

## Ökobilanzierung von Erbsensuppe für die Schulverpflegung aus Polypropylen-Schalen im Vergleich mit Gastronorm-Edelstahl-Behältern

Merle Christophersen und Christof Menzel

### Kurzfassung

Vor dem Hintergrund der allgemeinen Kritik an der Verwendung von Kunststoff wird die Frage untersucht, inwiefern Polypropylen-Einweg- oder Edelstahl-Mehrweg-Behälter für den Transport im System Cook & Chill der Schulverpflegung aus ökologischer Sicht besser geeignet sind. Die Ökobilanz wird für beide Materialien mit der Software „Umberto LCA+“ auf Grundlage der Daten aus ecoinvent 3.5 erstellt. Die Auswertung erfolgt für mehrere Wirkungsindikatoren (u.a. „Klimawandel“) und lässt auf die Anteile der einzelnen Prozessschritte am Gesamtergebnis zurückschließen. Im Ergebnis zeigt sich einerseits in fast allen Wirkungskategorien kein nennenswerter Unterschied der Verpackungsarten und andererseits ein Anteil von 90 % am Gesamtergebnis für die Phase „Anbau“.

**Schlagwörter:** Ökobilanz, Lebensmittelverpackung, Gastronorm-Behälter, Polypropylen-Behälter, Schulverpflegung

### Life cycle assessment of pea soup for school catering conveyed in polypropylene trays compared to *Gastronorm* stainless steel containers.

#### Abstract

Considering the general criticism on the use of plastic, the question is examined, to what extent polypropylene disposable or stainless-steel reusable containers are more suitable for transport in the Cook & Chill system of school catering, from an ecological point of view. The life cycle assessment for both materials is generated with the software "Umberto LCA+" based on the data from ecoinvent 3.5, which allows an evaluation with focus on several impact indicators. As a result, in almost all impact categories, there is no appreciable difference between the types of packaging. Instead, the "cultivation" phase accounts for 90 % of the overall result.

**Keywords:** life cycle assessment, food packaging, Gastronorm containers, polypropylene containers, school catering

# Ökobilanzierung von Erbsensuppe für die Schulverpflegung aus Polypropylen-Schalen im Vergleich mit Gastronorm-Edelstahl-Behältern

**Merle Christophersen und Christof Menzel**

## Einleitung

Eine Ökobilanz (auch „Lebenszyklusanalyse“ bzw. „Life Cycle Assessment (LCA)“) stellt eine geeignete Methode zur Analyse und Quantifizierung von Umweltauswirkungen dar. Diese Auswirkungen umfassen den gesamten Lebensweg des Produktes, der sich bei materiellen Gütern von der Rohstoffgewinnung und der Produktion über die Anwendung bis zur Entsorgung erstreckt (Klöpffer & Grahl 2012: 2).

Im Rahmen eines Forschungsprojektes im Masterstudiengang „Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften“ mit der Fachrichtung „Management der Lebensmittelverarbeitung“ an der Hochschule Niederrhein (Fachbereich Oecotrophologie) wird mittels Ökobilanzierung die Frage untersucht, ob Polypropylen oder Edelstahl als Material der Transportbehälter im Cook & Chill System des Schul-Caterings aus ökologischer Sicht besser geeignet ist. Das Projekt ist in Zusammenarbeit mit dem Gemeinschaftsverpflegungsunternehmen IN VIA – ESSEN FÜR KINDER entstanden, das Essen für Schulkantinen nach dem Cook & Chill-Verfahren produziert und Schulen in Nordrhein-Westfalen (NRW) beliefert (IN VIA - ESSEN FÜR KINDER 2018).

Aktuell erfolgt die Auslieferung in Polypropylen-Einweg-Behältern (PP-Behälter), also in Kunststoff. Der Pro-Kopf-Verbrauch von Kunststoffverpackungen ist von 19,0 kg im Jahr 1995 auf 37,6 kg im Jahr 2016 gestiegen (UBA 2018). Außerdem steht die Verwendung von Kunststoff als Verpackungsmaterial zurzeit in der allgemeinen Kritik (Baunemann 2018). Deswegen strebt die Firma einen ökologischen Vergleich der PP-Verpackung mit einer Verpackung im wiederverwendbaren Gastronorm-Mehrweg-Behälter (GN-Behälter) aus Edelstahl an.

## Methodik

Es erfolgt eine exemplarische Betrachtung und Berechnung eines Menüs mit einer konkreten typischen Lieferfahrt zu mehreren Schulen. Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich folglich auf dieses eine Menü.

Die Ökobilanz wird in Phasen „von der Wiege bis zur Bahre“ (PP-Einweg-Behälter) bzw. „von der Wiege bis zur Wiederverwendung“ (GN-Mehrweg-Behälter) berechnet, um die relativen Auswirkungen einzelner Phasen gut einschätzen zu können. Diese Berechnung beruht auf den Normen DIN EN ISO 14040/14044. Auf Grundlage dieser Normen werden die im Folgenden dargestellten Rahmenbedingungen der Ökobilanz erläutert.

### ***Betrachtetes Produktsystem***

Das für die Erstellung der Ökobilanz betrachtete Produkt ist Erbsensuppe. Hierbei handelt es sich um ein kompaktes, dickflüssiges und heiß abgefülltes Gericht, das in dieser Form eine vollständige Mahlzeit darstellt. Es enthält alle Komponenten und bildet damit alle, auch schwierige, Teile des Herstellungsprozesses ab. Das Gericht wird gekocht, heiß abgefüllt, heruntergekühlt, verschlossen, gekühlt gelagert, transportiert und vor Ort wieder regeneriert (Cook & Chill-Verfahren). Durch die Kompaktheit der Erbsensuppe dauert der Prozess des Kühlens und Regenerierens maximal lang.

