

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

---

# Verpackungen für Mandeln

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 Mandeln. 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“ .....	7
2.6	Einschränkungen .....	8
<b>3</b>	<b>Ergebnisse der Ökobilanz.....</b>	<b>9</b>
3.1	Grafische Darstellung.....	9
3.2	Beobachtungen.....	10
3.3	Verpackungsintensität und Verpackungsabfall.....	10
3.4	Relevanz für das Reallabor .....	11
3.5	Gestaltungs-/Handhabungsrelevante Aspekte .....	11
<b>4</b>	<b>Anhang A: Angaben zu zentralen Parametern der Modellierung .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Anhang B: Verpackungsintensität und Abfallaufkommen .....</b>	<b>15</b>

## Abbildungsverzeichnis

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

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 kg Mandeln.....10  
Tab. 2: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 kg Mandeln .....10  
Tab. 3: Verpackungsspezifikationen Primärverpackung.....14  
Tab. 4: Verallgemeinernde Distributionsannahmen .....14  
Tab. 5: Sammel- und Entsorgungsparameter .....14  
Tab. 6: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 kg Mandeln.....15  
Tab. 7: Verpackungsabfall zur Beseitigung je Variante pro 1.000 kg Mandeln .....16

# 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 Heidelberg angesetzten Reallabors erprobt. Innoredux gliedert sich in vier Arbeitspakete:

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

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

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 Mandeln als ein Referenzfall sowie in zwei Varianten untersucht. Bei der Variante 1 wurde zudem unterschieden zwischen einer Anlieferung der Mandeln an die Verkaufsstelle in einem Mehrweg-Kunststoffeimer und einem Einweg-Papiersack.

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): Verkaufsfertige Abfüllung im Einweg-Beutel aus Kunststoff-Verbundfolie beim Hersteller (EW-KS-Beutel).
- Variante 1a (Var 1a): Unverpackt-System: Anlieferung Mandeln in einem Mehrweg-Kunststoffeimer und Abfüllung/ Portionierung durch Kundschaft in der Verkaufsstelle (Gefäß hier: Glas zur Mehrfachverwendung) (MW-K+MW-Glas).
- Variante 1b (Var 1b): Unverpackt-System: Anlieferung Mandeln in Einweg-Papiersack zum Handel. Abfüllung und Portionierung durch Kundschaft in der Verkaufsstelle (Gefäß hier: Glas zur Mehrfachverwendung) (EW-PS+MW-Glas).
- Variante 2 (Var 2): Verkaufsfertige Abfüllung im Mehrwegglas beim Hersteller (basierend auf dem Pfandsystem für Joghurt).

### 2.2 Bewertungskriterien und Ergebnisdarstellung

Die Umweltbewertung erfolgte über eine ökobilanzielle Wirkungsabschätzung anhand der Umweltkategorien Klimawandel, terrestrische Eutrophierung, aquatische Eutrophierung, Versauerung, kumulierter Energieaufwand durch nicht erneuerbaren Energieträger (KEA, nicht erneuerbar) sowie dem kumulierten Rohstoffaufwand. Für jede Verpackungslösung sind die Ergebnisse zum Klimawandel in Form von Staffelbalken dargestellt, anhand derer die Beiträge der einzelnen Verpackungsmaterialien/-bestandteile bzw. Lebenswegabschnitte ersichtlich werden (vgl. Abb. 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 Mandeln 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. 6)
- Definition „Verpackungsabfall“: Art und Menge an Verpackungsmaterialien, die im Anschluss an die Nutzungsphase nicht in den Materialkreislauf zurückgeführt werden (vgl. Tab. 7).

