

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

---

# Verpackungen für Käse

## Ökologie – Abfall – Handhabung

### Eine Kurzauswertung



# Impressum

**Autor/innen:**

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

**Projektleitung:**

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

**Kooperationspartner:**

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

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

Förderkennzeichen 01UP1804A

**Zitiervorschlag:**

Andreas Detzel; Carolin Bender; Tamara Ettinger; Alina Schmidt; Benedikt Kauertz (2021): Verpackungen für Käse. Ökologie, Abfall, Handhabung – Kurzauswertung. Ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH.

Mehr Informationen zum Projekt: [www.plastik-reduzieren.de](http://www.plastik-reduzieren.de)

Heidelberg, März 2021

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Anmerkungen zur Vorgehensweise .....</b>	<b>6</b>
2.1	Betrachtete Verpackungslösungen .....	6
2.2	Bewertungskriterien und Ergebnisdarstellung .....	6
2.3	Relevanz für das Reallabor .....	7
2.4	Datenquellen .....	7
2.5	Ergänzende Informationen zum „Handling“ .....	8
2.6	Einschränkungen .....	8
<b>3</b>	<b>LCA Ergebnisse .....</b>	<b>8</b>
3.1	Grafische Darstellung.....	8
3.2	Beobachtungen .....	9
3.3	Verpackungsintensität und Verpackungsabfall .....	10
3.4	Relevanz für das Reallabor.....	10
3.5	Gestaltungs-/Handhabungsrelevante Aspekte .....	11
<b>4</b>	<b>Anhang A: Angaben zu zentralen Parametern der Modellierung .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Anhang B: Verpackungsintensität und Abfallaufkommen .....</b>	<b>14</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ergebnisse der verschiedenen Verpackungsvarianten für Käse (Indikator Klimawandel) ..... 8  
Abb. 2: Ergebnisse der verschiedenen Verpackungsvarianten für Käse (Ausgewählte Indikatoren) ..... 9

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 kg Käse ..... 10  
Tab. 2: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 kg Käse ..... 10  
Tab. 3: Verpackungsspezifikationen Primärverpackung ..... 13  
Tab. 4: Verallgemeinernde Distributionsannahmen ..... 13  
Tab. 5: Sammel- und Entsorgungsparameter ..... 13  
Tab. 6: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 kg Käse ..... 14  
Tab. 7: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 kg Käse ..... 14

# 1 Vorwort

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

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

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

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

Ergänzt werden die Übersichtsökobilanz und die Abfallbilanz durch Informationen zu sozio-ökonomischen Aspekten der Verpackungsvarianten aus Sicht des Handels.

## 2 Anmerkungen zur Vorgehensweise

### 2.1 Betrachtete Verpackungslösungen

Im Rahmen des Vorhabens wurden Verpackungen für Käse als ein Referenzfall sowie in vier Varianten untersucht. Bei der Variante 1 wurde zudem unterschieden zwischen der Verpackung des Käses an der Ladentheke in einer einfachen Polyethylen-Folie und der Verwendung eines mit Polyethylen beschichteten Papiers. Die Auswahl der Verpackungslösungen erfolgte in Abstimmung mit den Praxispartnern im Vorhaben sowie auf Basis der Erfahrungen der beteiligten Institute. Der Referenzfall stellt den etablierten und zum Entscheidungszeitpunkt bzgl. der zu betrachtenden Verpackungslösungen am häufigsten vorfindbaren Anwendungsfall dar. Die Varianten sind Alternativlösungen, die im Handel entweder ebenfalls schon im Angebot waren oder deren Einführung geplant war bzw. unmittelbar bevorstand.