Für den Transport werden Behälter aus Polypropylen oder Edelstahl verwendet. Die PP-Einweg-Behälter sind 26,5 cm lang, 32,5 cm breit und 6,5 cm hoch, wiegen jeweils 78 g (die aufgeschweißte Folie wiegt 6 g) und werden mit 2,0 kg Erbsensuppe befüllt. Die Mehrweg-Behälter aus Edelstahl sind 53 cm lang, 32,5 cm breit, 10 cm hoch und werden mit 7,0 kg Erbsensuppe befüllt. Der Behälter wiegt leer 2,18 kg und der Deckel hat ein Gewicht von 1,225 kg.

### ***Funktionelle Einheit***

Als funktionelle Einheit dient „eine Portion verzehrfertige Mahlzeit in der Schulmensa“, das entspricht einer gekochten, gekühlten, transportierten und regenerierten Menge von 350 g vegetarischer Erbsensuppe. Alle berechneten Umweltauswirkungen beziehen sich auf diese Menge verzehrfertiger Suppe.

### ***Einbezogene und vernachlässigte Prozesse: Systemgrenzen und Abschneideregeln***

In der Ökobilanz werden diejenigen Prozesse betrachtet, die direkt mit der Herstellung des verzehrfertigen Produktes in den jeweiligen Verpackungs- und Transportmaterialien zusammenhängen; alle anderen Prozesse werden nicht betrachtet (Festlegung der Systemgrenzen). Konkret werden folgende Prozesse berücksichtigt:

- Herstellung, Aufbereitung und Entsorgung aller Hauptkomponenten der Suppe (Trinkwasser, Erbsen, Kartoffeln, Karotten, Zwiebeln, Sonnenblumenöl) sowie des Trinkwassers, das für die Reinigung der GN-Edelstahl-Behälter benötigt wird.
- Alle Arbeitsschritte vom Kochen des Produktes in der Großküche bis zum verzehrfertigen, warmen Produkt in der Schule: Kochen, Abfüllen, Chillen, Verschweißen/Verschließen, Kühllagern, Transportieren, Regenerieren, (Ausgabe/Verzehr), Kurzspülen der Behälter, Rücktransport der leeren Behälter, Entsorgung/Reinigung.
- Herstellung und Entsorgung von PP-Behältern.

- Herstellung (anteilig) und Reinigung der GN-Edelstahl-Verpackung (angenommen wird eine 1000-fache Wiederverwendung der Behälter und eine 500-fache Wiederverwendung der Deckel).
- Bereitstellung von elektrischer Energie für die Herstellungsschritte Kochen, Chillen, Verschweißen, Kühllagerung, Regenerieren, Kurzspülen und Reinigen.

Folgende Aspekte werden von vornherein nicht in die Betrachtung eingeschlossen:

1. Lagerung der Lebensmittel sowie der Einkaufsweg der Firma IN VIA – ESSEN FÜR KINDER vor der Produktion der Erbsensuppe, soweit nicht ohnehin in den Marktaktivitäten der Datenbank ecoinvent berücksichtigt.
2. Herstellung und Wartung von Maschinen und Geräten für die Produktion und in der Schule: Üblicherweise wird die langfristig verwendete Infrastruktur nicht in die Ökobilanz einbezogen, weil sie nicht der eigentliche Gegenstand der Untersuchung ist und weil ihre ökologischen Auswirkungen auf die einzelne funktionelle Einheit in der Regel vernachlässigbar sind (Klöpffer & Grahl 2012: 30 - 32).
3. Reinigung der o.g. Anlagen im Produktionsbereich: Das Hauptaugenmerk der Berechnung liegt auf der Verpackung. Außerdem ist die Reinigung der Anlagen nicht notwendig, um den Einfluss der Verpackung im Gesamtgefüge abschätzen zu können.
4. Beleuchtungs- und Wärmeeinrichtungen im Produktionsbereich und in der Schule sowie weitere nur indirekt beteiligte Unternehmensprozesse.
5. Alle zuletzt genannten Aspekte sind für beide alternativen Verpackungsformen identisch. Sie werden daher nicht einbezogen (so genannte *Black-box*-Methode bzw. Festlegung der Systemgrenzen). Außerdem werden Materialien (samt Herstellung und Entsorgung) mit vernachlässigbar geringen Massen und Energieverbräuchen und damit geringen Auswirkungen auf das Gesamtergebnis nicht betrachtet (sogenannte Abschneideregeln) (Klöpffer & Grahl 2012: 30 - 32).

### **Prozessmodellierung**

Die Modellierung des Produktsystems mit den dazugehörigen Prozessen sowie die Kalkulation der Ökobilanz erfolgt mit der Software „Umberto LCA+“ (Version 10.0.3.160). Die Ökobilanzdaten stammen aus der Datenbank „ecoinvent 3“, v.3.5. Zur Modellierung der Prozesse werden jeweils Aktivitäten der ecoinvent-Datenbank verwendet, die in Bezug auf sachliche Angemessenheit und räumliche Nähe dem abzubildenden Prozess möglichst nahekommen. Einen genauen Überblick über die tatsächlich in ecoinvent 3 enthaltenen Daten sowie die Verwendung dieser Daten liefert die „Data quality guideline for the ecoinvent database version 3“ (Weidema et al. 2013).

In Abb. 1 ist der gesamte Prozessverlauf des betrachteten Produktsystems schematisch dargestellt, der für beide Behälter-Materialien gleichermaßen gilt. Dabei steht jeder Block für eine eigene Phase, in der mindestens ein Prozess stattfindet. Die Auflösung nach Phasen ermöglicht insbesondere eine Einteilung in eher wichtige und eher unwichtige Aktivitäten. Die konkreten Inhalte und Arbeitsschritte der einzelnen Phasen sowie die jeweiligen Quellen der verwendeten Daten sind in Tab. 1 beschrieben.