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

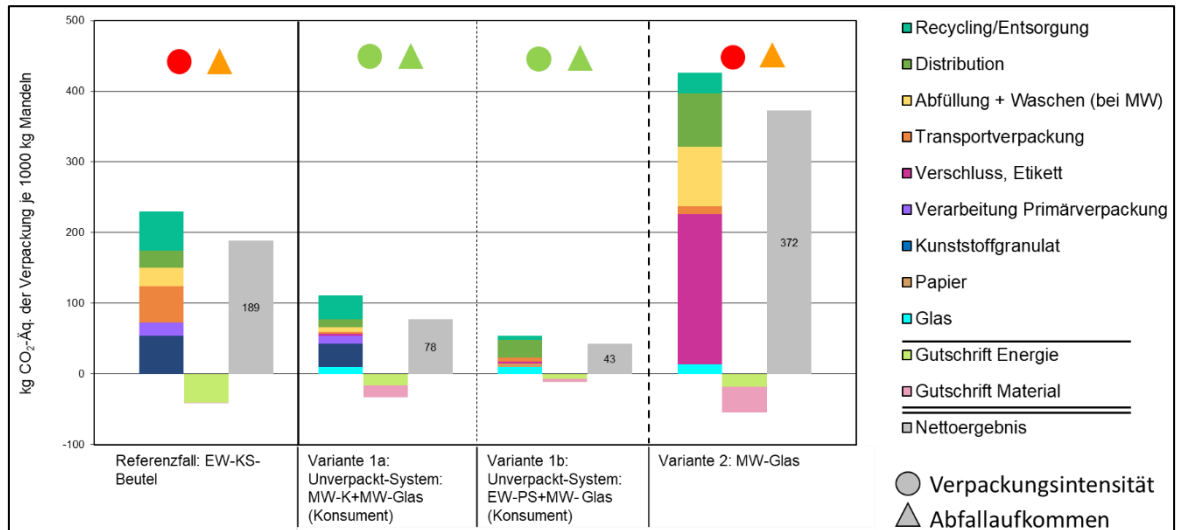
Die Anlieferung der Mandeln an die Unverpacktläden erfolgt in den bilanzierten Szenarien entweder in einem Mehrweg-Kunststoffeimer (Var 1a) oder in einem Einweg-Papiersack (Var 1b). Die angesetzten Umlaufzahlen des Mehrwegeimers sind Schätzungen mangels belastbarer empirischer Daten. Im Abgleich mit neueren Informationen seitens der Lieferanten scheinen höhere Umlaufzahlen als die angesetzten in der Praxis durchaus erreichbar zu sein.

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



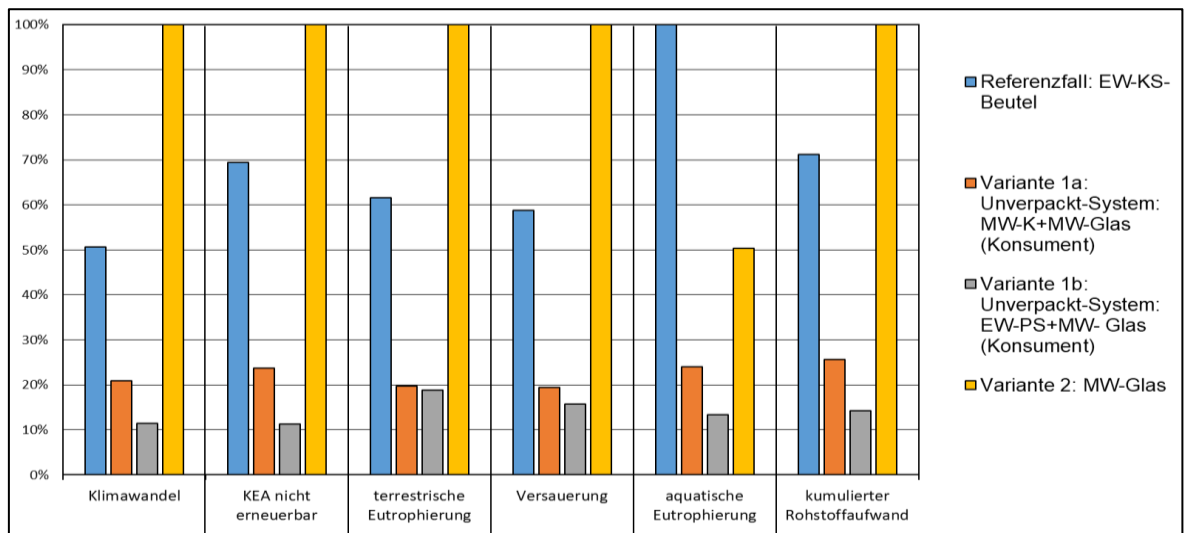
### 3 Ergebnisse der Ökobilanz

#### 3.1 Grafische Darstellung



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

Sektorale Darstellung der Auswirkungen der verschiedenen Verpackungsvarianten für Mandeln auf den Klimawandel, dargestellt in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro 1000 kg verpacktes Produkt.