- Referenzfall (Ref): Primärkunststoffschale mit wiederverschließbarer Kunststoff-Deckelfolie für den Verkauf von vorgeschnittenem und vorverpacktem Käse aus der Selbstbedienungskühltheke (EW-KS-Schale).
- Variante 1a (Var 1a): Kartonverpackung für den Transport des Käselais zum Handel und Verwendung einer Folie Polyethylen (PE) zur Verpackung des Käsestücks für die Kundschaft an der Ladentheke (EW- PE-Folie).
- Variante 1b (Var 1b): Kartonverpackung für den Transport des Käselais zum Handel und Verwendung eine mit Polyethylen beschichteten Papiers zur Verpackung des Käsestücks für die Kundschaft an der Ladentheke (EW-Papier-PE-Folie).
- Variante 2 (Var 2): Mehrwegsystem: Kartonverpackung für den Transport des Käselais zum Handel und Verwendung einer Mehrwegkunststoffbox (MW-System) zur Verpackung des Käsestücks für die Kundschaft an der Ladentheke. Die Kunststoffbox wird nach der Nutzung zum Handel zurückgebracht und dort gereinigt (MW-KS-Box-Handel).
- Variante 3 (Var 3): Unverpackt-System: Kartonverpackung für den Transport des Käselais zum Handel Verwendung einer Mehrwegkunststoffbox (MW-System) zur Verpackung des Käsestücks für die Kundschaft an der Ladentheke. Die Kunststoffbox ist Eigentum der Kundschaft und wird im Haushalt gereinigt (MW-KS-Box-Konsument).
- Variante 4 (Var 4): Kunststoff beschichtete Papierschale mit wiederverschließbarer Kunststoff-Deckelfolie für den Verkauf von vorgeschnittenem und vorverpacktem Käse aus der Selbstbedienungskühltheke (EW-Karton-KS-Schale).

### 2.2 Bewertungskriterien und Ergebnisdarstellung

Die Umweltbewertung erfolgte über eine ökobilanzielle Wirkungsabschätzung anhand der Umweltkategorien Klimawandel, terrestrische Eutrophierung, aquatische Eutrophierung, Versauerung, kumulierter Energieaufwand durch nicht erneuerbaren Energieträger (KEA, nicht erneuerbar) sowie dem kumulierten Rohstoffaufwand. Für jede Verpackungslösung sind die Ergebnisse zum Klimawandel in Form von Staffalbalken dargestellt, anhand derer die Beiträge der einzelnen Verpackungsmaterialien/-bestandteile bzw. Lebenswegabschnitte ersichtlich werden (vgl. Abb. 1). Ein

weiterer Balken zeigt die über eine thermische oder stoffliche Verwertung erzielbaren Energiegutschriften (negative Werte). Der Saldo aus beiden Balken ist im dritten, grau-gefärbten Balken ersichtlich. Die Ergebnisse aller Vergleichsszenarien beziehen sich auf die gleiche funktionelle Einheit, die hier durch den Verpackungsbedarf (als Masse) für die Distribution und den Verkauf von 1.000 kg Käse definiert ist. Die dem zugrundeliegenden Verpackungsspezifikationen und Distributionsannahmen sind in Tab. 3 und Tab. 4 ersichtlich.

In einer weiteren Abbildung (vgl. Abb. 2) sind die Ergebnisse aller genannten Umweltkategorien zusammengeführt, wobei das Szenario mit der jeweils höchsten Last auf 100% gesetzt wurde und das Ergebnis der restlichen Szenarien relativ dazu dargestellt ist.

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

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

Die Verpackungsintensität und das Aufkommen an Verpackungsabfall der betrachteten Verpackungslösungen werden in Relation zueinander mit „gering“ (grün), „mittel“ (orange) und „hoch“ (rot) eingestuft. Diese Einstufung wird über einen Farb- und Symbolcode mit den Ergebnisbalken zum Klimawandel zusammengeführt (vgl. Abb. 1), um die beide Wirkpfade Umwelt und Abfall für die Gesamtbewertung in eine kondensierte Zusammenschau zu bringen.

