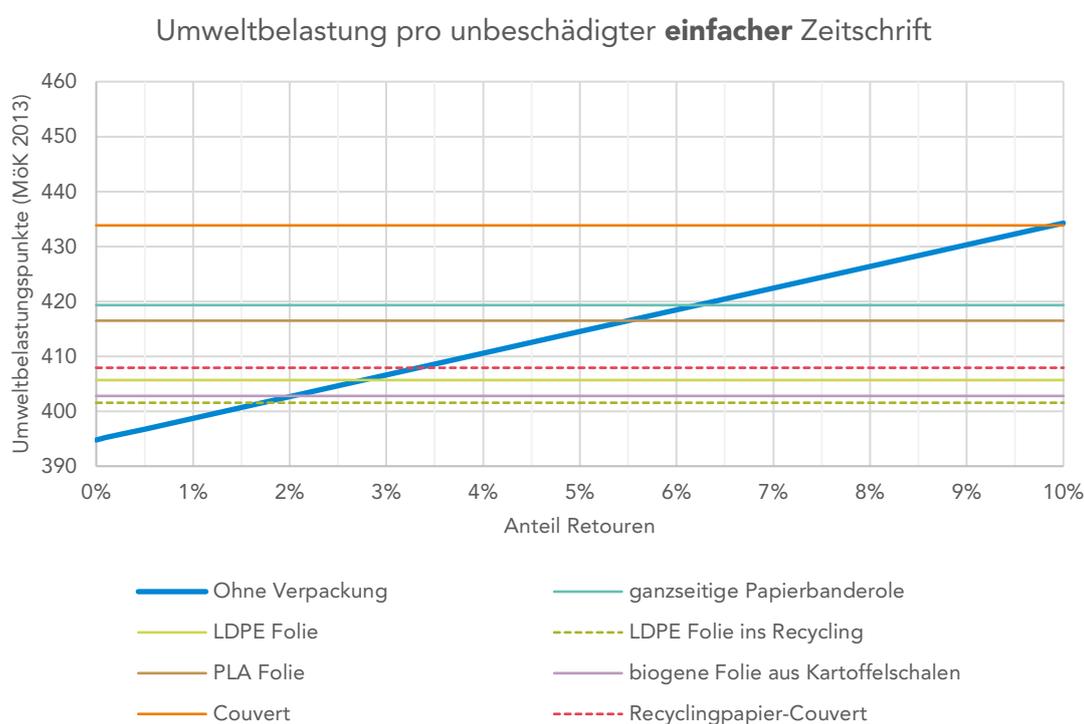


Abbildung 13: Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

Abbildung 13 zeigt, dass beispielsweise eine unverpackte einfache Zeitschrift bei einer Retourenrate von leicht unter 3 % die gleiche Umweltbelastung verursacht, wie die gleiche in eine LDPE-Folie verpackte Zeitschrift ohne Retouren. Dies bedeutet, dass eine LDPE-Folie mindestens zu einer Reduktion der Beschädigungen um rund 3 Prozentpunkte führen muss, um aus ökologischer Sicht gerechtfertigt zu sein. Falls die Folie recycelt oder eine biogene Folie aus Kartoffelschalen verwendet wird, reichen schon 2 Prozentpunkte.

Die Fokussierung auf klimarelevante Emissionen ergibt ein grundsätzlich ähnliches Bild. Die Reihenfolge der verschiedenen Versandhüllen ist teilweise etwas anders, insbesondere die Unterschiede der unverpackten Zeitschrift zu den petrochemischen Versandhüllen ist grösser. So müsste beispielsweise die LDPE-Folie zu einer Reduktion der Beschädigungen um mehr als 6 Prozentpunkte führen, um sich aus ökologischer Sicht zu rechnen (siehe auch Tabelle 2), während die biogene Folie aus Kartoffelschalen schon bei einer Reduktion von leicht unter 3 Prozentpunkten Vorteile bezüglich den Klimaauswirkungen bietet. Am ehesten lohnt sich

der Einsatz eines Recyclingpapier-Couverts. Dort ist der Kippunkt schon ab einer Reduktion der Retouren von 2.3 Prozentpunkten erreicht.

