



Fraunhofer-Institut für Materialfluss
und Logistik IML

Ergebnispräsentation vom 21.05.2026

Vergleichende Analyse der Kosten von Einweg- und Mehrwegtransportverpackungen für die Obst- und Gemüselogistik in Anlehnung an die TCO-Methode



Ziel des Projekts ist die umfassende Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von Einwegtransportverpackungen im **Vergleich** zu Mehrwegtransportverpackungen unter Berücksichtigung unterschiedlicher, praxisnaher Einsatzszenarien. Der Fokus der Betrachtungen liegt insbesondere auf den **logistischen Prozessen** und deren Kosten im Zusammenhang mit der Nutzung der Verpackungssysteme. Konkret soll die durchzuführende Studie Aufschluss über die **Kosten für einen Umlauf** geben.

Vorgehensweise

Studienkonzept

Beschreibung und Analyse des Betrachtungsrahmens

- (1) Identifikation und Auswahl repräsentativer Use-Cases
- (2) Festlegung von Verpackungsalternativen pro Produkt (Einweg & Mehrweg)
- (3) Beschreibung der betrachteten Szenarien und Systemgrenzen: Systemkomponenten, Schnittstellen und Prozesse

Vorbereitung und Durchführung des Kostenvergleichs

- (4) Erstellung des Berechnungsmodells
 - relevante Kostenarten
 - Bezugseinheit: ein Umlauf
- (5) Datensammlung: Relevante Kosten und Prozesszeiten ermitteln
- (6) Modellberechnung: Bestimmung der Kosten für einen Umlauf eines Einweg- und Mehrwegszenarios

Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

- (7) Auswertung der Ergebnisse
 - Gegenüberstellung Einweg/Mehrweg
 - Aufschlüsselung der Kosten
- (8) Interpretation der Ergebnisse
- (9) Bestimmung des weiteren Untersuchungsbedarfs

Use-Cases

Auswahl- und Ausschlusskriterien



- Marktanteil
- Produkteigenschaften (z. B. druckempfindlich)
- Verpackungsformate & -größe
- Abbildung europäischer Kostenstruktur
- Datenverfügbarkeit



- Nischenprodukte/ geringe Volumina
- Globale Lieferketten sowie Direktvermarktung (z. B. Hofläden)
- Verpackungen mit Sonderformaten
- Spezialfälle bei denen Einweg oder Mehrweg ausgeschlossen ist

➔ Die Use-Cases sind in ihrer Gesamtheit repräsentativ für die Verpackungspraxis der Obst- und Gemüselogistik.

Use-Cases

Obst- und Gemüsesorten und Herkunftsländer



- Mit ca. 21 kg Pro-Kopf-Verbrauch in 24/25 sind Äpfel die mengenstärkste Obstsorte in Deutschland
- Hoher Selbstversorgungsgrad (ca. 55 % in 24/25)



- Relevanter Vertreter der Zitrusfrüchte, die 24/25 einen Pro-Kopf-Verbrauch von ca. 26,5 kg hatten
- Ca. 29 % der spanischen Orangenexporte gingen 2024 nach Deutschland



- Platz 4 nach Pro-Kopf-Verbrauch (ca. 5 kg)
- Deutschland wichtigster Exportmarkt für italienische Tafeltrauben (ca. 31 % in 2024)



- Polen ist der weltweit größte Exporteur frischer/gekühlter Pilze
- 2024 gingen ca. 28 % der Exportmenge nach Deutschland



- Größter Pro-Kopf-Verbrauch 24/25 in Deutschland (ca. 23 kg)
- 2024 gingen ca. 38 % der niederländischen Exportmenge nach Deutschland

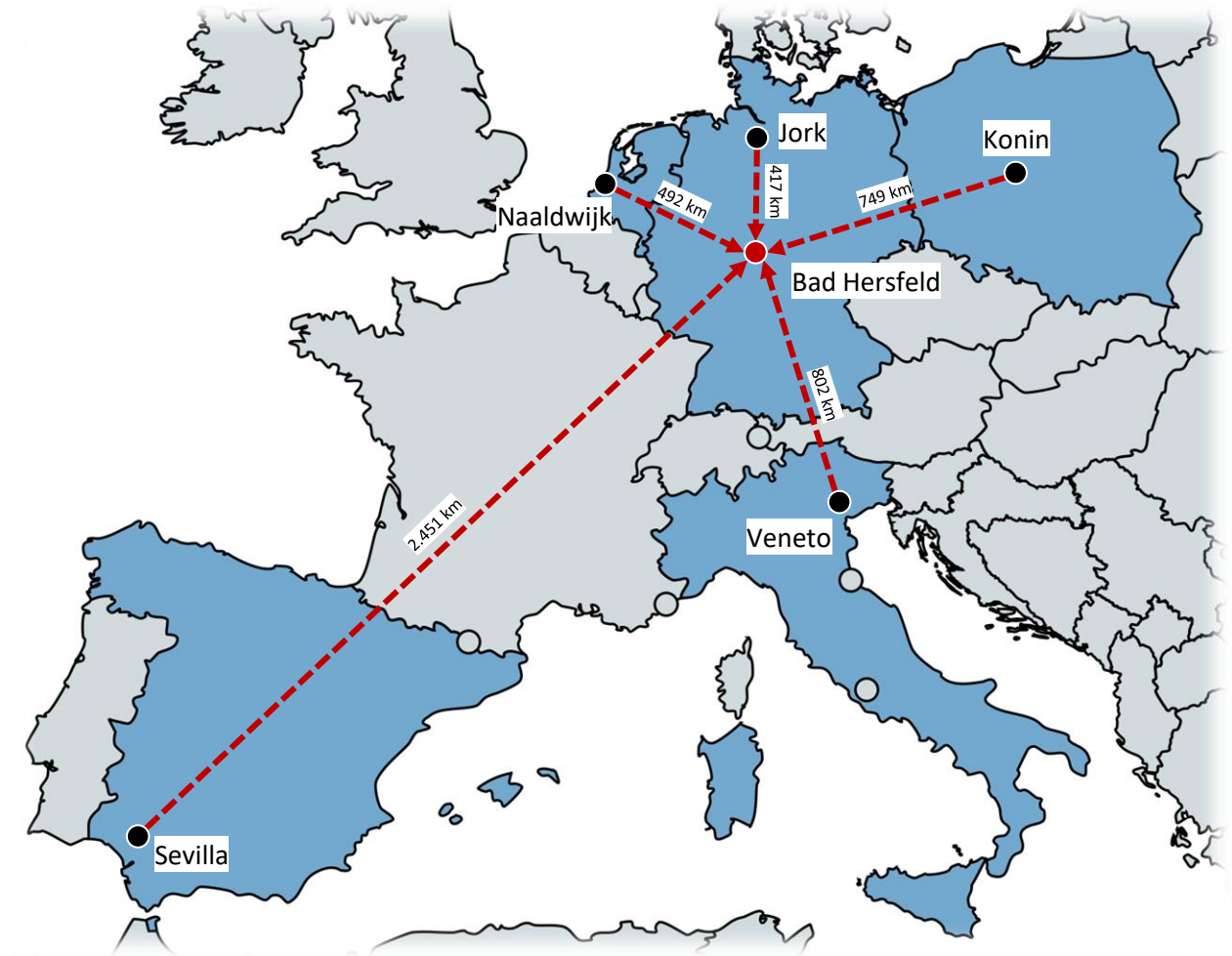


Unter Berücksichtigung der länderspezifischen Kosten- und Distributionsstrukturen