## 2.3 Relevanz für das Reallabor

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

## 2.4 Datenquellen

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

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

## 2.5 Ergänzende Informationen zum „Handling“

Ergänzend zur Übersichtsökobilanz und Abfallbilanzierung wurden bei den Praxispartnern via Fragebogen Informationen zu den Implikationen einer Umstellung auf neue Verpackungsalternativen abgefragt. Bezugspunkt war hierbei wieder der definierte Referenzfall. Der Umfang der Abfrage war zu gering für eine weitergehende Analyse der Antworten. Andererseits ergänzen die erhaltenen Informationen die Aspekte Umwelt und Abfall um praxisrelevante Hinweise und Überlegungen, die im Abwägungsprozess einer Um- bzw. Neugestaltung einer Verpackungsstrategie eine Rolle spielen. Die Rückmeldungen sind daher in der vorliegenden Auswertung im Abschnitt „Gestaltungs-/Handhabungsrelevante Aspekte“ nachrichtlich als Exzerpt dokumentiert.

## 2.6 Einschränkungen

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

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

# 3 Ergebnisse der Ökobilanz

## 3.1 Grafische Darstellung

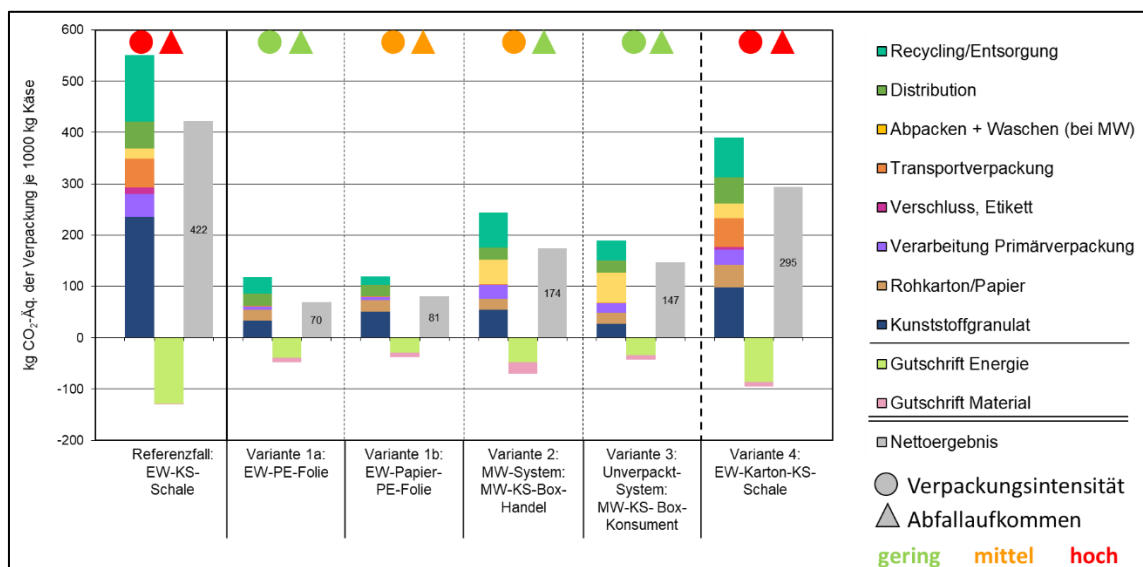
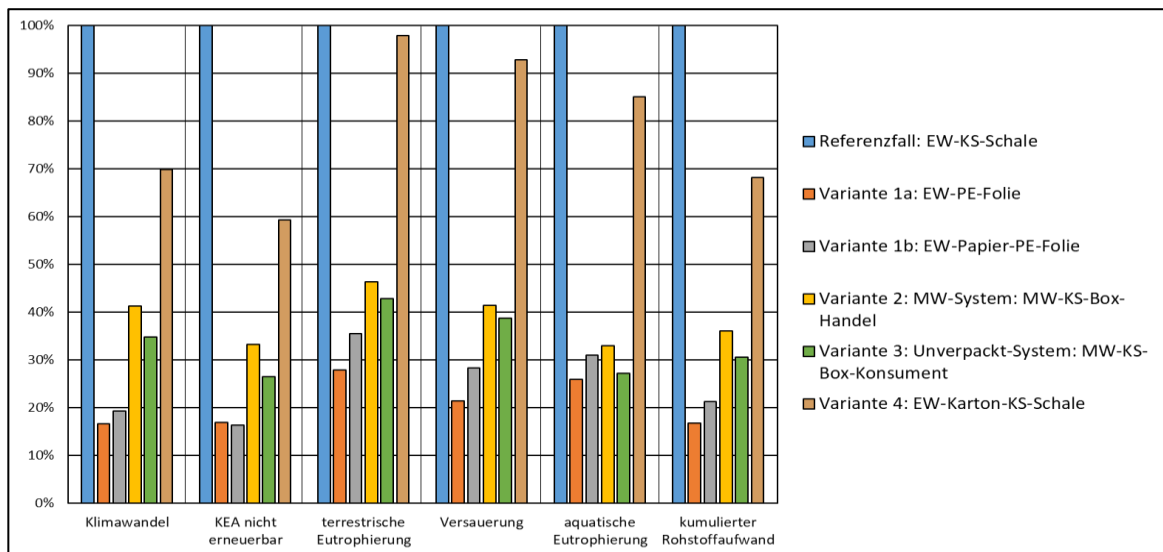