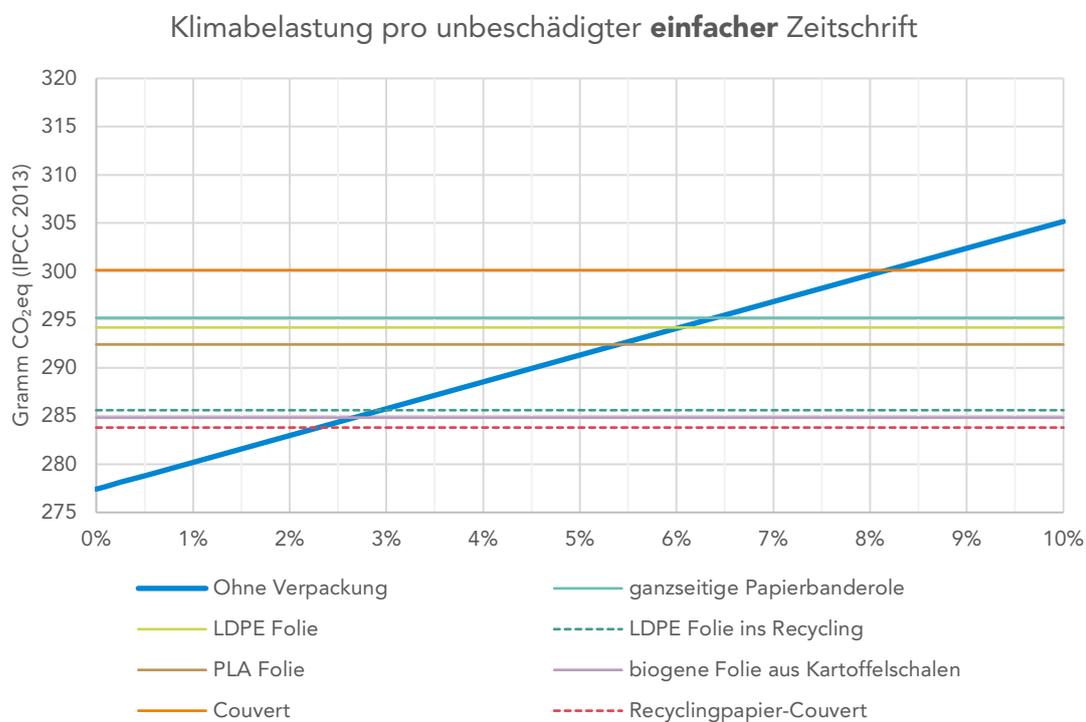


Abbildung 14: Klimabelastung nach IPCC 2013 der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

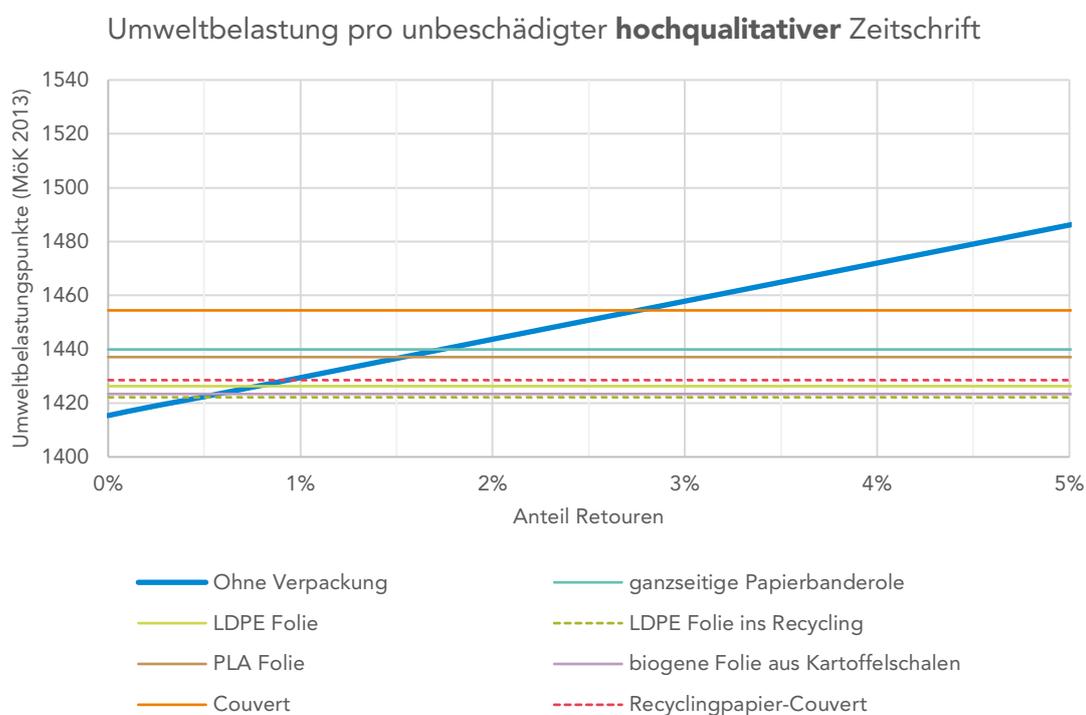


Abbildung 15: Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

Aufgrund der im Vergleich zu den Versandhüllen aufwändigeren Zeitschriftproduktion ist der Nutzen der Verpackung früher erreicht. So reicht für die LDPE-Folie hier eine Reduktion der Beschädigungen um 0.8 Prozentpunkte aus, um die Umweltbelastung der Verpackung auszugleichen, während beim Recyclingpapier-Couvert dieser Wert mit 0.9 Prozentpunkten nur leicht darüber liegt. Auch das Frischfaser-Couvert kommt ab einer Reduktion der Beschädigungen um 2.8 Prozentpunkte über den ökologischen Break-even.