Use-Cases

Transportdistanzen

- Ableitung der Transportdistanzen durch Festlegung einer konkreten Erzeugerregion je Use-Case
 - Äpfel → Jork (DE)
 - Orangen → Sevilla (ESP)
 - Trauben → Veneto (IT)
 - Pilze → Konin (PL)
 - Tomaten → Naaldwijk (NL)
- Zielregion: Bad Hersfeld als geographische Mitte Deutschlands
- Repräsentatives europäisches Distanzspektrum von ca. 400 km bis ca. 2.450 km
- Abdeckung regionaler und europäischer Transportrelationen



Use-Cases

Auswahl Steigen

Auswahl Mehrwegsteigen

- Je eine Referenzsteige von drei etablierten Pooling-Dienstleistern
- Dadurch Berücksichtigung von Unterschieden bei:
 - Nestbarkeit beim Stapeln
 - Volumenreduzierbarkeit
 - Verfügbare Höhenabstufungen
- Separate Kostenberechnung im Modell
- Darstellung durchschnittlicher Kosten des Mehrwegsystms in den Ergebnissen

Auswahl Einwegsteigen

- Eine Referenzsteige je Use-Case
- Annahme: Flexible Höhenabstufung je Produkt
- Annahme: Material ist Wellpappe

Use-Case	Waren-gewicht [kg]	Grundmaß [mm]	Höhe Mehrweg-steigen [mm]	Höhe Einwegsteige [mm]
Äpfel aus DE	12	600x400	211-216	210
Orangen aus ESP	15	600x400	176-185	174
Trauben aus IT	5	600x400	117-123	115
Pilze aus PL	3	400x300	101-152	100
Tomaten aus NL	5	600x400	152-153	150

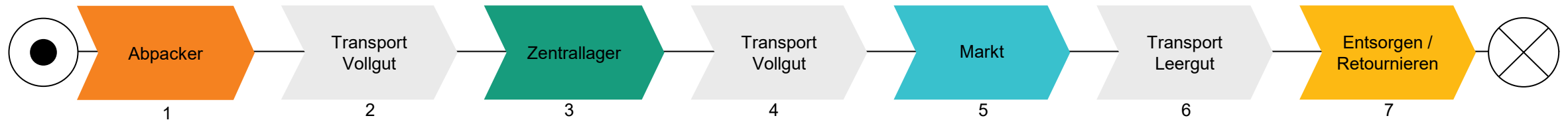


Es wurden praxisrelevante Abmessungen für die Obst- und Gemüsesorten gewählt.

Use-Cases

Prozesskette

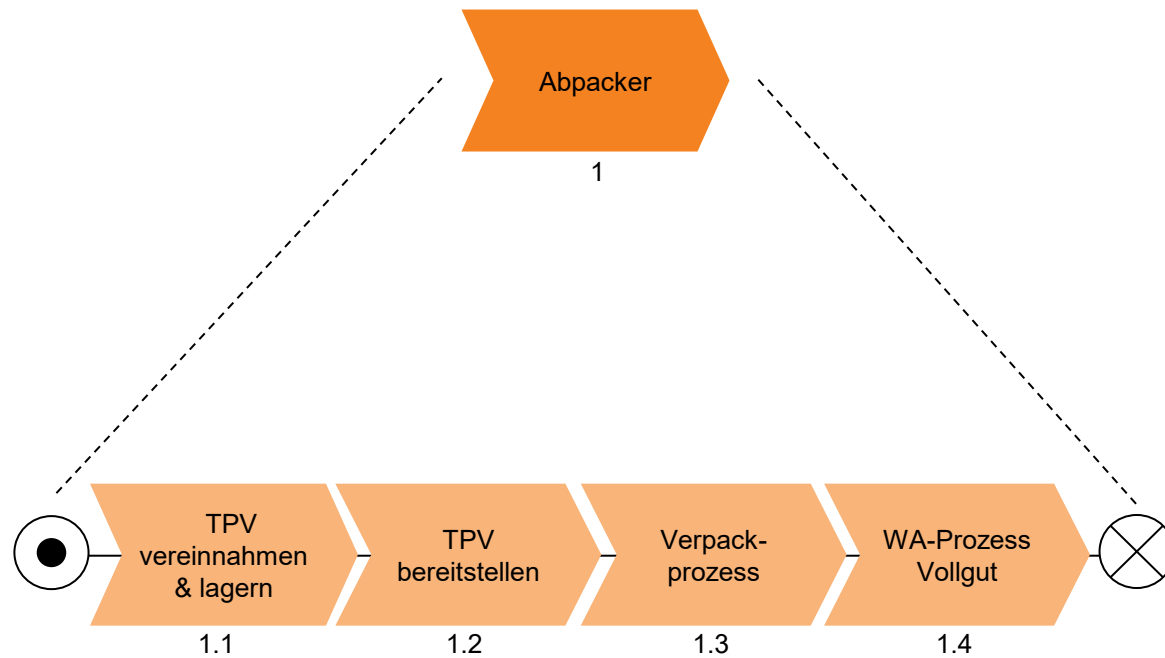
- Die Prozesskette beschreibt die ausgewählten Use-Cases und macht diese miteinander vergleichbar
- Der Fokus liegt auf den logistischen Prozessen
- Die übergeordneten Prozesse 1, 3, 5 und 7 sind in Subprozesse untergliedert



Prozesskette

Subprozesse und berücksichtigte Kosten

Beispielhafte Subprozesskette:



Im Rechenmodell berücksichtigte Kosten:

- Beschaffungskosten/ Nutzungsentgelt¹ für Steigen
- Kapitalbindungskosten
- Personalkosten
- Lager- und Flächenkosten
- Maschinen- und Gerätekosten
- Beschaffungskosten Packmittel für Ladeeinheitensicherung
- Fixe und variable Fahrzeugkosten / Transportkosten
- Produktverlustkosten durch Verpackungsbruch
- Entsorgungskosten/ -erlöse

¹ Annahme: Nutzungsentgelt der Mehrwegsteigen enthält Verlustkosten

Prozesskette

Betrachtete Subprozesse im Detail



Abpacker

Vereinnahmung

- Erfassen
- Einlagern
- Lagern

Verpackung bereitstellen

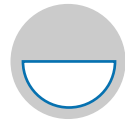
- Auslagern
- Aufrichten
- Bereitstellen zur Verpackung