Abb. 1: Ergebnisse der verschiedenen Verpackungsvarianten für Käse (Indikator Klimawandel)



Sektorale Darstellung der Auswirkungen der verschiedenen Verpackungsvarianten für Käse auf den Klimawandel, dargestellt in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro 1000 kg verpacktes Produkt. Bei Var 1b beinhaltet die Kategorie Kunststoffgranulat auch den Papieranteil der Papier-PE-Folie.



**Abb. 2: Ergebnisse der verschiedenen Verpackungsvarianten für Käse (Ausgewählte Indikatoren)**

Gruppierte Darstellung der verschiedenen Verpackungsvarianten im direkten Vergleich bezüglich der ausgewählten Umweltindikatoren. Der höchste Wert wurde jeweils auf 100% gesetzt, die restlichen Ergebnisse sind relativ dazu dargestellt.

## 3.2 Beobachtungen

- Die EW-KS-Schale (Ref), gefolgt von der EW-Karton-KS-Schale (Var 4), zeigt in allen Kategorien die höchsten Umweltlasten. Ursache dafür ist der hohe Verpackungsmaterialbedarf je funktioneller Einheit in beiden Varianten.
- Die geringsten Umweltlasten fallen bei den flexiblen Folienlösungen gemäß Variante 1a und 1b an. Diese Varianten zeichnen sich auch durch einen vergleichsweise geringen Kunststoff-Einsatz in der Verkaufsverpackung aus.
- Die Varianten mit den MW-KS-Boxen (Var 2 und Var 3) zeigen etwas höhere Umweltwirkungen als die flexiblen Folien, ausschlaggebend hierfür ist der Waschvorgang der Boxen. In der Unverpackt-Variante (Var 3) ist im Vergleich zur Kunststoffbox des MW-Systems (Var 4) einerseits eine höhere Umlaufzahl, andererseits eine geringere Energieeffizienz beim Waschvorgang angesetzt (Gewerbespülmaschine versus haushaltsübliche Geschirrspülmaschine). Insgesamt führt dies zu etwas geringeren Umweltlasten bei Var 3.
- Insgesamt führt die „Verkaufslogistik“ über den Transport eines Käselais in einer Kartonverpackung (Var 1a, Var 1b, Var 2 und Var 3) mit Portionierung an der Verkaufsstelle zu Vorteilen gegenüber den vortportioniert angelieferten Varianten. Dieses zeigt sich vor allem bei den sehr geringen Umweltlasten der Transportverpackung dieser Varianten.
- Im Vergleich zu den Verpackungsvarianten aus flexibler Folie (Var 1a und 1b) werden die Verpackungsvarianten mit den starren wiederverwendbaren KS-Behältnissen (Var 2 und 3) stark von der Waschfrequenz der MW-Behälter geprägt. Da das Abpacken von dem Käselais und

dem Käsestück manuell von statten geht, fallen hier für die Varianten 1a, 1b, 2 und 3 keine zusätzlichen Umweltlasten an, während bei dem Referenzfall der KS-Schale (Ref) und der KS-Karton-Schale (Var 4) zusätzliche Lasten durch den Abpackprozess entstehen.