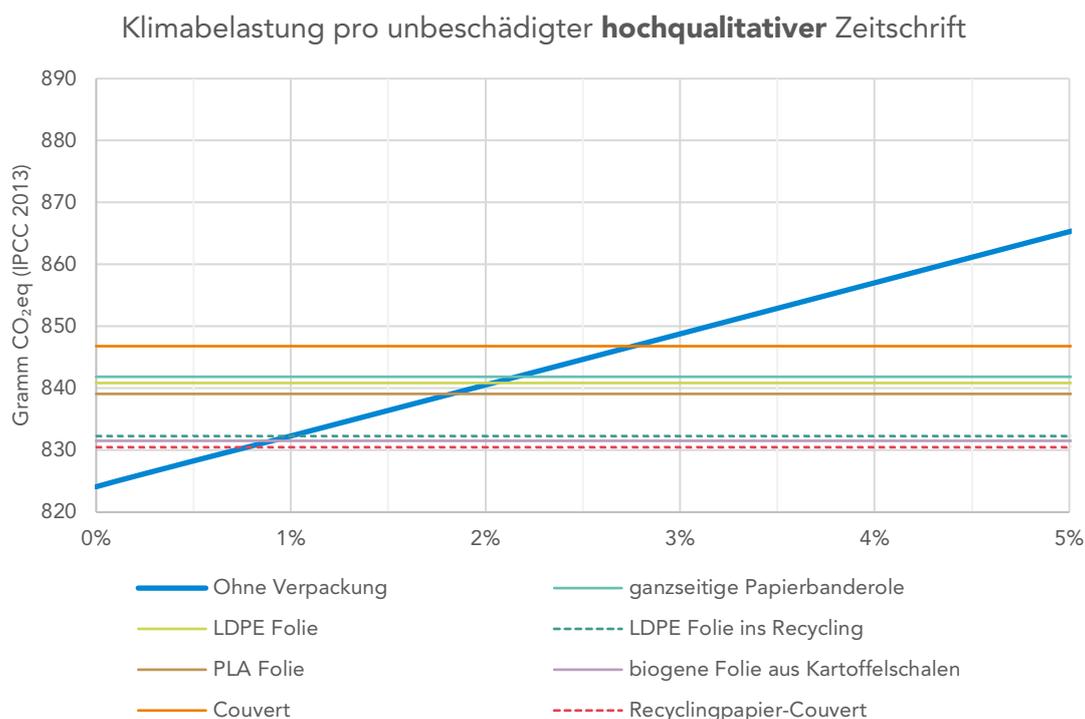


Abbildung 16: Klimabelastung nach IPCC 2013 der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

Die Betrachtung der Klimaauswirkungen zeigt ein grundsätzlich ähnliches Bild, es kommt jedoch zu Änderungen in den Spitzenpositionen. Das Recyclingpapier-Couvert erreicht bereits ab einem Wert von 0.8 Prozentpunkten den ökologischen Break-even. Die biobasierten Versandhüllen aus Kartoffelschalen hingegen lohnt sich aus Klimasicht ab einer Reduktion der Beschädigungen von 0.9 Prozentpunkten, während die LDPE-Folie mindestens eine Reduktion um 2 Prozentpunkte erreichen muss.

Tabelle 2: Kippunkte der untersuchten Versandhüllen

	ganzseitige Papier- banderole	LDPE Folie	LDPE Folie mit Energie- rückgewin- nung	Recyclingpa- pier-Couvert	LDPE Folie ins Recycling	PLA Folie	biogene Folie aus Kartoffel- schalen	Couvert
Einfache Zeitschrift								
<i>UBP</i>	6.2%	2.8%	1.9%	3.3%	1.7%	5.5%	2.0%	9.9%
<i>IMPACT 2002+</i>	6.8%	4.1%	3.1%	3.7%	3.2%	4.1%	2.4%	9.3%
<i>IPCC 2013</i>	6.4%	6.0%	4.9%	2.3%	2.9%	5.4%	2.7%	8.2%
Durchschnittliche Zeitschrift								
<i>UBP</i>	2.7%	1.2%	0.8%	1.5%	0.7%	2.4%	0.9%	4.3%
<i>IMPACT 2002+</i>	2.8%	1.7%	1.3%	1.5%	1.3%	1.7%	1.0%	3.9%
<i>IPCC 2013</i>	2.8%	2.6%	2.1%	1.0%	1.3%	2.4%	1.2%	3.6%
Hochqualitative Zeitschrift								
<i>UBP</i>	1.7%	0.8%	0.5%	0.9%	0.5%	1.5%	0.6%	2.8%
<i>IMPACT 2002+</i>	2.0%	1.2%	0.9%	1.1%	0.9%	1.2%	0.7%	2.8%
<i>IPCC 2013</i>	2.2%	2.0%	1.6%	0.8%	1.0%	1.8%	0.9%	2.8%

Insgesamt müssen relativ hohe Reduktionen der Beschädigungen erreicht werden, damit sich der Einsatz einer Versandhülle aus ökologischer Sicht rechtfertigen lässt. Insbesondere bei einer einfachen Zeitschrift dürfte die tatsächliche Anzahl an Reklamationen wesentlich tiefer liegen, als der ökologische Schwellenwert. Lediglich bei den aufwendigen und anspruchsvollen hochqualitativen Zeitschriften ist es denkbar, dass die Schutzfunktion der effizientesten Versandhüllen zu einem ökologischen Mehrwert führt.

5 Diskussion und Schlussfolgerung

Da die Resultate mit den beiden Methoden MÖK und Impact 2002+ vergleichbar sind, erfolgt die Diskussion im Wesentlichen auf den Ergebnissen mit der Methode der ökologischen Knappheit.

Von den untersuchten Versandhüllen weisen die biogene Folie, hergestellt aus dem Reststoff Kartoffelschalen, die LDPE-Folie aus fossilen Rohstoffen – wenn sie rezykliert wird – sowie das Recyclingpapier-Couvert die niedrigsten Umweltbelastungen über ihren Lebenszyklus auf. Falls die LDPE-Folie in der KVA entsorgt wird, so sind deren Umweltauswirkungen rund 50 % höher. Danach folgen mit etwa doppelt so hohen Belastungen, im Vergleich zu den besten, die Folie aus dem biobasierten Kunststoff PLA und die ganzseitige Papierbanderole. Aufgrund des relativen hohen Gewichtes zeigt das Couvert die höchste Belastung. Zu beachten ist dabei, dass die Umweltbelastung der Versandhüllen, im Vergleich zu anderen Tätigkeiten, nicht sehr relevant ist. So entsprechen die Umweltauswirkungen der zwölf Versandhüllen einer Monatszeitschrift pro Jahr und Abonnent derjenigen einer Autofahrt von 300 m bis 1.1 km (vgl. Anhang A1.1).