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

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

## 3.2 Beobachtungen

- Das Mehrwegglas (Var 2) zeigt bei 4 von 5 Indikatoren die höchsten Umweltlasten. Treiber: das Pfandsystem verliert durch die Einmalnutzung der Deckel an Materialeffizienz. Zusätzlich fallen höhere Emissionen durch den Rücktransport und die Reinigung an.
- Die Unverpackt-Varianten (1a und 1b) zeigen bei allen Indikatoren die niedrigsten Umweltlasten, wobei 1b Vorteile gegenüber 1a aufweist. Letzteres ergibt sich aus der Kombination des Packstoffs Papier mit einer höheren Packeffizienz des Sacks gegenüber den MW-Eimern.
- Das Referenzsystem hat in 4 von 5 Indikatoren Vorteile gegenüber dem MW-Glas (Var 2). Treiber: u.a. allein der EW-Deckel des MW-Glases hat ein höheres Gesamtgewicht (8 g) als die gesamte EW-Verpackung (5 g).

## 3.3 Verpackungsintensität und Verpackungsabfall

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

Variante	Ref EW-KS- Folie	Var 1a MW-Eimer	Var 1a MW-Glas	Var 1b Papier- sack	Var 1b MW Glas	Var 2 MW-Glas
Glas [kg]			16,70		16,70	23,86
Weißblech [kg]			0,80		0,80	57,14
Papier [kg]			0,10	9,28	0,10	7,14
Kunststoff [kg]	25,00	18,78				4,37
<b>Summe Primärverpackung [kg]</b>	<b>25,00</b>	<b>36,38</b>		<b>26,88</b>		<b>92,50</b>
<b>Sekundärverpackung [kg]</b>	<b>75,70</b>	<b>6,56</b>		<b>12,43</b>		<b>9,62</b>
<b>Gesamtsumme Variante [kg]</b>	<b>100,70</b>	<b>42,94</b>		<b>39,31</b>		<b>102,12</b>

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

Variante	Ref EW-KS- Folie	Var 1a MW- Eimer	Var 1a MW- Glas	Var 1b Papiersack	Var 1b MW Glas	Var 2 MW-Glas
Primärverpackung [kg]	25,00	3,37		2,42		20,15
Sekundärverpackung [kg]	11,08	3,40		6,65		5,79

Bei den Unverpackt-Varianten gelangt weniger Verpackungsmaterial in den Verpackungsstoffstrom und es geht zudem dem Stoffkreislauf am wenigsten Material verloren. Das Verpackungsaufkommen ist durch die Palette geprägt.

Im Referenzfall wird die Materialintensität und das Abfallaufkommen insbesondere durch den Kunststoffbeutel selbst und die Sekundärverpackung bestimmt. Beim MW-Glas (Var 2) ist die Materialintensität durch den Weißblechdeckel und das Abfallaufkommen zusätzlich durch das Etikettenpapier bestimmt.

Anmerkungen: Seit dem Inkrafttreten des Verpackungsgesetzes ist die Entsorgungswirtschaft bemüht, Einweg-Kunststoffverpackungen vermehrt zu recyklieren. Die in der vorliegenden Bilanz modellierte Einweg-Kunststoffolie im Referenzsystem besteht aus Schichten von Polyethylen und Ethylvinylalkohol (EVOH). Diese Materialkombination ist generell recyclingfähig. Ob in der Praxis ein Recycling stattfindet, hängt davon ab, ob die gebrauchte Verpackung in den gelben Sack gelangt und falls ja, ob sie in den Sortieranlagen in die Folien-Wertstofffraktion gelangt. Letzteres ist abhängig von der Größe und der Konfiguration bzw. der Einstellung der Sortieraggregate. Derzeit ist nach Kenntnis der Autor/innen bei Folienverpackungen eine Größe größer DIN A5 die ausschlaggebende Voraussetzung, um eine Positivsortierung in Erwägung zu ziehen. Für die vorliegende Bilanz wurde ein konservativer Ansatz gewählt und nicht von einem Recycling des Einweg-Kunststoffbeutels ausgegangen.

Unter der Annahme, dass der Einweg-Kunststoffbeutel recykliert wird, würde sich die Abfallbilanz im Sinne des hier gewählten Vorgehens deutlich verbessern, da erheblich weniger Verpackungsabfall zur Beseitigung zu Buche schlagen würde.