### 3.3 Verpackungsintensität und Verpackungsabfall

**Tab. 1: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 kg Käse**

Variante	Ref EW-KS-Schale	Var 1a EW-PE-Folie	Var 1b EW-Papier-PE-Folie	Var 2 MW-KS-Box-Handel	Var 3 MW-KS-Box-Konsument	Var 4 EW-Karton-KS-Schale
<b>Primärverpackung</b>						
Papier/Karton [kg]	7,52	42,86	69,32	42,86	42,86	88,10
Kunststoff [kg]	96,48	16,00	4,80	36,80	18,40	19,10
<b>Summe</b>	<b>104,00</b>	<b>58,86</b>	<b>74,12</b>	<b>79,66</b>	<b>61,26</b>	<b>107,20</b>
<b>Primärverpackung [kg]</b>						
<b>Summe</b>	<b>80,52</b>	<b>5,29</b>	<b>5,57</b>	<b>6,69</b>	<b>7,15</b>	<b>80,52</b>
<b>Sekundärverpackung [kg]</b>						
<b>Gesamtsumme [kg]</b>	<b>184,52</b>	<b>64,15</b>	<b>79,69</b>	<b>86,35</b>	<b>68,41</b>	<b>187,72</b>

**Tab. 2: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 kg Käse**

Variante	Ref EW-KS-Schale	Var 1a EW-PE-Folie	Var 1b EW-Papier-PE-Folie	Var 2 MW-KS-Box-Handel	Var 3 MW-KS-Box-Konsument	Var 4 EW-Karton-KS-Schale
Summe	104,00	20,29	35,55	22,69	13,49	97,65
Primärverpackung [kg]						
Summe	11,33	2,89	2,96	3,28	3,32	11,33
Sekundärverpackung [kg]						

Die geringste Verpackungsintensität und das geringste Aufkommen an Verpackungsabfall findet sich bei der flexiblen KS-Folienverpackung und der vom Konsumenten gestellten MW-Box, wobei das Abfallaufkommen auch bei vom Handel gestellten MW-Box verhältnismäßig gering ist.

### 3.4 Relevanz für das Reallabor

Die flexiblen EW-Folien (Var 1a und 1b) bieten sich aufgrund der Ökobilanzergebnisse und den vergleichsweise geringen Verpackungsmaterialintensitäten für das Reallabor als Alternativen zum Referenzsystem an. Dabei bietet sich sowohl die Vorverpackung in der Verkaufsstelle (Var 1a) als auch eine Verpackung an der Käsetheke (Var 1b) als Lösung an.

Die MW-Boxen (Var 2 und 3) bieten sich ebenfalls als Alternativen im Vergleich zum Referenzsystem an. Würde man bei den Boxen hohe Umlaufzahlen (>100) mit modernen hocheffizienten Spül-

maschinen verknüpfen, würden die Ökobilanzergebnisse annähernd die Ergebniswerte der flexiblen Folien erreichen können. Eine Bewerbung im Rahmen des Reallabors mit entsprechenden Verbraucherhinweisen könnte daher sinnvoll sein.

Anmerkung: Bezüglich der Waschfrequenz der MW-Boxen wurde angenommen, dass diese nach jeder Nutzung gespült werden. Bei der MW-Box, die von den Konsument/innen mitgebracht wird, könnten Änderungen im Verbraucherverhalten, z.B. Unterschiede bei der Nutzungshäufigkeit oder Art der Reinigung (händisch, Spülmaschine), negative/positive Auswirkungen auf die Ausprägung der Umweltlasten haben.