Zudem konnte gezeigt werden, dass die Schutzhüllen im Vergleich zur Magazinproduktion eine sehr geringe Umweltauswirkung haben. Insbesondere die Wahl des Papiers und dessen Gewicht haben einen Vielfach höheren Einfluss auf die Umweltbelastung als die Wahl der Versandhülle.

Da keine Studien oder Informationen gefunden wurden, welche Angaben über beschädigte Zeitschriften mit und ohne Versandhüllen machen, kann der ökologische Nutzen bzw. Schaden nur geschätzt werden. Falls die ökologisch optimale Schutzhülle bei einem hochwertigen Magazin 5 bis 10 Beschädigungen pro 1'000 Exemplaren vermeidet, so ist deren ökologischer Nutzen höher als der Schaden. Bei einer aufwändigen Schutzhülle müssten rund 30 Beschädigungen pro 1'000 Exemplare vermieden werden. Es ist durchaus zu erwarten, dass für solche Zeitschriften die Versandhüllen einen ökologischen Nutzen haben. Vor allem auch, weil für solche Zeitschriften die Akzeptanz von kleineren Beschädigungen geringer ist als bei einfachen Magazinen, welche teilweise sogar gratis abgegeben werden. Um diese Aussage zu bestätigen, bräuchte es fundierte Daten, die zeigen, um wieviel die verschiedenen Versandhüllen, welche auch unterschiedliche Schutzfunktionen bieten, die beschädigten Exemplare reduzieren.

Bei einfachen Zeitschriften müssten je nach Hülle und Zeitschrift die Anzahl an Beschädigungen beim Versand um 2 bis zu 10 Prozentpunkte reduziert werden, um aus ökologischer Sicht gerechtfertigt zu sein. Derart hohe Retourenzahlen erachten wir eher als unwahrscheinlich. Falls aus anderen als ökologischen Gründen eine Versandhülle benötigt wird, so sollte falls möglich das in der Schweiz produzierte Recyclingpapier-Couvert verwendet werden. Dieses bietet eine niedrige Umweltbelastung und kann zudem über den gleichen Weg recycelt werden wie die eigentliche Zeitschrift. Kunststofffolien aus biogenen Reststoffen wie Kartoffelschalen oder aus LDPE sind ebenfalls vergleichsweise wenig umweltbelastende Optionen. Da die Zeitschriften nach Hause geliefert werden, ist das Risiko von Littering praktisch nicht gegeben, dafür aber die Möglichkeit, dass die Folien ins Recycling gelangen.

Die Analyse nach IMPACT 2002+ führte zu sehr ähnlichen Ergebnissen (siehe Anhang) wie die Analyse mit der Methode der ökologischen Knappheit (MÖK 2013). Die Resultate können daher als robust bezeichnet werden.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass der grosse ökologische Hebel nicht bei den Versandhüllen sondern vielmehr im eigentlichen Zeitschriftendesign zu finden ist. Die Wahl eines passenden Papiers, eine angepasste Auflagenzahl sowie der Verzicht auf unnötige Beilagen, haben eine Vielfach grössere Auswirkung auf die Umwelt als die Wahl einer anderen Versandhülle und selbst als der komplette Verzicht auf eine Versandhülle.

6 Literatur

- Dinkel, D. F., & Roberts, G. (2019). Ökobilanz von wiederverwertbaren Versandlösungen der Schweizerischen Post (S. 29).
- Frischknecht, R., & Büsser Knöpfel, S. (2013). Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der Ökologischen Knappheit - Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz (No. 1330) (S. 256). Bern: Bundesamt für Umwelt.
- IPCC. (2014). Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, u. a., Hrsg.). New York: Cambridge University Press.
- ISO 14040. (2006). Environmental management—Life cycle assessment—Requirements and guidelines. Geneva.
- ISO 14044. (2006). Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework. Geneva.
- Jolliet, O., Margni, M., Charles, R., Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G., u. a. (2003). IMPACT 2002+: A new life cycle impact assessment methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(6), 324–330.
- KBOB, eco-bau, & IPB. (2018). KBOB-Ökobilanzdatenbestand 2016 und UVEK-Ökobilanzdatenbestand 2018.
- PRé Consultants. (2018). SimaPro 8.5 (Version 8.5.0). PRé Consultants.
- PRé Consultants. (2019). SimaPro 9 (Version 9.0). PRé Consultants.

Anhang

A1.1 Vergleich Autofahrt / Rindfleisch

Tabelle 3: Umweltauswirkungen pro Jahr und Abonnenten bei einer Monatszeitschrift

Anzahl		UBP	km Autofahrt	g Rindfleisch
12	Einfache Zeitschriften	4'740	11.6	167.0
12	Durchschnittliche Zeitschriften	10'900	26.6	382.0
12	Hochqualitative Zeitschriften	17'000	41.6	597.0
12	LDPE-Verpackungen	131	0.3	4.6
12	PLA-Verpackungen	261	0.6	9.2
12	Couverts	469	1.1	16.5
1	km Autofahrt	408		
100	g Rindfleisch	2'840		