## 3.4 Relevanz für das Reallabor

Für das Reallabor empfehlen sich besonders die beiden Unverpackt-Varianten. Dabei sollte eine Optimierung der MW-Eimer für die Anlieferung der losen Ware an die Läden mitgedacht werden. Für die Optimierung gäbe es hierbei zwei mögliche Stellgrößen:

- Zum einen kann die Umlaufzahl gesteigert werden. Bei einer Umlaufzahl von 20 würden sich die Ergebnisse des Mehrwegeimers (Var 1a) dem Ergebnis des Papiersacks (Var 1b) angleichen.
- Zum anderen könnte der Einsatz von Primärmaterial durch die Verwendung von Rezyklat reduziert werden.

Hinweis: in Bezug auf das Abfallaufkommen wäre die Nutzungshäufigkeit der Paletten nochmals genauer zu betrachten.

Bei einer Verwendung des MW-Glases wäre im Reallabor zu prüfen, ob das System so gestaltet werden kann, dass die Umweltlasten deutlich reduziert werden. Optimiert werden kann das Mehrwegsystem, durch eine höhere Packeffizienz (mehr Produkt pro Verpackung). Einen größeren Effekt hätte dennoch die Entwicklung eines Mehrwegsystems mit wiederverwendbarem Deckel. Gegebenenfalls wäre auch zu prüfen, ob eine komplette Umstellung auf PET-Mehrweg möglich wäre, um so die Distributionsaufwendungen (durch eine bessere Auslastung der LKWs) zu reduzieren.

Sofern bei den im Rahmen des Reallabors eingesetzten Einwegbeuteln davon ausgegangen werden kann, dass diese innerhalb der bestehenden Verwertungsinfrastruktur tatsächlich recykliert werden, könnte ein entsprechender Hinweis gegenüber der Kundschaft sinnvoll sein, um unter anderem auf die stattfindenden Fortschritte in diesem Bereich hinzuweisen.

## 3.5 Gestaltungs-/Handhabungsrelevante Aspekte

Die hier in der Folge aufgelisteten Aspekte stellen eine Verschriftlichung der Angaben der Praxispartner dar, die anhand von Likert-Abfragen mittels „sozio-ökonomischer Fragebögen“ erhoben wurden.