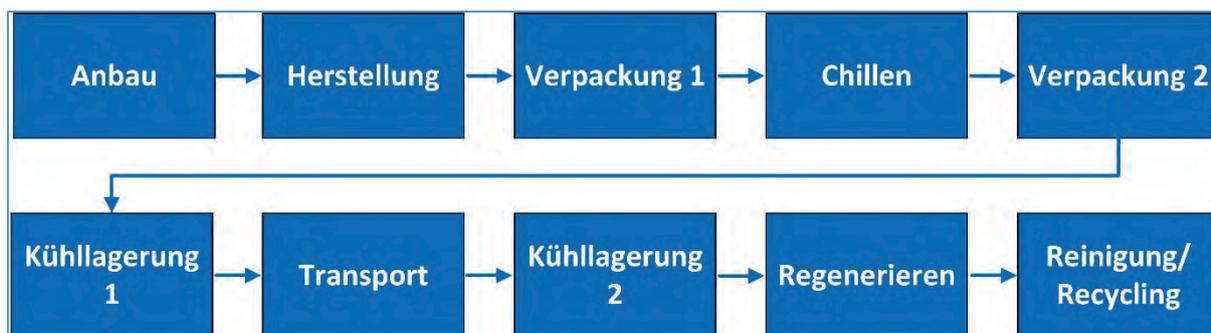


Abb. 1: Skizze des gesamten Prozessverlaufs des betrachteten Produktsystems. Hier steht jeder Block für eine Phase, in der mindestens ein Prozess stattfindet. Diese Skizze gilt gleichermaßen für PP- und GN-Behälter. Nähere Erläuterung siehe Text.

Tab. 1: Nennung der nachfolgend verwendeten Phasen, Erläuterung der jeweils stattfindenden Prozessschritte sowie Auflistung der Quellen der jeweils verwendeten Daten

Phase	Prozessschritte	Daten
Anbau	Anbau der Lebensmittel-Rohstoffe (inkl. Transport)	Rezept: (IN VIA-ESSEN FÜR KINDER 2019), Ecoinvent-Datensatz
Herstellung	Herstellung (Kochen) der Suppe in der Großküche	Kochzeiten und Energiemengen: (IN VIA-ESSEN FÜR KINDER 2019, KBS Gastrotechnik o.J.)
Verpackung 1	Herstellung der Behälter (inkl. Befüllen)	Schätzung mittels Ecoinvent-Datensatz (WINenergy 1997: 10)
Chillen	Schnellkühlung der abgefüllten Suppe	Schätzung auf Basis von (DIN 10536, Cool Compact Kühlgeräte o.J.) sowie angegebener Kühlparameter
Verpackung 2	Herstellung der Deckel (inkl. Verschließen)	Schätzung mittels Ecoinvent-Datensatz (WINenergy 1997: 10, M.G.M. o.J.)
Kühlagerung 1	Kühlagerung bei IN VIA	Eigene Messdaten bei IN VIA (Gloor 2011)
Transport	Transport in die Schule (inkl. Rücktransport Leergut)	Eigene Messung bei IN VIA, Ecoinvent-Datensatz
Kühlagerung 2	Kühlagerung in der Schule	Messung bei IN VIA/Schule, Berechnung auf Basis von (Gloor 2011, Liebherr o.J.)
Regenerieren	Erwärmen der Suppe in der Schule	Eigene Messung bei IN VIA/Schule, Kalkulation auf Basis von (Witkowski 2017: 62)
Spülen	Vorspülung (nur bei PP-Behälter) in der Schule	Eigene Messung bei IN VIA/Schule, Ecoinvent-Datensatz
Reinigung	Vorspülung (Schule), Reinigung (IN VIA) der GN-Behälter	Eigene Messung bei IN VIA, Kalkulation auf Basis von (DIN 10510, Hobart 2007)
Recycling	Sortenreine Entsorgung der PP-Behälter (ohne Wiederverwertung)	IN VIA, Ecoinvent-Datensatz

Die Phasen „Anbau“ und „Herstellung der Suppe“ sind bei beiden Behältermaterialien identisch. Es ist dennoch wichtig, diese in der Berechnung zu berücksichtigen, um den prozentualen Unterschied der Verpackungsarten relativ zum Gesamtprozess ins richtige Licht zu rücken.

### ***Datenerhebung und Qualität der verwendeten Daten***

Die bei der Erstellung der Ökobilanz benötigten Daten werden einerseits bei IN VIA – ESSEN FÜR KINDER in NRW und andererseits bei drei Schulen erhoben, die von dieser Firma beliefert werden. Dabei wird darauf geachtet, dass die ausgewählten Schulen in Bezug auf die Entfernung und die Schülerzahl einen Durchschnitt aller belieferten Schulen darstellen. Der Energieverbrauch spezieller Geräte wird teilweise über die technischen Datenblätter der Geräte berechnet, da in den meisten Fällen eine direkte Messung nicht möglich ist (z. B. beim fest eingebauten Kühlhaus). An den Stellen, an denen weder eine konkrete Messung noch eine sinnvolle Berechnung möglich ist, wird eine begründete Schätzung vorgenommen. Die Datenqualität wird anhand der in Tab. 2 dargestellten allgemeinen Pedigree-Matrix zur Bewertung der Datenqualität einer Ökobilanz beurteilt.

Tab. 2: Allgemeine Pedigree-Matrix zur Bewertung der Datenqualität (mod. nach EPA 2016: 18)

Indikator	Reliabilität des Flusses der Massen und Energien
1	Verifizierte Daten basierend auf Messungen am eigenen Prozess
2	Verifizierte Daten basierend auf einer Kalkulation oder nicht verifizierte Daten basierend auf allgemeinen Messungen
3	Nicht verifizierte Daten basierend auf einer Kalkulation anhand eines technischen Datenblattes
4	Begründete Schätzung
5	Unbegründete Schätzung

Die Bewertungsmethode aus Tab. 2 dient als Grundlage für die konkrete Bewertung der Datenqualität dieser Ökobilanz in Tab. 3. Diese Bewertung ist aufgeteilt in die zwei betrachteten Behälterarten PP und GN sowie in die jeweiligen Phasen des Prozesses. Zusätzlich sind die Werte farblich markiert, die einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf das Endergebnis haben (mindestens 5 % Anteil an der Gesamt-CO<sub>2</sub>-Eq.-Emission) und gleichzeitig auf einer schlechten Datenqualität basieren (Bewertung mit 4 oder 5).