Verpackungsprozess

- Verpacken
- Palettieren
- LE sichern

Warenausgang

- Ware bereitstellen
- Vollgut verladen



Zentrallager

Vereinnahmung

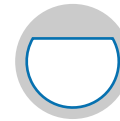
- Entladen
- Erfassen
- Einlagern
- Lagern

Kommissionierung

- Ware kommissionieren
- LE sichern

Warenausgang

- Ware bereitstellen
- Vollgut verladen



Markt

Vereinnahmung

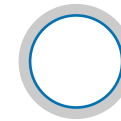
- Entladen
- Erfassen
- Lagern/Puffern

Verräumung

- Transport zum Regal
- Verräumung am POS

Leerguthandling

- Verpackung falten
- Verpackung auf Ladungsträger ablegen
- Leergut bereitstellen
- Ladungsträger mit Leergut verladen



Entsorgung/
Retournierung

Leergutentladung

- Leergut entladend
- Leergut vereinnahmen

Leerguthandling

- MTV
 - + Sortieren
 - + Stapeln und palettieren
 - + Bereitstellen
 - + An Dienstleister übergeben
- ETV
 - + Sortieren
 - + Verarbeiten der Fraktionen
 - + An Entsorger übergeben

Die Transporte zwischen den einzelnen Bereichen wurden separat betrachtet.

Grundlagen für die Berechnung des Vergleichs

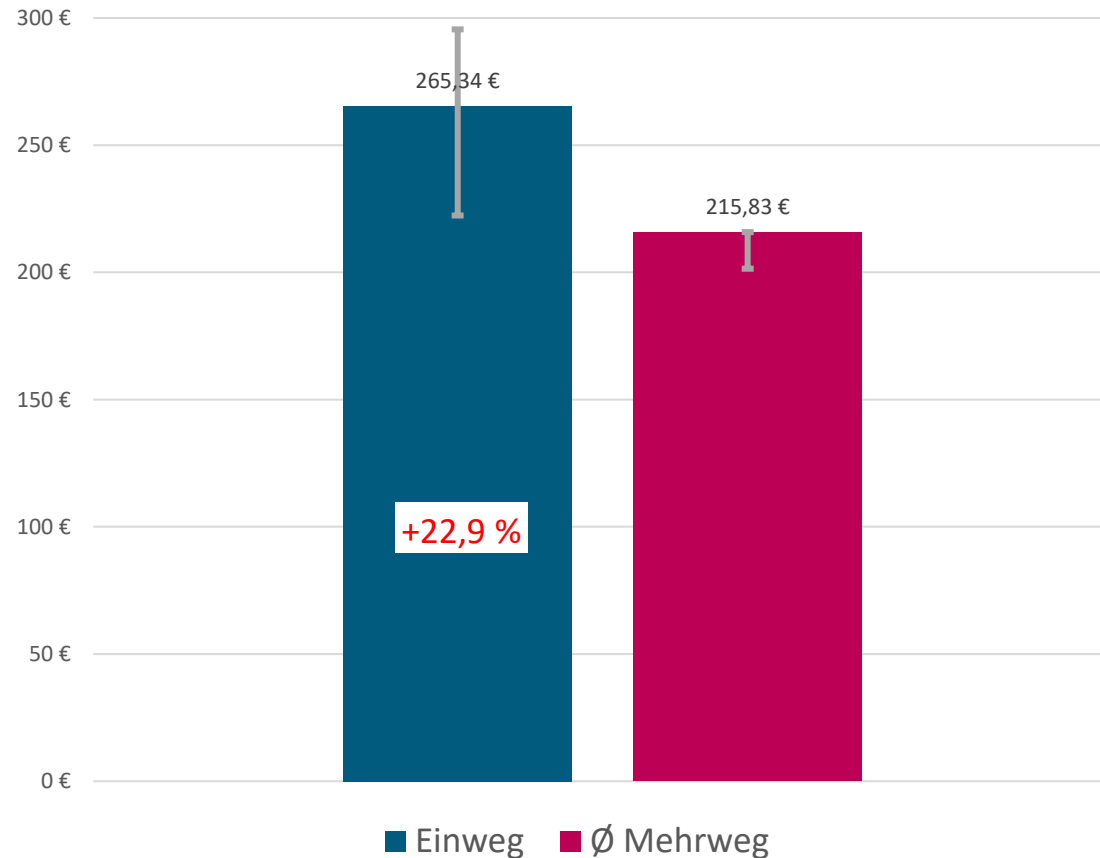
Basisszenario und Wirkung von Einflussparametern

- Berechnet wurden die **Kosten für einen Umlauf** von Einweg- bzw. Mehrwegsteigen entsprechend der Prozesskette
- Für die Use-Cases wurde ein Basisszenario definiert
- Durch übliche Preisschwankungen am Markt, Prozessvielfalt in der Praxis etc. ist es für einige Parameter des Rechenmodells sinnvoll eine Szenarienanalyse durchzuführen
- Folgende Einflussparameter wurden systematisch variiert:
 - Beschaffungskosten Einwegsteigen, Umlaufkosten Mehrwegsteigen
 - Beladehöhe Paletten/Rollcontainer
 - Anzahl Stellplätze für Paletten/Rollcontainer je LKW
 - Transportdistanz Lager → Markt (Vollgut) und Markt → Lager (Leergut)
 - Verdichtungsfaktor Einwegsteigen bei Entsorgung
 - Altpapiererlöse
- So wurden 18 praxisnahe Szenarien ermittelt

Kritische Einflussparameter	Bandbreiten	
Beschaffungskosten Einweg	Äpfel Orangen Tomaten	0,85-1,15 €
	Trauben Pilze	0,63-0,77 €
Ladungsträger für Marktbelieferung	Rollcontainer / Palette	
Verdichtung Altpapier	25-75 %	
Altpapiererlöse	0-120 €/t	

Berechnungsergebnisse

Gesamtkosten Basisszenario Äpfel aus DE (€/1.000 kg)