- Die Haltbarkeit der Mandeln in den Unverpackt-Systemen wird geringer eingeschätzt als für die anderen Verpackungsoptionen (Fehlen von Schutzgasen). Allerdings kann die Kundschaft durch eigenhändige Proportionierung dazu beitragen, dass keine Lebensmittelverschwendung entsteht.
- Die Verlust- und Beschädigungsrate der Mandeln wird bei den Unverpackten-Systemen unterschiedlich eingeschätzt im Vergleich zum Referenzfall. Zum einen kann sie höher liegen, weil unverpackte Produkte die Gefahr bergen, dass sie nicht sorgsam behandelt werden. Zum anderen kann die lose Anlieferung an die Läden in größeren Behältnissen (wie z.B. Eimern) oder die Mitnahme durch Kunden in Gläsern besseren Produktschutz bieten als Beutel.
- Der Arbeitsaufwand für die Unverpackt-Systeme wird deutlich höher als im Referenzfall eingeschätzt. Gründe dafür sind z.B. der Wareneingang, das Umfüllen vom Transportbehältnis in die Spender (unhandliche, schwere Behälter), die Rücknahme der MW-Behälter und Sortierung im Marktlager, die Reinigung/Desinfektion der Station, der Abwiegeprozess und der erhöhte Kommunikationsaufwand für die Kundschaft.
- Bei Unverpackt-Systemen muss besonders auf Hygiene geachtet werden. Geschlossene Spender scheinen hier Vorteile gegenüber offenen Behältern mit Produktentnahme via Schaufel zu haben. Zusätzlich können Spender in Gebrauch genommen werden, die möglichst leicht zu reinigen sind. Ggf. schafft ein demonstratives Reinigen/Desinfizieren in allen Bereichen vor der Kundschaft Vertrauen und Transparenz. Um den Bedenken alter und abgestandener Ware vorzubeugen, bietet es sich an das Datum der Befüllung an der Station zu vermerken.
- Grundsätzlich bieten die Unverpackt-Systeme weniger Darstellungsmöglichkeiten für Herstellerangaben, MHD, Werbung, etc.; mit Selbstbedienung und einem großen Warensortiment könnte das vor allem ein Problem für die Transparenz der Pflichtangaben wie Charge, MHD und Co sein. Dennoch ließen sich die Spender im Bedarfsfall analog zu den Verpackungen gestalten. Auf der anderen Seite wirkt eine Unverpackt-Station selbst als starkes Kommunikationsmittel und es könnte auf viele Marketing und Gestaltungsaspekte verzichtet werden. Produktionsdatum und Haltbarkeit können über Etiketten, Barcodes u.ä. kommuniziert werden.
- Der Informationsaufwand für die Kundschaft bzgl. Unverpackt-Lösungen ist höher im Vergleich zum Referenzfall. Außerdem muss sichergestellt werden, dass das Produkt als Marke in der neuen „Verpackung“ wiedererkannt wird.
- Die größten Herausforderungen bei einem Verpackungswechsel auf Unverpackt-Systeme ist die Wahl und Beschaffung der neuen Ausrüstung (Spender, Behältnisse, Etiketten, Waagen), die Akzeptanz der Kundschaft für Pfand- bzw. Unverpackt-Systeme und die Sicherstellung der Hygiene.
- Für effiziente und kundenfreundliche Unverpackt-Lösungen braucht es langfristig eine weiterwachsende Kreislaufstruktur, eine positive Entwicklung von Pfandgläsern, das Einführen von eigenen Spülküchen bzw. regionalen Spüldienstleistern und Lieferanten, die Gebinde für Unverpackt anbieten.
- Bis zur Amortisation der neuen Unverpackt-Verpackungsvariante braucht es länger, wenn die Unverpackt-Systeme parallel zu den konventionellen Verpackungslösungen (hier: Einweg Kunststoff-Mehrschichtbeutel) im Handel angeboten werden (müssen).
- Zusatzkosten durch eine Verpackungsumstellung werden ggf. an Kundschaft weitergegeben. Es kann dann vorkommen, dass der abgepackte Kunststoffbeutel günstiger ist als das gleiche

Produkt ohne Verpackung. Dies kann Verwunderung und Akzeptanzprobleme bei der Kundschaft verursachen.

- Unverpackt-Systeme erfordern in der Regel eine vorausschauende Einkaufsplanung seitens der Kundschaft. Dennoch sind Spontankäufe möglich, wenn in der Verkaufsstelle leere Behälter zur Befüllung zur Verfügung gestellt werden.
- Verkauf in bepfandeten MW-Gläsern:
  - Durch den größeren Umfang der MW-Gläser ist eine geringere Regal-Bestückung möglich im Vergleich zu den Verbundbeuteln.
  - Bei der Entsorgung sollte die Rückgabe des Leerguts möglichst im Pfandkreislauf erfolgen. Hier besteht ggf. das Risiko, dass die Kundschaft aus Bequemlichkeit die MW-Gläser im Glascontainer entsorgt.
- Chancen beim Verpackungswechsel: Das MW-Glas und insgesamt das Thema “Unverpackt” hat ein gutes Image und es besteht die große Chance bestehende Kreislaufstrukturen zu nutzen und auszubauen.

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

**Tab. 3: Verpackungsspezifikationen Primärverpackung**

Variante	Ref EW-KS- Folie	Var 1a MW-Eimer	Var 1a MW-Glas	Var 1b Papiersack	Var 1b MW Glas	Var 2 MW-Glas	Var 2 Deckel
Material Primärverpackung	Kunststoff	Kunststoff	Glas	Papier	Glas	Glas	Weißblech
Gewicht Primärverpackung	5g	929g	175g	228g	175g	175g	8g
Füllvolumen	200g	10kg	200g	25kg	200g	140g	
Umlaufzahl	1	5	50	1	50	50	1

Annahme: Alle MW-Gläser sind 250g Joghurtgläser; der Deckel des Pfand-MW-Glases (Var 2) wird nicht wiederverwendet.