Tab. 3: Konkrete Bewertung der Datenqualität in der vorliegenden Ökobilanz für eine Portion Erbsensuppe aus PP- oder GN-Behältern, aufgeschlüsselt in die einzelnen Phasen des Prozesses sowie in die jeweiligen Massen- und Energieflüsse. Rot markiert sind Werte, die einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf das Endergebnis haben und auf einer schlechten Datenqualität beruhen.

Phase	PP-Behälter		GN-Behälter	
	Massenflüsse	Energieflüsse	Massenflüsse	Energieflüsse
Anbau	2	2	2	2
Herstellung	1	3	1	3
Verpackung 1	1	4	1	5
Chillen	1	3	1	3
Verpackung 2	1	4	1	5
Kühlagerung 1	1	4	1	4
Transport	1	2	1	2
Kühlagerung 2	2	3	2	3
Regenerieren	2	3	2	3
Reinigung/Spülen	5	-	5	3
Recycling	1	2	-	-

Weitere Details zu den zugrundeliegenden Daten können bei den Autoren nachgefragt werden.

### **Wirkungskategorien und -indikatoren**

Umweltauswirkungen werden bis zur Ebene der Wirkungskategorien (ReCiPe-Midpoint Methodik ohne Berücksichtigung der Langzeiteffekte), nicht jedoch der Schadenskategorien (Endpoint) berechnet. Die ausgewählten Wirkungskategorien werden in Tab. 4 dargestellt und erläutert (Goedkoop et al. 2009, DIN EN ISO 14044).

Tab. 4: Ausgewählte Wirkungskategorien samt Einheit des zugehörigen Wirkungsindikators zur Bestimmung der Umweltauswirkungen einer Portion Erbsensuppe unter Anwendung der ReCiPe-Midpoint-Methode

Wirkungskategorie	Einheit	Beschreibung
climate change	kg CO <sub>2</sub> -Eq.	Treibhausgaspotential
agricultural land occupation	m <sup>2</sup> a	Maß für die landwirtschaftliche Nutzung von Landfläche für einen bestimmten Zeitraum
fossil depletion	kg oil-Eq.	Maß für die Masse verbrauchten fossilen Brennstoffes
freshwater eutrophication	kg P-Eq.	Maß für die Süßwassereutrophierung
marine eutrophication	kg N-Eq.	Maß für die marine Eutrophierung
water depletion	m <sup>3</sup>	Maß für die Menge des Wasserverbrauchs

Beim Klimawandel handelt es sich um eine Leitkategorie der ökologischen Debatte. Die weiteren Wirkungsindikatoren stehen in engerem Zusammenhang mit der Erzeugung von Lebensmitteln.

## Ergebnisse

### **Summarische absolute Ergebnisse nach Wirkungskategorien**

In Tab. 5 sind die Ergebnisse der Berechnung der einzelnen Wirkungsindikatoren für beide Materialien vergleichend dargestellt. Der Gesamtprozess unter Verwendung des bestehenden Behältermaterials Polypropylen weist in der Kategorie „Klimawandel“ eine geringfügig niedrigere CO<sub>2</sub>-Eq.-Emission (Kohlenstoffdioxid-Äquivalente) auf als bei Verwendung des Alternativmaterials Edelstahl (ca. 0,35 %). Diese Tendenz ist ebenfalls in den Kategorien „agricultural land occupation“ (landwirtschaftliche Flächennutzung), „freshwater eutrophication“ (Süßwasser-Eutrophierung), „marine eutrophication“ (Meeres-Eutrophierung) und „water depletion“ (Wasserverbrauch) zu beobachten. Lediglich in der Kategorie „fossil depletion“ (Abbau fossiler Brennstoffe) zeigt sich für den GN-Behälter eine um etwa 20 % geringere Belastung, was durch die Herstellung des Materials PP zu erklären ist. Insgesamt ist die Darstellung mit vier Nachkommastellen notwendig, um die geringen Unterschiede der Transportsysteme aufzuzeigen.

Tab. 5: Gesamtergebnisse der Berechnungen für die einzelnen Wirkungsindikatoren beider Materialien (PP und Edelstahl) im Vergleich, jeweils bezogen auf eine Portion verzehrfertige Erbsensuppe

Wirkungskategorie	Einheit	Polypropylen (PP)	Edelstahl (GN)
climate change	kg CO <sub>2</sub> -Eq.	0,2432	0,2441
agricultural land occupation	m <sup>2</sup> a	0,2275	0,2299
fossil depletion	kg oil-Eq.	0,0764	0,0611
freshwater eutrophication	kg P-Eq.	3,42·10 <sup>-5</sup>	3,98·10 <sup>-5</sup>
marine eutrophication	kg N-Eq.	0,0011	0,0011
water depletion	m <sup>3</sup>	0,0232	0,0238

### **Anteilige Aufteilung der Wirkungsindikatorwerte auf die Phasen**

Die bisherigen Ergebnisse zeigen einige Unterschiede in den ökologischen Auswirkungen der beiden Materialien Edelstahl und Polypropylen. Um den Bereich des Lebenszyklus identifizieren zu können, der die größten Unterschiede verursacht, wird im Folgenden eine Aufteilung der ökologischen Auswirkungen in die einzelnen Phasen vorgenommen (Tab. 6 für Edelstahl und Tab. 7 für PP). In beiden Tabellen sind die Angaben als prozentualer Anteil am Gesamtergebnis aus Tab. 5 zu verstehen.