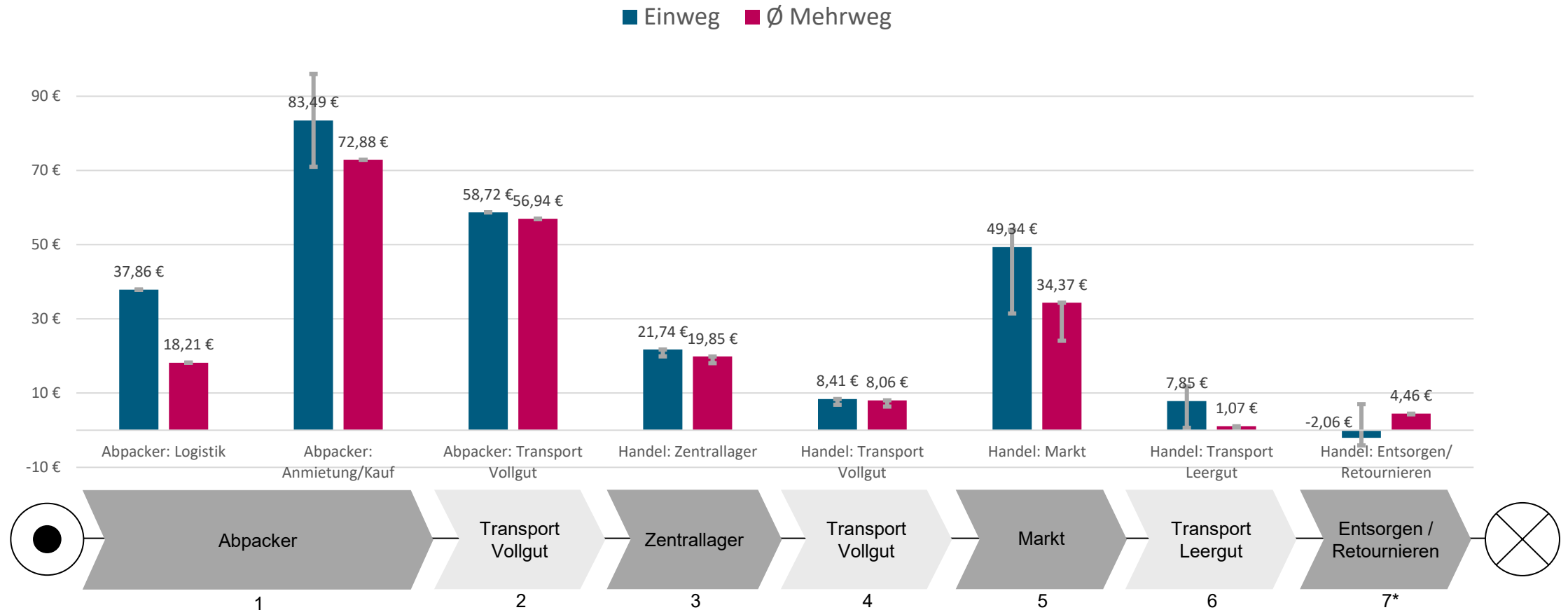
Mehrweg ist kostenseitig vorteilhaft gegenüber Einweg. Der Vorteil entsteht durch Einsparungen entlang der gesamten Prozesskette.

Im Detail

- Mehrweg ist im vorliegenden Use-Case in nahezu allen Prozessschritten kostengünstiger als Einweg.
- Besonders deutlich wird der Vorteil in den Prozessen
 - beim Abpacker
 - im Markt
 - beim Rücktransport von Leergut bzw. Steigen zur Entsorgung
- Die Wirtschaftlichkeit wird stark bestimmt durch
 - die Nutzungs- bzw. Beschaffungskosten der Verpackungen
 - die Transportprozesse vom Abpacker zum Zentrallager
 - die marktseitigen Prozesse
 - Insgesamt verursacht Einweg um 22,9 % höhere Kosten

Berechnungsergebnisse

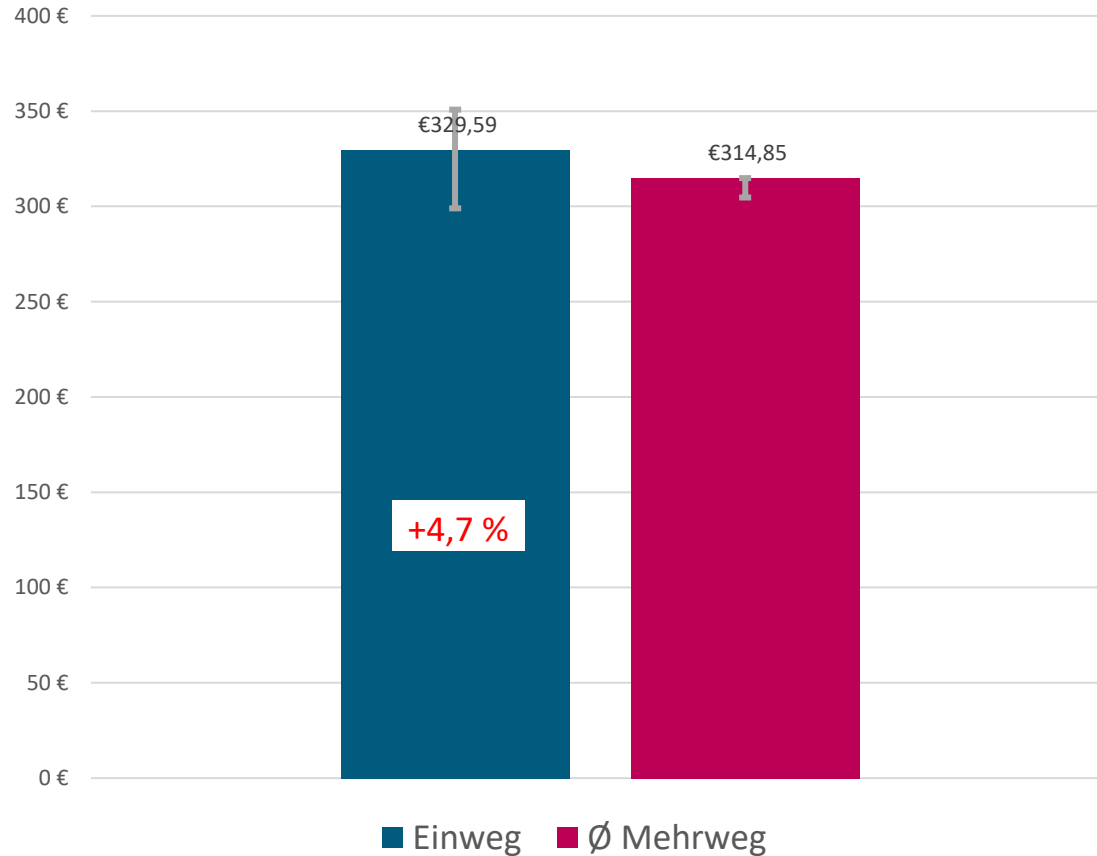
Prozesskosten Basisszenario Äpfel aus DE (€/1.000 kg)



*Im Einwegsystem werden bei der Entsorgung Altpapiererlöse erzielt

Berechnungsergebnisse

Gesamtkosten Basisszenario Orangen aus ESP (€/1.000 kg)



