

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze



www.plastikvermeidung.de

Verbraucherreaktionen bei Plastik und dessen Vermei- dungsmöglichkeiten am Point of Sale (VerPlaPoS)

Abschlussbericht

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

Autorinnen und Autoren

Folgende Autor*innen waren bei der Entwicklung dieses Abschlussberichts beteiligt. Wer welchen Teil verfasst hat, wird jeweils zu Beginn der einzelnen Kapitel angeführt.

Decker, Thomas

Stadt Straubing: Amt für Wirtschaftsförderung;
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf – TUM Campus Straubing: Fachgebiet für Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe

Lippl, Maria

Stadt Straubing: Amt für Wirtschaftsförderung

Albrecht, Stefan

Universität Stuttgart IABP, Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung GaBi

Bauer, Klaus Dieter

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV Freising

Drechsel, Pia

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf – TUM Campus Straubing: Fachgebiet für Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe; Mitglied bei BayWiss

Frommeyer, Britta

Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster

Habermehl, Tabea

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf – TUM Campus Straubing: Fachgebiet für Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe

Heider, Dominik

Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Mathematik und Informatik, Arbeitsgruppe Data Science in der Biomedizin

Holterbosch, Jochem

Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH München

Klaene, Klaudia

Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH München

Koch, Julia

Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster

Lorenz, Manuel

Universität Stuttgart IABP, Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung GaBi

Menrad, Klaus

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf – TUM Campus Straubing: Fachgebiet für Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe

Muth, Lea

Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Mathematik und Informatik, Arbeitsgruppe Data Science in der Biomedizin

Niedermeier, Andreas

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf – TUM Campus Straubing: Fachgebiet für Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe

Sängerlaub, Sven

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV Freising

Scagnetti, Carla

Universität Stuttgart IABP, Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung GaBi

Schewe, Gerhard

Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster

Tornow, Maren

Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster

Van den Adel, Friederike

Universität Stuttgart IABP, Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung GaBi

von Gehlen, Kristina

Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster

Kontakt Daten:

Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster; Tel. +49 251 83 22831; fatm@wiwi.uni-muenster.de

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV Freising; Tel. +49 8161 491 0; info@ivv.fraunhofer.de

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf – TUM Campus Straubing: Fachgebiet für Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe; Tel. +49 9421 187 201; sylvia-demmer-hoecher@hswt.de

Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH München; Tel. +49 89 5202 0; info@hopffisterei.de

Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Mathematik und Informatik, Arbeitsgruppe Data Science in der Biomedizin; Tel. +49 6421 2821573; dominik.heider@uni-marburg.de

Stadt Straubing: Amt für Wirtschaftsförderung; Tel. +49 9421 944 61160; wifoe@straubing.de

Universität Stuttgart IABP; Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung GaBi, Tel. +49 711 970 3172; gabi@iabp.uni-stuttgart.de

Druckvorlage fertiggestellt am 31.05.2021.

Dieses Dokument steht online zur Verfügung unter: www.plastikvermeidung.de und unter <https://bmbf-plastik.de/de/publikation/verplapos-abschlussbericht>.

Danksagungen & Disclaimer

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01UP1701 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung.....	15
1.1 Forschungsansatz	15
1.2 Das Forschungsteam VerPlaPoS	17
2 Welche Maßnahmen wünschen sich Konsument*innen? Ausgewählte Vorschläge zur Reduktion von Plastikverpackungen	19
2.1 Hintergrund	19
2.2 Methodik	20
2.3 Ausgewählte Ergebnisse	20
2.3.1 Politische Maßnahmen	21
2.3.2 Ausweitung des Mehrweg- und Pfandsystems	22
2.3.3 Schaffung lokaler Angebotsstrukturen & Anreizsysteme	23
2.3.4 Wenn verpackt, dann „anders“ verpackt	24
2.3.5 Aufklärung, Transparenz & Änderung des eigenen Konsumverhaltens	25
2.4 Zusammenfassung und Diskussion	25
2.5 Literaturverzeichnis	26
3 Wichtigkeit von Kunststoffverpackungen beim Einkauf von Lebensmitteln und Textilien – Ergebnisse einer Online-Umfrage ..	28
3.1 Datenerhebung	28
3.2 Ergebnisse der Online-Befragung	29
3.2.1 Lebensmittel	30
3.2.2 Textilien	32
3.2.3 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	35

4 Einfluss der Materialart auf die Umweltwirkungen von Verpackungen.....	36
4.1 Einleitung	36
4.2 Tragetaschen am PoS	38
4.3 Einschlagpapier für den Thekenverkauf	40
4.3.1 Brotseide	40
4.3.2 Einschlagpapier für Wurst und Käse	41
4.4 To-Go Schalen und Becher	44
4.4.1 Becher für z. B. Snack-Tomaten	44
4.4.2 To-Go Salatschalen	45
4.5 Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung	47
4.6 Literaturverzeichnis	48
5 Der Plastik-Index (PLIX) als produktspezifische Verpackungsbewertung	50
5.1 Einführung	50
5.2 Der PLIX als Lösungsansatz	52
5.2.1 Kunststoffmenge	52
5.2.2 Rezyklierfähigkeit	52
5.2.3 Umweltwirkungen	53
5.3 Die Ökobilanz und Lebensweg einer Verpackung	54
5.3.1 Datenerfassung der Lebensweganalyse	55
5.3.2 Product Environmental Footprint und EF 3.0	56
5.4 Anwendungsbeispiel und Ergebnisdarstellung für Salatschalen	57
5.5 Fazit	60
5.6 Literaturverzeichnis	60
6 Entwicklung einer Plastik-Informations-App.....	62