Tab. 6: Nach Lebenszyklusphasen aufgeteilte Ergebnisse der Berechnungen für die einzelnen Wirkungsindikatoren für das Material Edelstahl, bezogen auf jeweils eine Portion verzehrfertige Erbsensuppe (jeweils als prozentualer Anteil am Gesamtergebnis aus Tab. 5 dargestellt)

	climate change	agricultural land occupation	fossil depletion	freshwater eutrophication	marine eutrophication	water depletion
Anbau	35,86 %	96,20 %	28,70 %	47,55 %	97,34 %	94,02 %
Herstellung	12,72 %	1,00 %	12,81 %	13,25 %	0,35 %	1,51 %
Reinigung	14,50 %	1,14 %	14,59 %	16,09 %	1,30 %	3,21 %
Verpackung 1	0,74 %	0,05 %	0,73 %	0,26 %	0,02 %	0,02 %
Chillen	3,37 %	0,27 %	3,39 %	3,51 %	0,09 %	0,20 %
Verpackung 2	0,75 %	0,05 %	0,75 %	0,26 %	0,02 %	0,02 %
Kühlagerung 1	2,90 %	0,23 %	2,93 %	3,03 %	0,08 %	0,17 %
Transport	20,40 %	0,37 %	27,30 %	6,95 %	0,56 %	0,33 %
Kühlagerung 2	0,78 %	0,06 %	0,78 %	0,81 %	0,02 %	0,05 %
Regenerieren	7,96 %	0,63 %	8,02 %	8,30 %	0,22 %	0,46 %

Tab. 7: Nach Lebenszyklusphasen aufgeteilte Ergebnisse der Berechnungen für die einzelnen Wirkungsindikatoren für das Material Polypropylen, bezogen auf jeweils eine Portion verzehrfertige Erbsensuppe (jeweils als prozentualer Anteil am Gesamtergebnis aus Tab. 5 dargestellt)

	climate change	agricultural land occupation	fossil depletion	freshwater eutrophication	marine eutrophication	water depletion
Anbau	35,99 %	97,20 %	22,96 %	55,33 %	98,30 %	96,84 %
Herstellung	12,76 %	1,02 %	10,25 %	15,42 %	0,35 %	1,56 %
Verpackung 1	14,16 %	0,23 %	30,99 %	3,30 %	0,28 %	0,16 %
Chillen	2,96 %	0,24 %	2,37 %	3,58 %	0,08 %	0,18 %
Verpackung 2	1,88 %	0,08 %	3,02 %	1,21 %	0,04 %	0,06 %
Kühlagerung 1	2,92 %	0,23 %	2,34 %	3,53 %	0,08 %	0,17 %
Transport	20,41 %	0,38 %	21,78 %	8,06 %	0,56 %	0,34 %
Kühlagerung 2	0,82 %	0,07 %	0,66 %	0,99 %	0,02 %	0,05 %
Regenerieren	6,99 %	0,57 %	5,61 %	8,45 %	0,19 %	0,42 %
Spülen	0,02 %	0,00 %	0,01 %	0,12 %	0,08 %	0,22 %
Recycling	1,10 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Zum Vergleich der beiden Materialien sind die Daten der einzelnen Lebenszyklusphasen am Beispiel des Klimawandels in Abb. 2 graphisch mit absoluten Angaben (in kg CO<sub>2</sub>-Eq.) dargestellt.