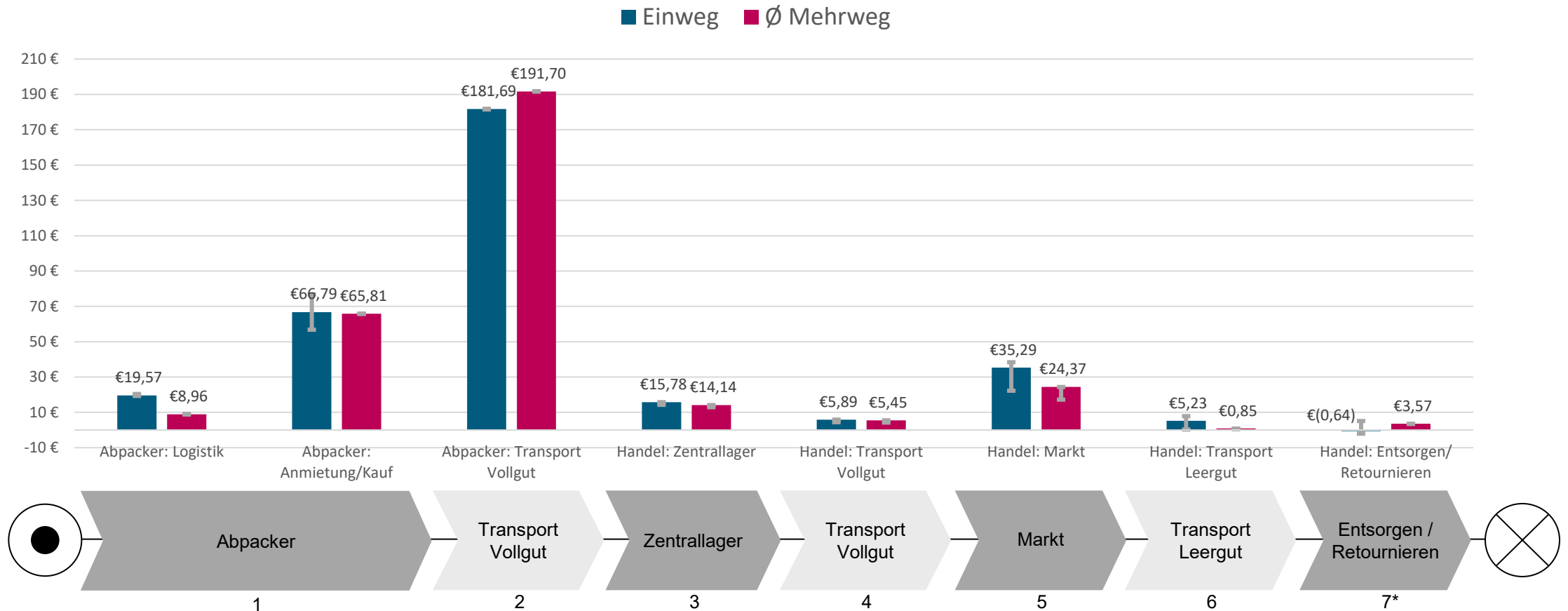
Mehrweg ist kostenseitig vorteilhaft gegenüber Einweg. Der Vorteil entsteht durch Einsparungen entlang der gesamten Prozesskette.

Im Detail

- Mehrweg ist im vorliegenden Use-Case in nahezu allen Prozessschritten kostengünstiger als Einweg.
- Besonders deutlich wird der Vorteil in den Prozessen
 - beim Abpacker
 - im Markt
 - beim Rücktransport von Leergut bzw. Steigen zur Entsorgung
- Die Wirtschaftlichkeit wird stark bestimmt durch
 - die Transportprozesse vom Abpacker zum Zentrallager
 - die Nutzungs- bzw. Beschaffungskosten der Verpackungen
 - Insgesamt verursacht Einweg um 4,7 % höhere Kosten

Berechnungsergebnisse

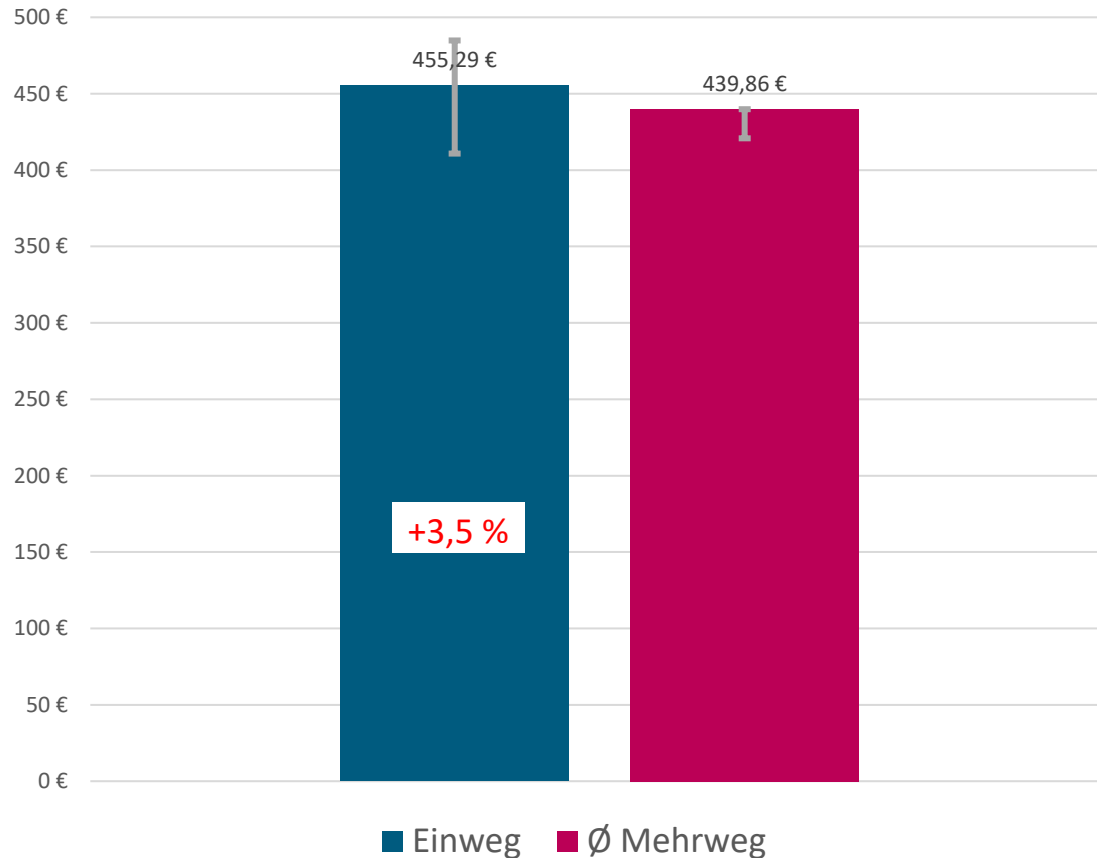
Prozesskosten Basisszenario Orangen aus ESP (€/1.000 kg)



*Im Einwegsystem werden bei der Entsorgung Altpapiererlöse erzielt

Berechnungsergebnisse

Gesamtkosten Basisszenario Trauben aus IT (€/1.000 kg)