## 3.5 Gestaltungs-/Handhabungsrelevante Aspekte

### Vergleich Frischetheke / Kühltheke

- Alle Käseprodukte, die direkt an der Frischetheke verpackt und ausgegeben werden, bedürfen eines besonders hohen personellen und logistischen Aufwands. Transparentes und hygienisches Arbeiten hinter der Frischetheke und Informationen zur Reinigung der MW-Verpackungen bilden die Basis für den Erfolg dieser Systeme.
- Der Mehraufwand für die Mitarbeitenden an der Frischetheke entsteht vor allem bei der Bedienung der Gastropülmaschine (MW-KS-Boxen) bzw. der Organisation durch eine externe Spüllogistik, der Sicherstellung der Hygiene an der Theke und der Einhaltung der Kühlkette beim Portionieren. Gefäße der Kundschaft dürfen nicht hinter die Theke gelangen.
- Der an der Frischetheke verpackte Käse hat eine deutlich geringere Haltbarkeit als der in Einwegschalen über die Kühltheke ausgegebene Käse. Die an der Frischetheke verwendeten Verpackungen bieten zudem deutlich geringere Möglichkeiten für Darstellung, Marketing und Herstellerangaben im Vergleich zum Referenzfall. Aufgrund des geringen Platzes ist daher besonders die (seitens des Handels gewünschte) Bewerbung des Produkts über die Verpackung kaum möglich.
- Der Informationsaufwand bzgl. Hygiene und Systemerläuterung und Kommunikationsaufwand ist besonders bei den MW-Varianten deutlich höher im Vergleich zum Referenzfall; auch zusätzliche Schulungen für die Mitarbeitenden sind notwendig.
- Es ist wichtig festzuhalten, dass Käse an der Frischetheke von anderen Kund/innen nachgefragt wird als der verpackte Käse. Aus Sicht des Handels können Lebensmittelangebote an der Frischetheke und die im Kühlregal angebotenen grundsätzlich als unterschiedliche Produktformen angesehen werden.

### Ergänzende Detailspekte

- Die Einweg-Papierschale benötigt für die Verpackungsmaschine teilweise neue Bauteile; dieser Mehrpreis stellte in der Vergangenheit ein Hemmnis in der Markteinführung dar.
- Bzgl. der Entsorgung gilt es zu beachten, Papier und Kunststoffverpackungen stofflich zu trennen; diese Aufgabe fällt in den Verantwortungsbereich der Kund/innen.
- Die Mehrkosten an der Frischetheke können weitergegeben werden, weil die Kundschaft für frische Ware bereit ist einen höheren Preis zu zahlen. Bei der Papierschale, selbst wenn sie als nachhaltig empfunden würde, ist das Weiterreichen von Kosten schwer umsetzbar.

- Bei der MW-KS-Box ist denkbar, dass es psychologische Hürden gibt, sich für die Verpackungsvariante zu entscheiden, da andere Kund/innen die Box schon in ihrem Kühlschrank hatten.
- Sofern im Handel selbst auch MW-Verpackungen zur Verwendung an der Frischetheke ausgegeben werden, ist auch ein Spontaneinkauf bei Nutzung von MW-Verpackungen möglich. Eine Befandung erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Mehrwegverpackungen zurückgebracht bzw. wiederverwendet werden.

## 4 Anhang A: Angaben zu zentralen Parametern der Modellierung

**Tab. 3: Verpackungsspezifikationen Primärverpackung**

Variante	Ref EW-KS- Schale	Ref EW-De- ckel- folie	Var 1a 1b  2 3 EW- Karton	Var 1a EW-PE- Folie	Var 1b EW-Pa- pier-PE- Folie	Var 2 MW-KS- Box- Handel	Var 3 MW-KS- Box- Konsu- ment	Var 4 EW-Kar- ton-KS- Schale	Var 4 EW-De- ckel- folie
Material Primärverpackung	Kunststoff	Kunststoff	Karton	Kunststoff	Papier Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Karton Kunststoff	Kunststoff
Gewicht Primärverpackung [g]	9,48	2,58	300	2	3,9	230	230	13,4	2,58
Füllvolumen [g]	125		7000	125	125	125	125	125	
Umlaufzahl	1	1	1	1	1	50	100	1	1

**Tab. 4: Verallgemeinernde Distributionsannahmen**

Variante	Ref EW-KS- Schale	Var 1a 1b 2 3 EW-Karton	Var 1a EW-PE- Folie	Var 1b EW-Papier- PE-Folie	Var 2 MW-KS- Box-Handel	Var 3 MW-KS-Box- Konsument	Var 4 EW-Karton-KS- Schale
Verpackung → Abfüllen [km]	400	400					400
Abfüllen → Handel [km]			400	400	400	400	
Abfüllen → Zentrallager [km]	700	700					700
Zentrallager → Handel [km]	300	300					300