Tabelle 4: Umweltauswirkungen pro Jahr und Auflage bei einer Monatszeitschrift

Anzahl		UBP	km Autofahrt bei einer Auflage von	
		pro Abonnenten	10'000	50'000
12	Einfache Zeitschriften	4'740	116'000	580'000
12	Durchschnittliche Zeitschriften	10'900	266'000	1'330'000
12	Hochqualitative Zeitschriften	17'000	416'000	2'080'000
12	LDPE-Verpackungen	131	3'000	15'000
12	PLA-Verpackungen	261	6'000	30'000
12	Couverts	469	11'000	55'000
1	km Autofahrt	408		

Im Durchschnitt fährt ein Auto in der Schweiz rund 13'500 km pro Jahr. Die damit verbundenen Umweltauswirkungen entsprechen ungefähr denjenigen der aufwändigsten Verpackung bei einer Auflage von 10'000 Exemplaren oder denjenigen der einfachen Polyethylenfolie (LDPE-Verpackung) bei einer Auflage von etwas weniger als 50'000 Exemplaren.

A1.2 Grafiken weitere Bewertungsmethoden

In diesem Anhang finden sich vorwiegend die Ergebnisse, die mit der Methode IMPACT 2002+ ausgewertet wurden.

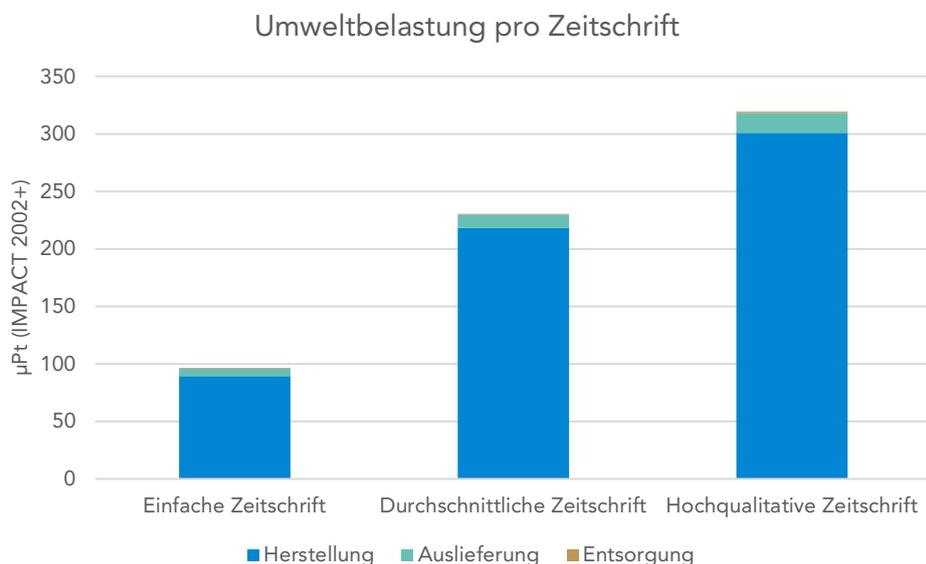


Abbildung 17: Vergleich der Umweltbelastung von drei unterschiedlichen Zeitschriftentypen anhand IMPACT 2002+

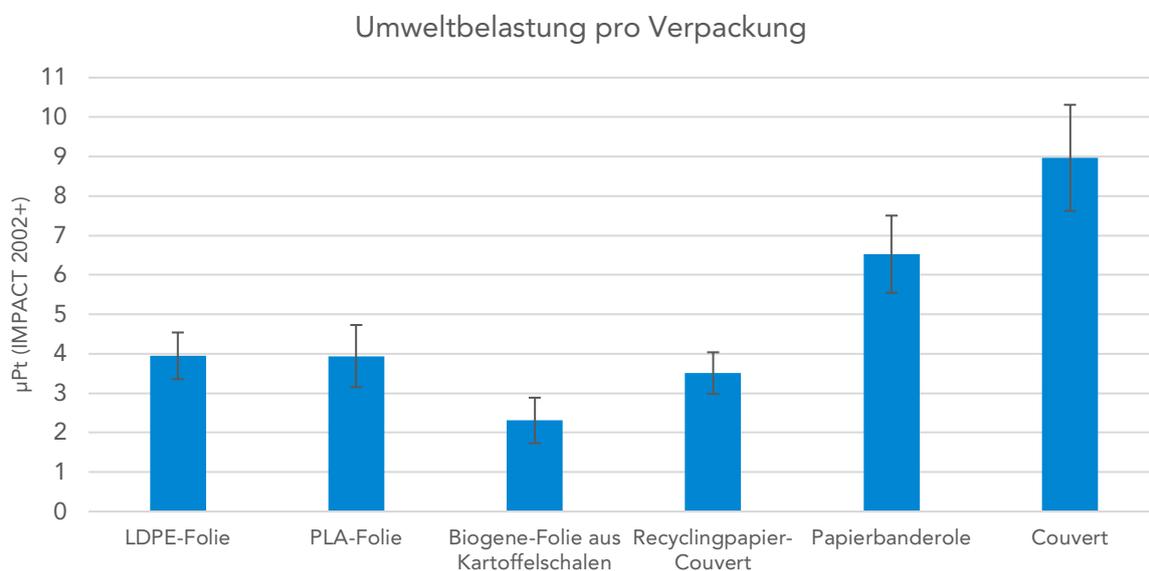


Abbildung 18: Vergleich der Umweltbelastung verschiedener Zeitschriftverpackungen nach IMPACT 2002+