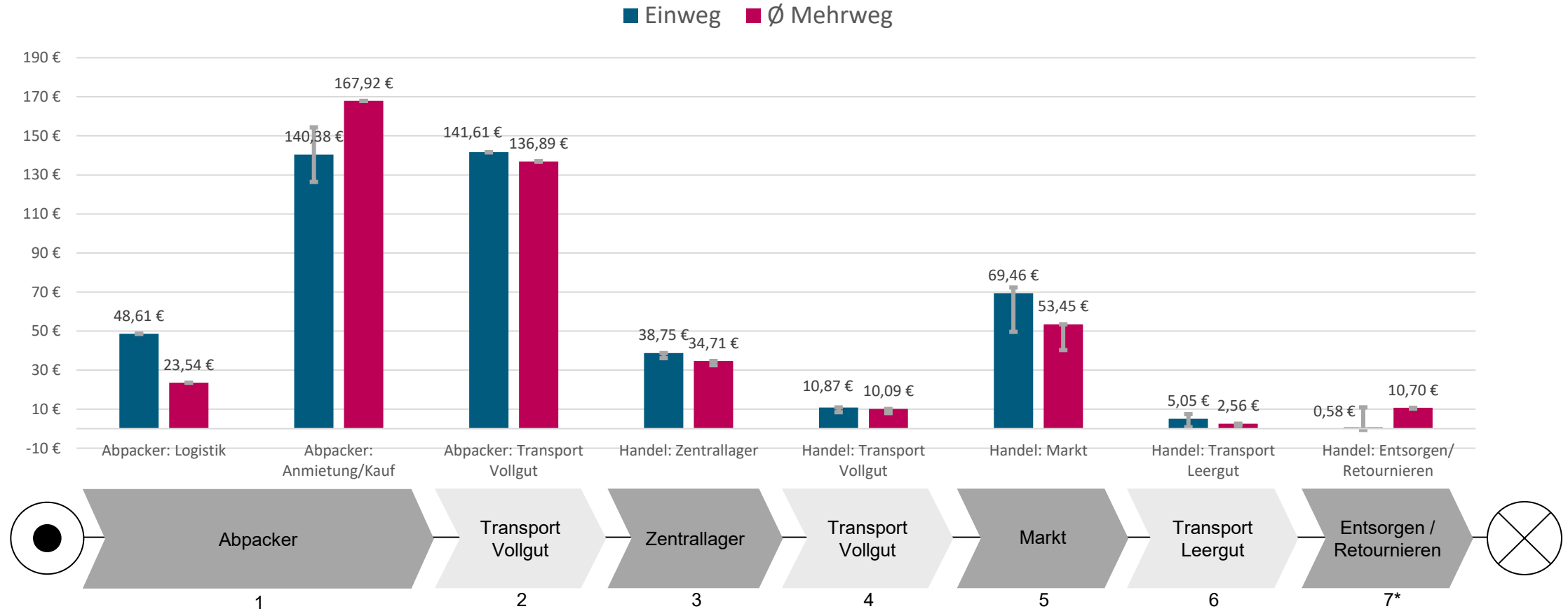
Mehrweg ist kostenseitig vorteilhaft gegenüber Einweg. Der Vorteil entsteht durch Einsparungen entlang der gesamten Prozesskette.

Im Detail

- Mehrweg ist im vorliegenden Use-Case in nahezu allen Prozessschritten kostengünstiger als Einweg.
- Besonders deutlich wird der Vorteil in den Prozessen
 - beim Abpacker
 - im Markt
- Die Wirtschaftlichkeit wird stark bestimmt durch
 - die Transportprozesse vom Abpacker zum Zentrallager
 - die Nutzungs- bzw. Beschaffungskosten der Verpackungen
- Die Nutzungskosten der Mehrwegsteige liegen in diesem Use-Case über den Beschaffungskosten für die Einwegsteige
- Insgesamt verursacht Einweg um 3,5 % höhere Kosten

Berechnungsergebnisse

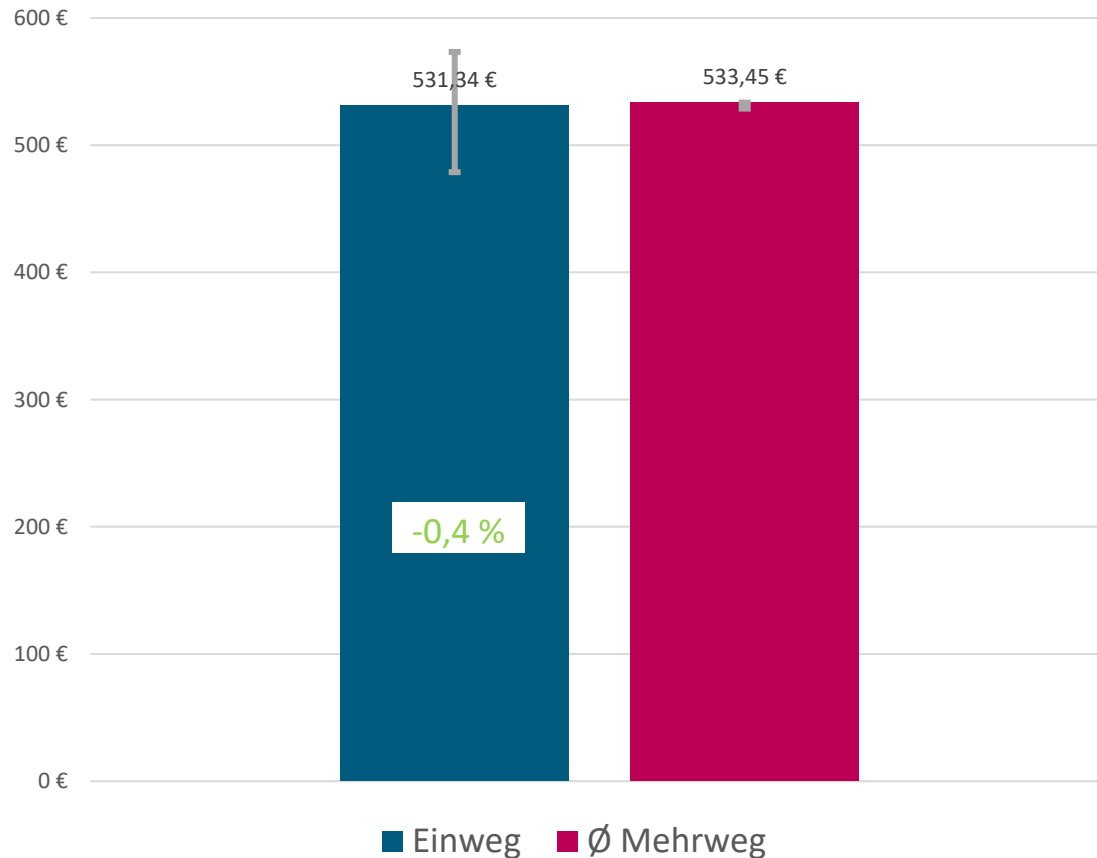
Prozesskosten Basisszenario Trauben aus IT (€/1.000 kg)