**Tab. 5: Sammel- und Entsorgungsparameter**

Variante	Ref EW- KS- Schale	Ref EW-De- ckel- folie	Var 1a 1b 2  3 EW-Kar- ton	Var 1a EW-PE- Folie	Var 1b EW-Pa- pier-PE- Folie	Var 2 MW-KS- Box- Handel	Var 3 MW-KS- Box- Konsu- ment	Var 4 EW-Kar- ton-KS- Schale	Var 4 EW-De- ckel- fo- lie
<b>Sammeln [%]</b>									
Restmüll	25	50		50	75	50	50	50	50
Altpapier			100						
Gelber Sack	75	50		50	25	50	50	50	50
<b>Sortieren [%]</b>									
Energetische Verwertung	100	100	10	100	100	50	50	50	100
Recycling			90			50	50	50	

## 5 Anhang B: Verpackungsintensität und Abfallaufkommen

Tab. 6: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 kg Käse

Variante	Ref EW-KS- Schale	Var 1a EW-PE- Folie	Var 1b EW-Papier- PE-Folie	Var 2 MW-KS- Box-Han- del	Var 3 MW-KS-Box- Konsument	Var 4 EW-Karton-KS- Schale
<b>Primärverpackung</b>						
Papier/Karton [kg]	7,52	42,86	69,32	42,86	42,86	88,10
Kunststoff [kg]	96,48	16,00	4,80	36,80	18,40	19,10
<b>Summe Primärverpackung [kg]</b>	<b>104,00</b>	<b>58,86</b>	<b>74,12</b>	<b>79,66</b>	<b>61,26</b>	<b>107,20</b>
<b>Sekundärverpackung</b>						
Wellpappe [kg]	74,85	1,22	1,41	1,93	2,40	74,85
Kunststoff [kg]	0,55	0,39	0,40	0,68	0,68	0,55
Palette [kg]	5,12	3,69	3,76	4,08	4,07	5,12
<b>Summe Sekundärverpackung [kg]</b>	<b>80,52</b>	<b>5,29</b>	<b>5,57</b>	<b>6,69</b>	<b>7,15</b>	<b>80,52</b>
<b>Gesamtsumme [kg]</b>	<b>184,52</b>	<b>64,15</b>	<b>79,69</b>	<b>86,35</b>	<b>68,41</b>	<b>187,72</b>

Tab. 7: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 kg Käse

Variante	Ref EW-KS- Schale	Var 1a EW-PE- Folie	Var 1b EW-Papier- PE-Folie	Var 2 MW-KS-Box- Handel	Var 3 MW-KS-Box- Konsument	Var 4 EW-Karton- KS-Schale
<b>Primärverpackung</b>						
Papier/Karton [kg]	7,52	4,29	30,75	4,29	4,29	88,10
Kunststoff [kg]	96,48	16,00	4,80	18,40	9,20	9,55
<b>Summe Primärverpackung [kg]</b>	<b>104,00</b>	<b>20,29</b>	<b>35,55</b>	<b>22,69</b>	<b>13,49</b>	<b>97,65</b>
<b>Sekundärverpackung</b>						
Wellpappe [kg]	7,49	0,12	0,14	0,19	0,24	7,49
Kunststoff [kg]	0,06	0,04	0,04	0,07	0,07	0,06
Palette [kg]	3,79	2,73	2,78	3,02	3,01	3,79
<b>Summe Sekundärverpackung [kg]</b>	<b>11,33</b>	<b>2,89</b>	<b>2,96</b>	<b>3,28</b>	<b>3,32</b>	<b>11,33</b>
<b>Gesamtsumme [kg]</b>	<b>115,33</b>	<b>23,17</b>	<b>38,51</b>	<b>25,97</b>	<b>16,81</b>	<b>108,98</b>

[www.plastik-reduzieren.de](http://www.plastik-reduzieren.de)