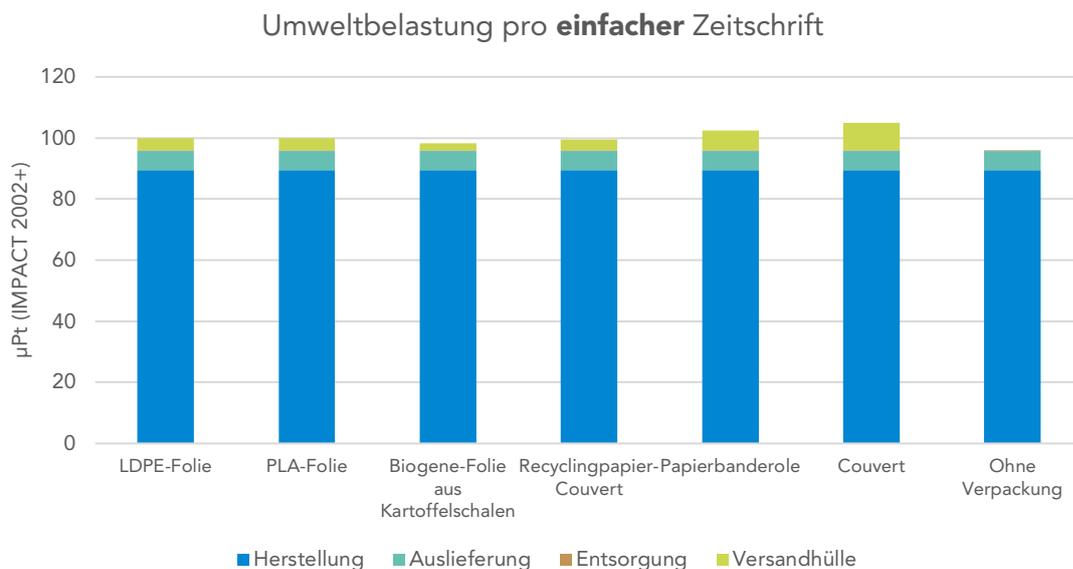


Abbildung 19: Umweltbelastung pro einfache Zeitschrift (ohne Retouren) mit unterschiedlicher Versandhülle nach IMPACT 2002+