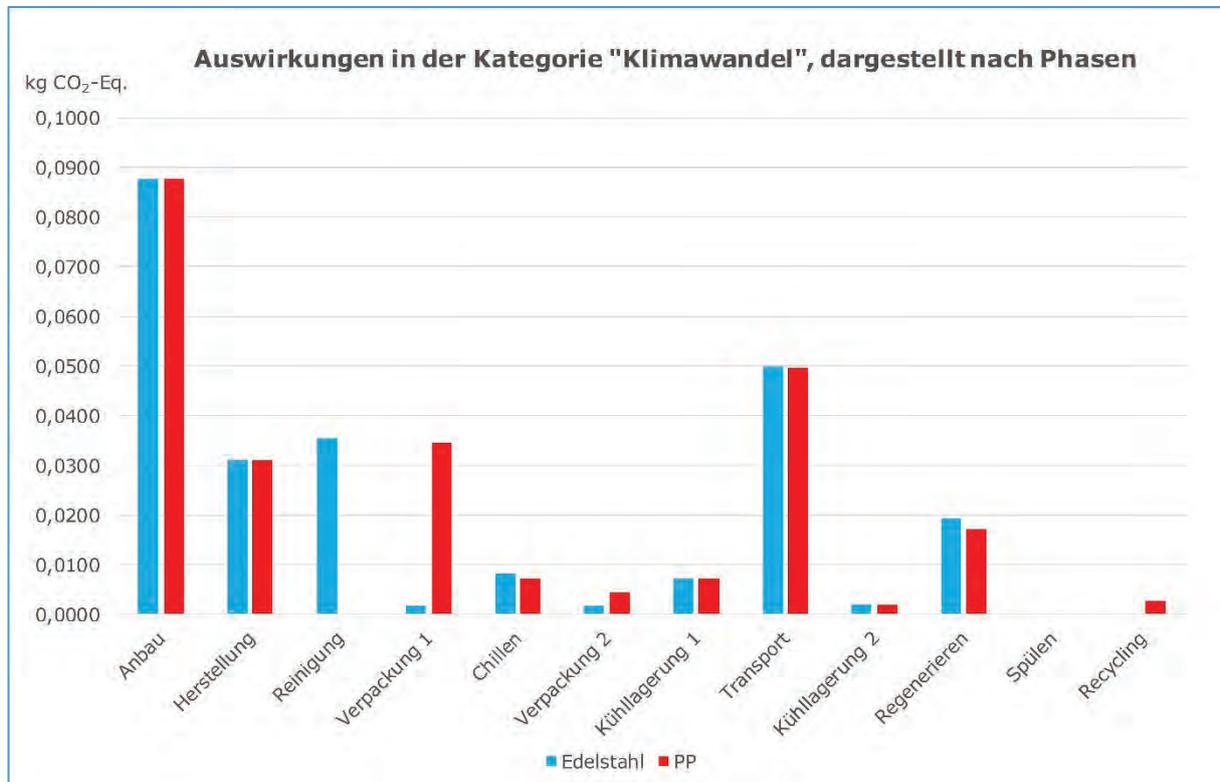


Abb. 2: Vergleich der beiden Materialien Edelstahl und PP in Bezug auf die Wirkungskategorie Klimawandel (in kg CO<sub>2</sub>-Eq.), aufgeteilt nach den einzelnen Lebenszyklusphasen

Sowohl aus Tab. 6 und 7 als auch aus Abb. 2 geht deutlich hervor, dass die Phase „Anbau“ bei fast jeder betrachteten Wirkungskategorie den größten Anteil hat. In Bezug auf den Klimawandel zeigen außerdem die Phasen „Transport“, „Herstellung“, „Reinigung“ und „Verpackung 1“ eine große Bedeutung. Die größten Unterschiede zwischen den beiden Materialien zeigen sich bei diesem Indikator in der Reinigung und der Verpackung 1 (Herstellung des Behälters).

### Diskussion der Ergebnisse

Eine Portion Erbsensuppe aus dem PP-Behälter erzeugt gemäß Tab. 5 in fast allen Wirkungskategorien geringere Belastungen als diejenige aus dem Edelstahl-Behälter. Einzige Ausnahme unter den betrachteten Wirkungskategorien bildet hier die Wirkungskategorie „fossil depletion“.

Bei der Auswertung von Abb. 2 fällt auf, dass die Auswirkungen der Materialien in einigen Phasen stark voneinander abweichen, während sie in anderen Phasen die gleichen Werte aufweisen. Zu letzterem zählen in Bezug auf die Wirkungskategorie Klimawandel selbstverständlich vor allem der Anbau und die Herstellung der Suppe, da diese beiden Schritte unabhängig vom später verwendeten Material erfolgen.

Es gibt aber auch Phasen, die trotz der verschiedenen Materialien nur einen kleinen Unterschied aufweisen, beispielsweise durch geringfügig unterschiedliche Beladungsmengen beim Schnellkühlen oder Regenerieren. Die zwei Phasen mit den größten Abweichungen gleichen sich gegenseitig aus: Während bei den Edelstahl-Behältern eine bedeutende Menge CO<sub>2</sub>-Eq. während der Reinigung entsteht (die bei PP-Behältern nicht stattfindet), fällt etwa die gleiche Menge CO<sub>2</sub>-Eq. bei der Herstellung der PP-Behälter an. Hier liegt die Fehleinschätzung der Öffentlichkeit in Bezug auf die Verpackungsart begründet, die den Verpackungsmüll direkt wahrnimmt, das Spülen und andere teils energieintensive Prozesse der Vor- und Nachkette jedoch nicht sieht.

Wie in Abb. 2 außerdem zu erkennen ist, sind die Unterschiede zwischen den betrachteten Materialien nicht sehr groß und belaufen sich meist auf wenige Gramm CO<sub>2</sub>-Eq., die sich erst in weiteren Nachkommastellen zeigen. Diese geringen Unterschiede der Transportsysteme sind im Vergleich zu den zu erwartenden Ungenauigkeiten auf der Ebene der Stoff- und Energieströme vernachlässigbar. Im Abschnitt „Funktionelle Einheit“ ist bereits erwähnt, dass es sich bei der betrachteten Erbsensuppe um ein vegetarisches Produkt handelt. Es drängt sich die Frage auf, wie sich die bisherigen Unterschiede in der CO<sub>2</sub>-Bilanz verhalten, wenn diesem Produkt eine Fleischkomponente hinzugefügt wird.

Das Ergebnis ist in Abb. 3 für beide Materialien jeweils nach Phasen getrennt dargestellt, hier nur in Bezug auf die Wirkungskategorie Klimawandel (in kg CO<sub>2</sub>-Eq.). Die Portionsmenge (350 g) ist identisch, es werden lediglich 100 g der Erbsensuppe durch eine Fleischeinlage (ecoinvent-Datensatz „rotes Fleisch“) mit der gleichen Masse ersetzt. Dadurch steigt die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Eq.-Auswirkung des Gesamtprozesses beim PP-Behälter auf 1,5883 kg, also auf das 6,5-fache, und beim GN-Behälter auf 1,5891 kg. Jetzt hat die Anbau-Phase jeweils einen Anteil von ca. 90 % an der gesamten Auswirkung des Prozesses.

Diese Kalkulation legt nahe, weniger über wenige Gramm Unterschied in der CO<sub>2</sub>-Bilanz aufgrund der verschiedenen Behältermaterialien als eher über die genaue Zusammensetzung des Menüs zu diskutieren.