*Im Einwegsystem werden bei der Entsorgung Altpapiererlöse erzielt

Berechnungsergebnisse

Gesamtkosten Basisszenario Pilze aus PL (€/1.000 kg)



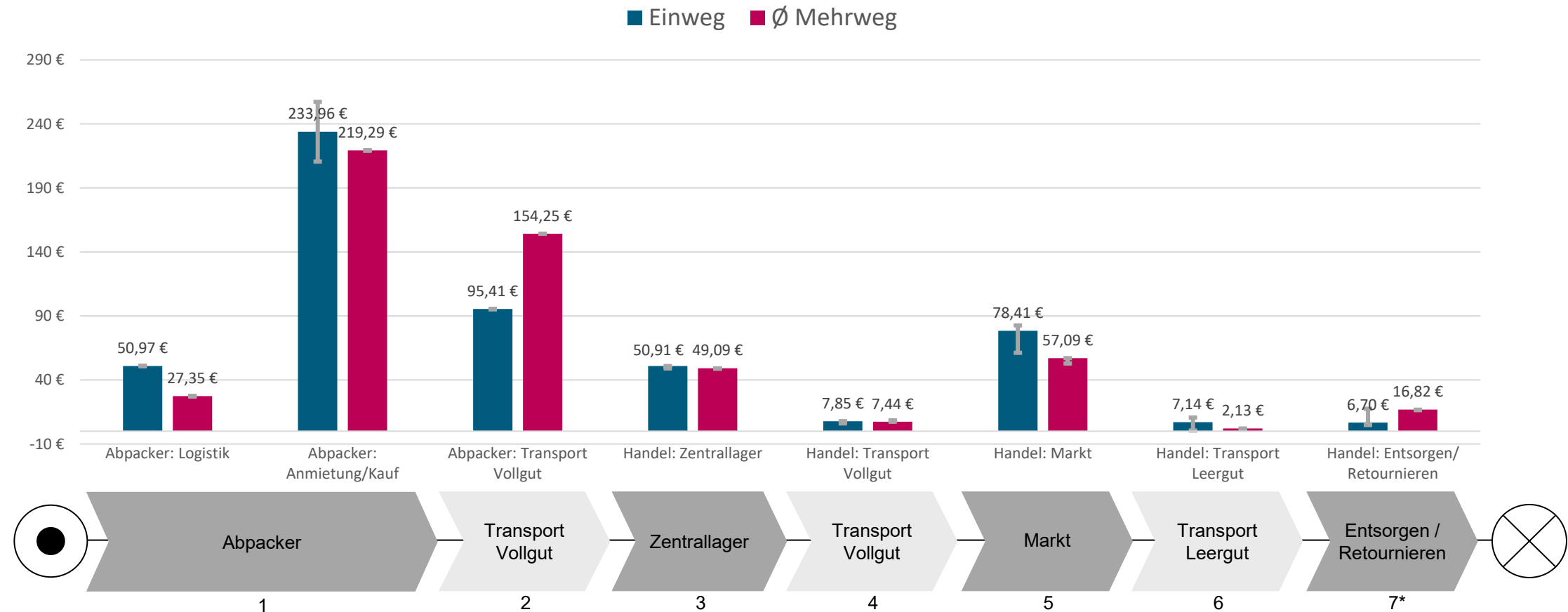
Einweg ist kostenseitig vorteilhaft gegenüber Mehrweg. Der Vorteil entsteht im Wesentlichen durch größere Einsparungen beim Transport vom Abpacker zum Zentrallager.

Im Detail

- Einweg und Mehrweg sind im vorliegenden Use-Case in unterschiedlichen Prozessschritten jeweils kostengünstiger.
- Die Prozesse beim Abpacker, das Nutzungsentgelt, die Marktprozesse und der Transport von Leergut sind bei Mehrweg günstiger
- Den entscheidenden Vorteil hat Einweg jedoch beim Transport vom Abpacker zum Zentrallager, was auf die höhere Laderaumnutzung durch eine besser angepasste Steighöhe zurückzuführen ist
- Die Wirtschaftlichkeit wird wesentlich bestimmt durch
 - die Nutzungs- bzw. Beschaffungskosten der Verpackungen
 - die Transportprozesse vom Abpacker zum Zentrallager
- Insgesamt verursacht Mehrweg um 0,4 % höhere Kosten

Berechnungsergebnisse

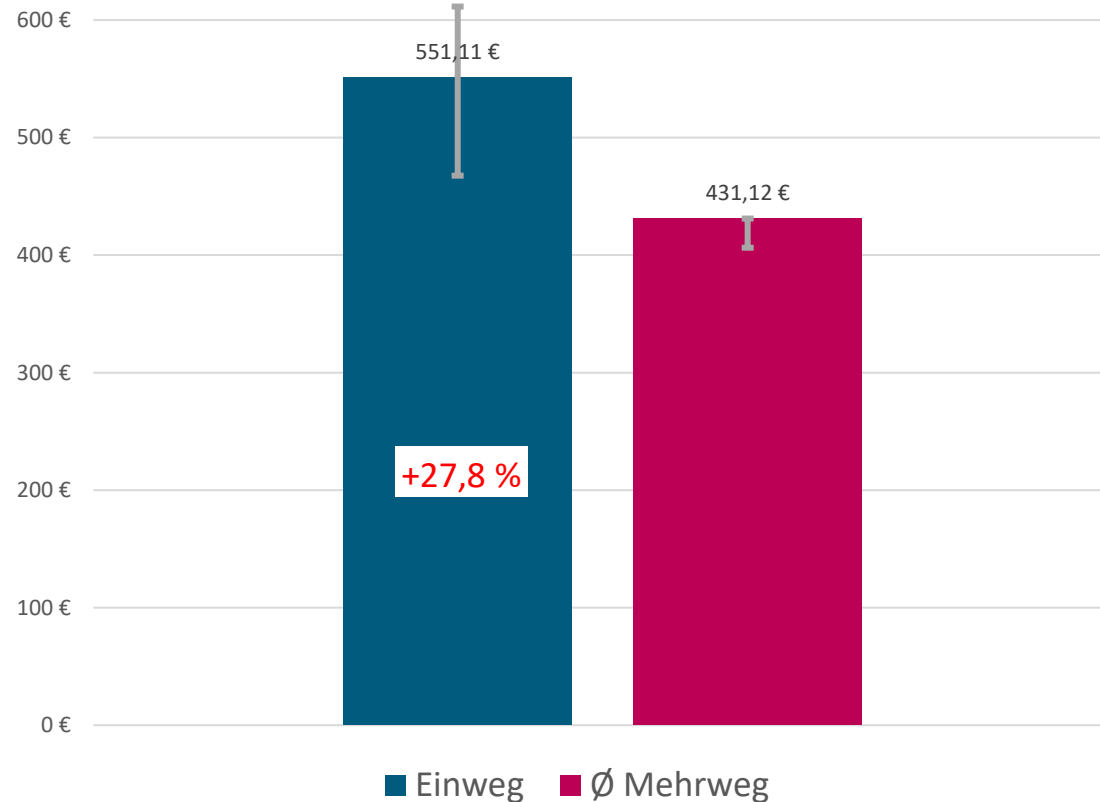
Prozesskosten Basisszenario Pilze aus PL (€/1.000 kg)