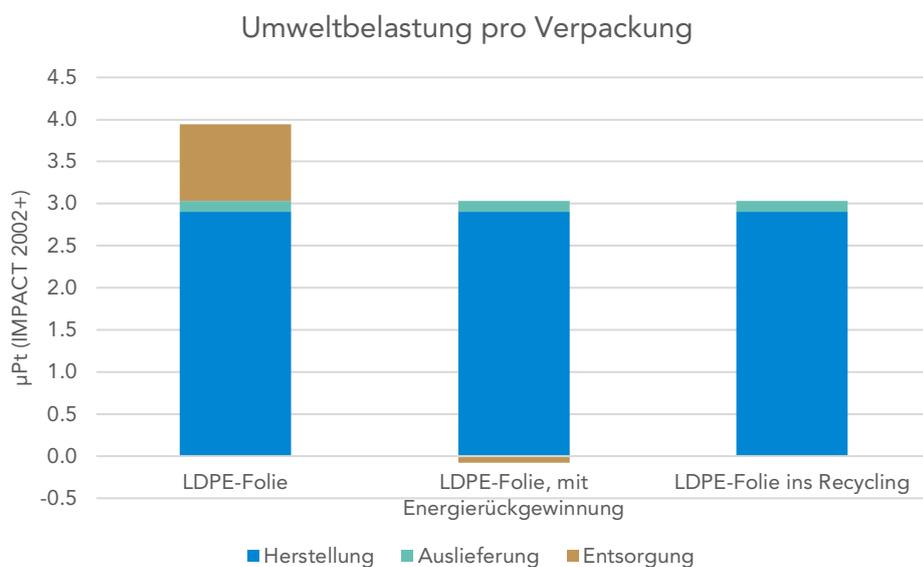


Abbildung 20: Sensitivitätsanalyse Entsorgung nach IMPACT 2002+

Umweltbelastung pro unbeschädigter **einfacher** Zeitschrift

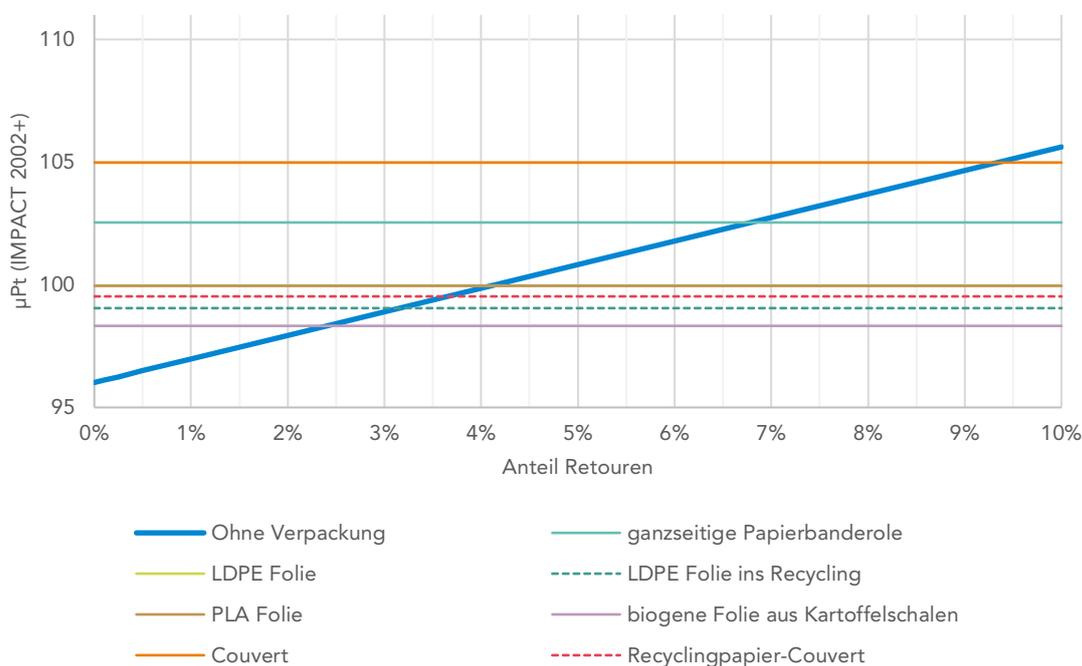


Abbildung 21: Umweltbelastung nach IMPACT 2002+ der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

Umweltbelastung pro unbeschädigter **durchschnittlicher** Zeitschrift

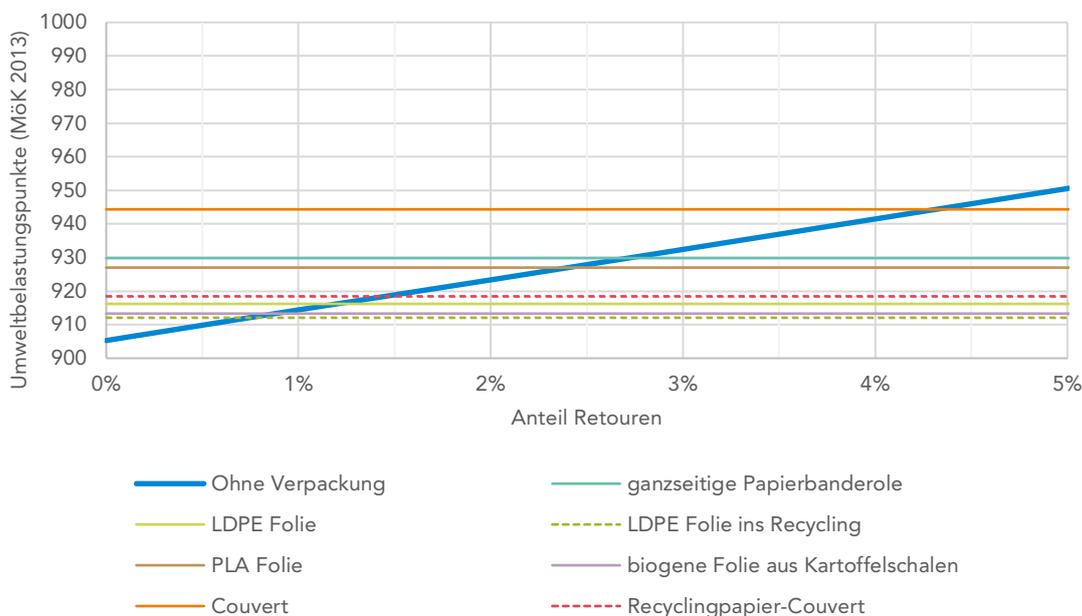


Abbildung 22: Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

Klimabelastung pro unbeschädigter **durchschnittlicher** Zeitschrift

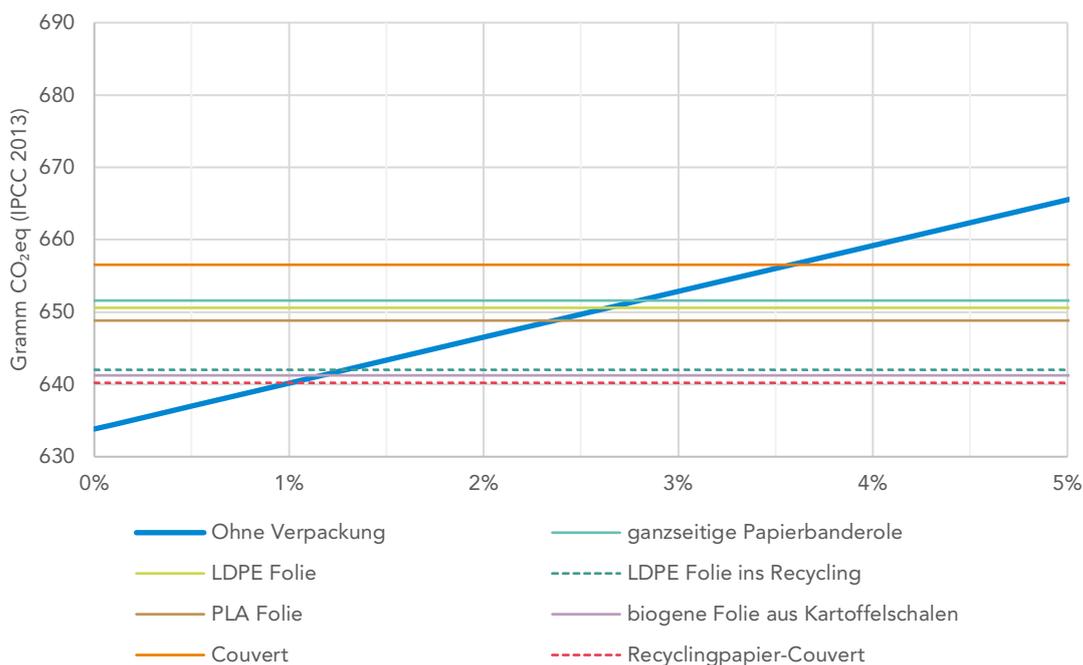


Abbildung 23: Klimabelastung nach IPCC 2013 der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