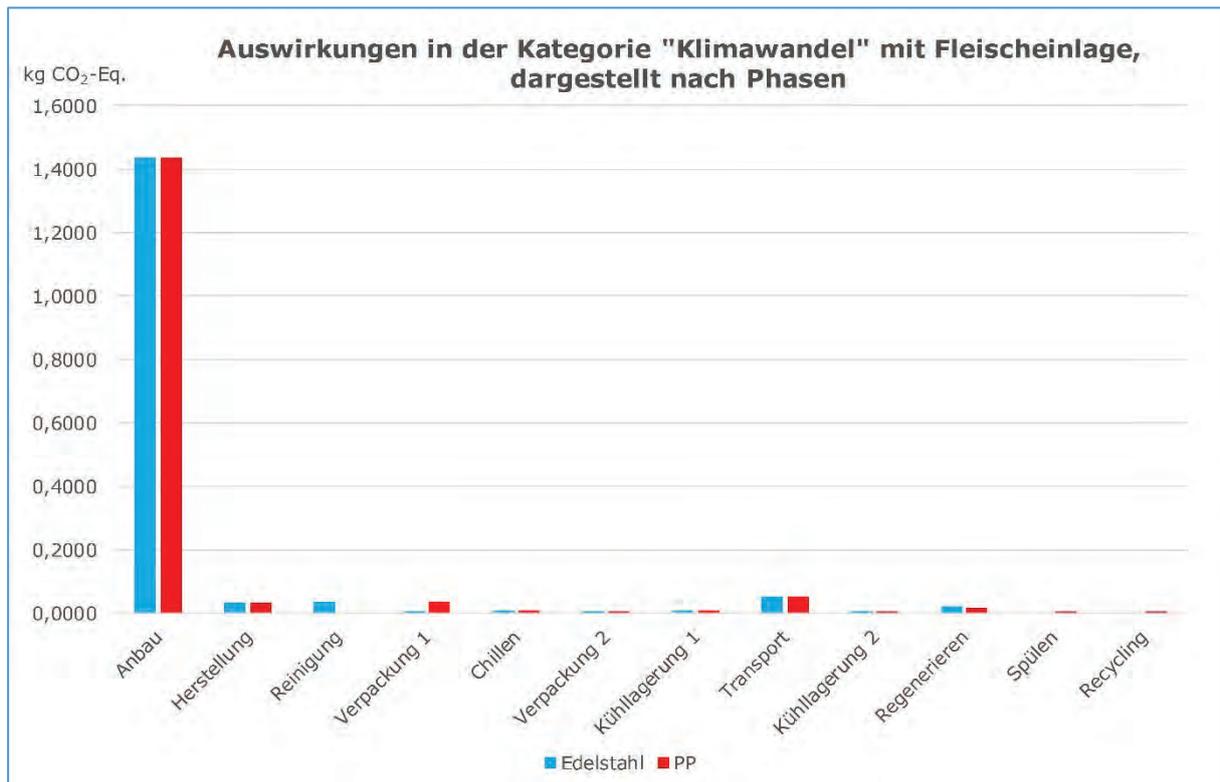


Abb. 3: Vergleich der beiden Materialien Edelstahl und PP in Bezug auf die Wirkungskategorie Klimawandel (in kg CO<sub>2</sub>-Eq.) nach Hinzufügen einer Fleischeinlage (100 g), aufgeteilt nach den einzelnen Lebenszyklusphasen

### Zusammenfassung

Hinsichtlich der bekanntesten Wirkungskategorie Klimawandel weisen beide Verpackungsarten eine vergleichbare CO<sub>2</sub>-Bilanz auf. Für die Produktion einer vegetarischen Portion Erbsensuppe (350 g) sind dies 243,2 g CO<sub>2</sub>-Eq. im PP-Einwegbehälter gegenüber 244,1 g CO<sub>2</sub>-Eq. im wiederverwendeten GN-Stahlbehälter. Auch hier vermittelt die Angabe der Nachkommastelle eine vermeintlich hohe Genauigkeit, dient jedoch lediglich zur Darstellung der geringen Differenz. Dies gilt im Wesentlichen auch für alle weiteren betrachteten Wirkungskategorien, wobei hier meist der PP-Behälter minimal bessere Werte aufweist. Lediglich bei der Nutzung fossiler Brennstoffe ist der GN-Behälter günstiger. Die Ergebnisse zeigen vor allem, dass die Phase „Anbau“ die wesentlichen Umweltwirkungen verursacht (ca. 90 %), so dass die nachgelagerten Prozessschritte in der Hauswirtschaft und Gemeinschaftsgastronomie untergeordneten Einfluss haben.

Alle ermittelten Ergebnisse beziehen sich auf die konkreten Geräte, Mengenangaben und Produktionsbedingungen der betrachteten Firma IN VIA – ESSEN FÜR KINDER für das eine betrachtete Produkt Erbsensuppe. Dies ist bei Verallgemeinerungen zu berücksichtigen. Die Ökobilanz berücksichtigt ausschließlich den ökologischen Pfeiler der Nachhaltigkeit. Die anderen beiden Pfeiler – Ökonomie und Soziales – sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Die vorliegende Untersuchung kann dazu beitragen, die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf für den gewöhnlichen Betrachter nicht sichtbare, ökologisch aber relevante Prozesssteile zu lenken, und kann so mithelfen, die ökologischen Unterschiede von Verpackungssystemen deutlicher und naturwissenschaftlich korrekter herauszustellen.

Um die hier getroffenen Aussagen zur Nachhaltigkeit der Transportmaterialien Edelstahl und Polypropylen verallgemeinern zu können, ist eine Ausweitung der Betrachtung auf weitere Produkte nötig. Durch eine Sensitivitätsanalyse kann außerdem der Einfluss der einzelnen Prozessparameter auf das Gesamtergebnis bestimmt werden. So ist es möglich, mit möglichst geringen finanziellen Mitteln große Auswirkungen auf der ökologischen Seite der Nachhaltigkeit zu erreichen.