**Tab. 4: Verallgemeinernde Distributionsannahmen**

Variante	Ref EW-KS- Folie	Var 1a MW-Eimer	Var 1a MW-Glas	Var 1b Papiersack	Var 1b MW-Glas	Var 2 MW-Glas
Verpackung → Abfüllen [km]	400	400	400	400	400	400
Abfüllen → Handel [km]	0	200	0	200	0	0
Abfüllen → Zentrallager [km]	200	0	200	0	200	200
Zentrallager → Handel [km]	200	0	200	0	200	200

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

Variante	Ref EW-KS- Folie	Var 1a MW-Eimer	Var 1a MW-Glas	Var 1b Papiersack	Var 1b MW Glas	Var 2 MW-Glas	Var 1a Var 1b Deckel	Var 2 Glas Deckel
<b>Sammeln [%]</b>								
Restmüll	50		6		6	6	8,3	4,2
Papier				100				
Glas/ Deckel			94		94	94	91,7	95,8
Kunststoff	50	100						
<b>Sortieren [%]</b>								
MVA	50		7,6	12,2	7,6	7,6	15	19,6
Zementwerk	50	10						
Recycling		90	92,4	87,8	92,4	92,4	85	80,4

## 5 Anhang B: Verpackungsintensität und Abfallaufkommen

Tab. 6: Verpackungsintensität je Variante pro 1.000 kg Mandeln

Variante	Ref EW-KS-Folie	Var 1a MW-Eimer	Var 1a MW-Glas	Var 1b Papiersack	Var 1b MW-Glas	Var 2 MW-Glas
<b>Primärverpackung</b>						
Glas [kg]			16,70		16,70	23,86
Weißblech [kg]			0,80		0,80	57,14
Papier [kg]			0,10	9,28	0,10	7,14
Kunststoff [kg]	25,00	18,78				4,37
Summe [kg]	25,00	18,78	17,60	9,28	17,60	92,50
<b>Summe Primärverpackung [kg]</b>	<b>25,00</b>	<b>36,38</b>		<b>26,88</b>		<b>92,50</b>
<b>Sekundärverpackung</b>						
Wellpappe [kg]	69,83	0,62	1,01	1,67	1,01	
Kunststoff [kg]	0,39	0,60	0,04	1,26	0,04	2,55
Palette [kg]	5,48	4,17	0,12	8,33	0,12	7,07
Summe [kg]	75,70	5,39	1,17	11,26	1,17	9,62
<b>Summe Sekundärverpackung [kg]</b>	<b>75,70</b>	<b>6,56</b>		<b>12,43</b>		<b>9,62</b>
<b>Gesamtsumme [kg]</b>	<b>100,70</b>	<b>24,17</b>	<b>18,77</b>	<b>20,54</b>	<b>18,77</b>	<b>102,12</b>
<b>Gesamtsumme Variante [kg]</b>	<b>100,70</b>	<b>42,94</b>		<b>39,31</b>		<b>102,12</b>

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

Variante	Ref EW-KS- Folie	Var 1a MW-Eimer	Var 1a MW-Glas	Var 1b Papiersack	Var 1b MW Glas	Var 2 MW-Glas
<b>Primärverpackung</b>						
Glas [kg]			1,27		1,27	1,81
Weißblech [kg]			0,12		0,12	11,20
Papier [kg]			0,10	0,93	0,10	7,14
Kunststoff [kg]	25,00	1,88				
Summe [kg]	25,00	1,88	1,49	0,93	1,49	20,15
<b>Summe Primärverpackung [kg]</b>	<b>25,00</b>	<b>3,37</b>		<b>2,42</b>		<b>20,15</b>
<b>Sekundärverpackung</b>						
Wellpappe [kg]	6,98	0,06	0,10	0,17	0,10	
Kunststoff [kg]	0,04	0,06	0,00	0,13	0,00	0,56
Palette [kg]	4,06	3,08	0,09	6,17	0,09	5,23
Summe [kg]	11,08	3,21	0,19	6,46	0,19	5,79
<b>Summe Sekundärverpackung [kg]</b>	<b>11,08</b>	<b>3,40</b>		<b>6,65</b>		<b>5,79</b>
<b>Gesamtsumme [kg]</b>	<b>36,08</b>	<b>5,08</b>	<b>1,68</b>	<b>7,39</b>	<b>1,68</b>	<b>25,94</b>
<b>Gesamtsumme Variante [kg]</b>	<b>36,08</b>	<b>6,76</b>		<b>9,07</b>		<b>25,94</b>



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