*Im Einwegsystem werden bei der Entsorgung Altpapiererlöse erzielt

Berechnungsergebnisse

Gesamtkosten Basisszenario Tomaten aus NL (€/1.000 kg)



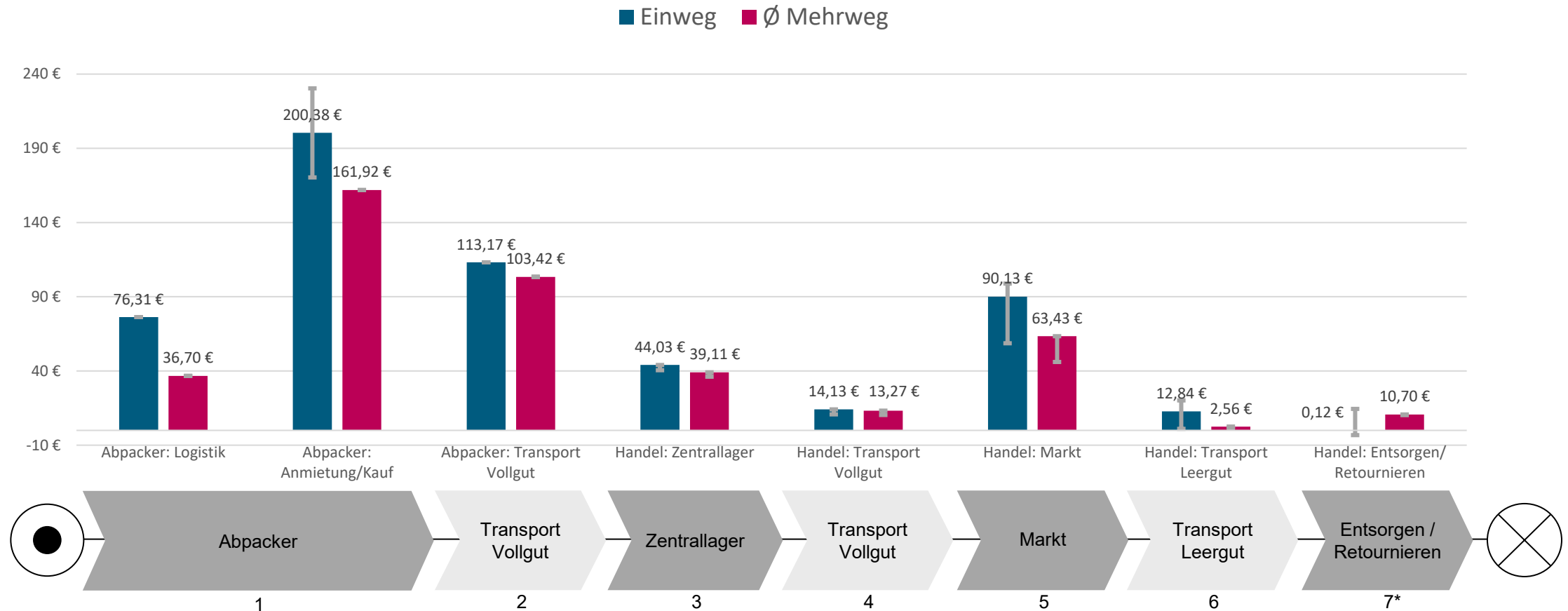
Mehrweg ist kostenseitig vorteilhaft gegenüber Einweg. Der Vorteil entsteht durch Einsparungen entlang der gesamten Prozesskette.

Im Detail

- Mehrweg ist im vorliegenden Use-Case in nahezu allen Prozessschritten kostengünstiger als Einweg.
- Besonders deutlich wird der Vorteil in den Prozessen
 - beim Abpacker
 - im Markt
 - beim Rücktransport von Leergut bzw. Steigen zur Entsorgung
- Die Wirtschaftlichkeit wird stark bestimmt durch
 - die Nutzungs- bzw. Beschaffungskosten der Verpackungen
 - die Transportprozesse vom Abpacker zum Zentrallager
 - die marktseitigen Prozesse
- Insgesamt verursacht Einweg um 27,8 % höhere Kosten

Berechnungsergebnisse

Prozesskosten Basisszenario Tomaten aus NL (€/1.000 kg)



*Im Einwegsystem werden bei der Entsorgung Altpapiererlöse erzielt

Berechnungsergebnisse

Zusammenfassung

Ergebnisse

- Die Mehrwegsteigen sind im Basisszenario **in 4 von 5 Use-Cases** wirtschaftlicher als die Einwegsteigen
- Die **durchschnittliche Kosteneinsparung beträgt 11,6 %** bei Verwendung von Mehrwegsteigen
- Einzig im Use-Case „Pilze aus PL“ verursachen die Einwegsteigen im Basisszenario **geringfügig weniger Kosten** (-0,4 %)
- In fast allen Use-Cases sind die **Beschaffungskosten/Nutzungsentgelte größter Kostenpunkt** gefolgt von den Transportkosten vom Abpacker zum Zentrallager
- Ausnahme: **Im Use-Case „Orangen aus ESP“ überwiegen die Transportkosten** aufgrund der vergleichsweise großen Distanz deutlich
- Die Szenarienbetrachtung zeigt, dass die Ergebnisse der Use-Cases weitgehend **robust gegenüber veränderten Rahmenparametern** sind

Limitationen

- Die Ergebnisse gelten für die betrachteten Use-Cases, die **vorhandene Prozesskette** und ihre Systemgrenzen
- Des Weiteren gelten sie für die zugrundeliegende detaillierte **Datenbasis**
- Die Basisszenarien bilden die **aktuell vorherrschende Situation** externer und interner Einflussfaktoren ab
- Parameter wie Beschaffungskosten, Transportkosten und Altpapiererlöse können einen **volatilen Verlauf** aufweisen, daher sind die Ergebnisse im zeitlichen Kontext der Erstellung dieser Studie zu betrachten

Kontakt IML

Alia Khaddour
Verpackungs- und Handelslogistik und AutoID-Technologien
Tel. +49 231 9743 639
alia.suraya.khaddour@iml.fraunhofer.de

Fraunhofer IML
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4
44227 Dortmund
www.iml.fraunhofer.de



Fraunhofer-Institut für Materialfluss
und Logistik IML



Kontakt LMS

Eric Graupner
Geschäftsführer

Tel. +49 (0)40/85 32 63-23
graupner@lms-logistik.de

LMS Logistik Management Service GmbH
Farnhornstieg 3
22525 Hamburg
www.lms-logistik.de