### Literaturverzeichnis

- Baunemann R (2018): Kunststoff im Kreuzfeuer der Kritik. Hg. v. VCI - Verband der chemischen Industrie e.V. <https://www.vci.de/themen/umwelt-sicherheit/abfall/kunststoff-im-kreuzfeuer-der-kritik-plasticseurope-deutschland-zu-meeresmuell-und-verbotsplaenen.jsp> (zuletzt abgerufen am 22.10.2019).
- Cool Compact Kühlgeräte GmbH (Hg.) (o.J.): Datenblatt Schnellkühler. (CCO-SKFMSE4011CP-R452A). Schriftliche Mitteilung vom Herausgeber.
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 10510 (2013). Lebensmittelhygiene – Gewerbliches Geschirrspülen mit Mehrtank-Transportgeschirrspülmaschinen.
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 10536 (2016). Lebensmittelhygiene – Cook & Chill-Verfahren.
- EPA - U.S. Environmental Protection Agency (Hg.) (2016): Guidance on Data Quality Assessment for Life Cycle Inventory Data. [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=321834](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=321834) (zuletzt abgerufen am 07.06.2019).
- Europäisches Komitee für Normung (CEN): DIN EN ISO 14044 (2006). Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14044:2006 + A1:2018.
- Europäisches Komitee für Normung (CEN): DIN EN ISO 14040 (2006). Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006.
- Gloor R (2011): Kälteanlagen. Hg. v. Energie.ch AG. <http://www.energie.ch/kaelteanlagen> (zuletzt abgerufen am 28.01.2019).
- Goedkoop M, Heijungs R, Huibregts M, Schryver AD, Struijs J, van Zelm R (2009): ReCiPe 2008. A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. [https://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/recipe\\_characterisation.pdf](https://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/recipe_characterisation.pdf) (zuletzt abgerufen am 23.10.2019).
- Hobart GmbH (Hg.) (2007): Datenblatt Bandspülmaschine. Schriftliche Mitteilung vom Herausgeber.
- IN VIA - ESSEN FÜR KINDER (2018): Über uns. <https://www.invia-essenfuerkinder.de/über-uns/> (zuletzt abgerufen am 17.08.2018).
- IN VIA - ESSEN FÜR KINDER (Hg.) (2019): Rezeptur Erbseneintopf. Schriftliche Mitteilung vom Herausgeber.
- KBS Gastrotechnik GmbH (Hg.) (o.J.): Datenblatt Kochkessel. <https://www.kbs-gastrotechnik.de/de/elektro-kochkessel-150-l-21kw-indirekte-hitze-c-15413-5-672---2.html> (zuletzt abgerufen am 30.08.2019).
- Klöpper W, Grahl B (2012): Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Nachdruck. Weinheim: WILEY-VCH.

Liebherr-Hausgeräte Ochsenhausen GmbH (Hg.) (o.J.): Datenblatt Kühlschranks. Gastroline UGK 5700. [https://www.rauschenbach.de/Download2/Liebherr\\_Gewerbe\\_05\\_D.pdf](https://www.rauschenbach.de/Download2/Liebherr_Gewerbe_05_D.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.08.2019).

M.G.M. srl (Hg.) (o.J.): Datenblatt Schweißgerät. PG INOX. <http://www.mgm-packaging.eu/prodotti/pg-inox-eng/> (zuletzt abgerufen am 30.08.2019).

Umweltbundesamt (Hg.) (2018): Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs von Kunststoffverpackungen in Deutschland in ausgewählten Jahren von 1991 bis 2016 (in Kilogramm). <https://printkr.hs-niederrhein.de:2127/statistik/daten/studie/914363/umfrage/kunststoffverpackungen-verbrauch-pro-person-in-deutschland/> (zuletzt abgerufen am 14.02.2019).

Weidema BP, Bauer C, Hischier R, Mutel C, Nemecek T, Reinhard J, Vadenbo CO, Wernet G (2013): Overview and Methodology. Data quality guideline for the ecoinvent database version 3. In: Ecoinvent Report 1 (v3). [https://www.ecoinvent.org/files/dataqualityguideline\\_ecoinvent\\_3\\_20130506.pdf](https://www.ecoinvent.org/files/dataqualityguideline_ecoinvent_3_20130506.pdf) (zuletzt abgerufen am 14.08.2018).

WINenergy! (Hg.) (1997): Energiekennzahlen und -sarpotenziale in der Kunststoffverarbeitung. [http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263987\\_52485981/2709820c/Energiekennzahlen%20und%20Sarpotenziale%20in%20der%20Kunststoffverarbeitung.pdf](http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263987_52485981/2709820c/Energiekennzahlen%20und%20Sarpotenziale%20in%20der%20Kunststoffverarbeitung.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.08.2019).

Witkowski N (2017): Vergleichende Analyse der Umweltauswirkungen der Lebensmittelverarbeitung bei Cook & Chill und Cook & Hold unter Anwendung des Life Cycle Assessments. Masterarbeit. Hochschule Niederrhein, Mönchengladbach.

## Autor/innen

Merle Christophersen B.Eng. (Korrespondenzautorin) und Prof. Dr. Christof Menzel, Fachbereich Oecotrophologie, Hochschule Niederrhein, 41065 Mönchengladbach, Rheydter Straße 277.

Kontakt: [merle.christophersen@gmx.net](mailto:merle.christophersen@gmx.net)



© M. Christophersen

## Interessenkonflikt und Anmerkung

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht. Die Ökobilanzierung erfolgte für die Firma IN VIA – ESSEN FÜR KINDER. Die Arbeit ist Bestandteil der Masterthesis der Erstautorin mit dem Titel „Einfluss des Auslieferungs-Behältersystems (Polypropylen vs. Gastronorm-Edelstahl) auf die Ökobilanz von Lebensmitteln in der Gemeinschaftsverpflegung“ (Erstgutachter: Prof. Dr. Christof Menzel).

## Zitation

Christophersen M, Menzel C (2020): Ökobilanzierung von Erbsensuppe für die Schulpflege aus Polypropylen-Schalen im Vergleich mit Gastronorm-Edelstahl-Behältern. *Hauswirtschaft und Wissenschaft* 68 (2020), ISSN online 2626-0913.

<https://haushalt-wissenschaft.de>

DOI: 10.23782/HUW\_16\_2019