Umweltbelastung pro unbeschädigter **durchschnittlicher** Zeitschrift

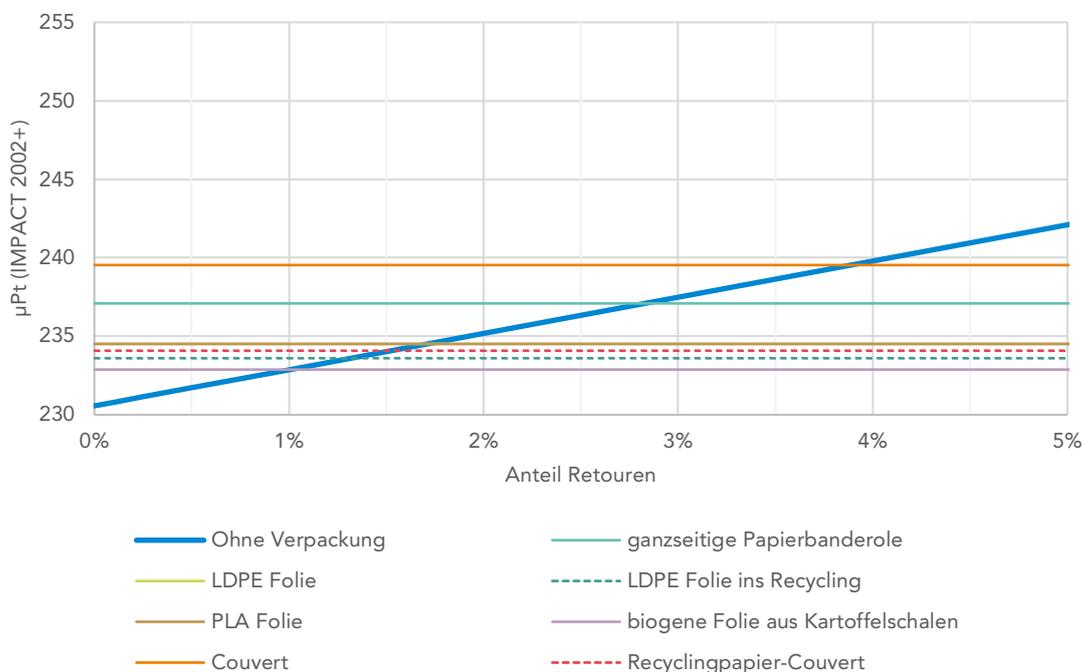


Abbildung 24: Umweltbelastung nach IMPACT 2002+ der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren

Umweltbelastung pro unbeschädigter **hochqualitativer** Zeitschrift

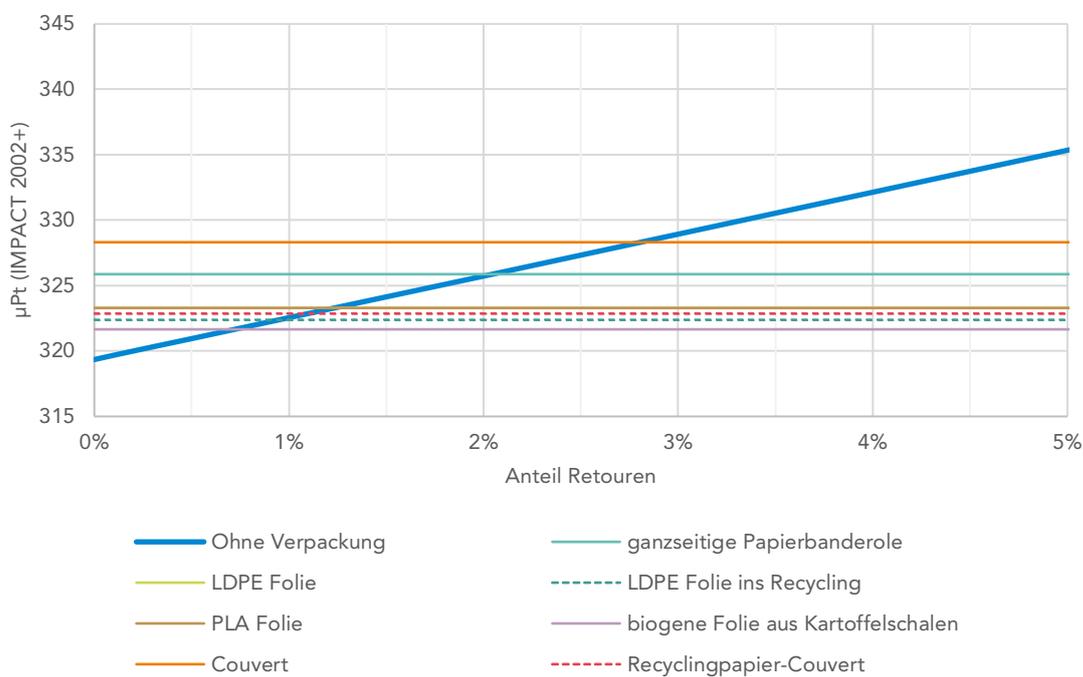


Abbildung 25: Umweltbelastung nach IMPACT 2002+ der untersuchten Versandhüllen in Abhängigkeit der Anzahl Retouren