6.1 Technischer Hintergrund	62
6.2 Aufbau der App	64
6.2.1 Produkt-Auswahl	64
6.2.2 Mein PLIX	66
6.2.3 Wissenswertes	66
6.2.4 Tipps	67
6.2.5 Einbindung der aktuellen Projektinformationen über die Logos auf der Hauptseite	67
7 Strategien zur Reduzierung der Umweltauswirkungen von Verpackungen.....	69
7.1 Entwicklung von alternativen, umweltabbaubaren Verpackungsmaterialien unter Anwendung von PHB, PHBV, PVOH, Wachs, Papier und Faserguss	72
7.2 Schalen aus recyceltem PET	79
7.3 Design-for-Recycling bei Folien	81
7.4 Zusammenfassung	82
7.5 Literaturverzeichnis	83
8 Welchen Beitrag leisten Konsument*innen zur Reduktion von Verpackungen? Am Beispiel von Hemdchenbeuteln für Obst und Gemüse	85
8.1 Hintergrund	85
8.2 Methodik	86
8.3 Ergebnisse	89
8.4 Zusammenfassung und Diskussion	91
8.5 Literaturverzeichnis	92
9 Der Einfluss von Verpackungen auf die Kauf- und Zahlungsbereitschaft von Snacktomaten	94

9.1 Hintergrund	94
9.2 Methodik	95
9.3 Ergebnis	99
9.4 Zusammenfassung und Diskussion	100
9.5 Literaturverzeichnis	101
10 Prozessoptimierung in der textilen Lieferkette zur Reduzierung von Verpackungen	103
10.1 Einleitung	103
10.2 Leitfaden zur Verpackungsreduzierung	104
10.3 Operative Handlungsempfehlungen zur Verpackungsreduzierung	107
10.4 Literaturverzeichnis	108
11 Betriebswirtschaftliche Analyse von Mehrwegverpackungen in der textilen Lieferkette	111
11.1 Eigenschaften von Mehrwegverpackungen	111
11.2 Einsparpotenzial und Abgrenzung der Mehrwegverpackung zur Einweg-Kartonage	112
11.3 Anpassungsmöglichkeiten der Mehrwegverpackungen und des -systems	115
11.4 Handlungsempfehlungen und Fazit	117
11.5 Literaturverzeichnis	118
12 Betriebswirtschaftliche und ökobilanzielle Betrachtung von Polybeutel-Alternativen.....	120
12.1 Polybeutel aus konventionellem Kunststoff	120
12.2 Übersicht der Polybeutel-Alternativen	121
12.3 Vergleich der Polybeutel-Alternativen	124
12.4 Handlungsempfehlungen und Fazit	125
12.5 Literaturverzeichnis	128

13 Akzeptanz umweltfreundlicher Verpackungen im	
Multichannel-Handel	130
13.1 Einleitung	130
13.2 Datenerhebung	131
13.3 Ergebnisse	132
13.4 Handlungsempfehlungen	134
13.5 Literaturverzeichnis	135
14 Status Quo: Kunststoffrecycling in der Textilindustrie	138
14.1 Einleitung	138
14.2 Gesetzliche Vorgaben	139
14.3 Einflussfaktoren auf das Recycling entlang der Lieferkette	139
14.4 Situation am Point of Sale	141
14.5 Herausforderungen und Lösungsansätze	142
14.6 Literaturverzeichnis	143
15 Recycling von Kunststoffabfällen mittels 3D-Druck	146
15.1 Einleitung	146
15.2 Voraussetzungen für den Betrieb der Recycling-Anlage	147
15.3 Umsetzbarkeit des FATM-Konzeptes	149
15.3.1 Praktische Umsetzbarkeit	149
15.3.2 Betriebswirtschaftliche Bewertung	150
15.3.3 Ökobilanzielle Bewertung	150
15.4 Fazit	153
15.5 Literaturverzeichnis	154
16 Produktionsverfahren für Textilien aus Rezyklaten und PHB	
im 3D Druck	155
16.1 Einleitung	155

16.2	Anforderungen an die Beschaffenheit 3D-gedruckter Bekleidung	156
16.3	Eignung von PHB zur Verwendung im 3D-Druck	157
16.4	Ergebnisse der 3D-Drucktests	158
16.5	Fazit zur Eignung der getesteten Kunststoffe	160
16.6	Literaturverzeichnis	161
17	Ergebnisse & Handlungsempfehlungen	165
17.1	Verbraucher*innen	165
17.2	Unternehmen	169
17.3	Politik	173
17.4	Literaturverzeichnis	176

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1-1: Grobgliederung des Projektes VerPlaPoS</i>	16
<i>Abbildung 1-2: Forschungsteam VerPlaPoS</i>	17
<i>Abbildung 2-1: Ablauf der Studie</i>	20
<i>Abbildung 3-1: CBC Experiment Lebensmittel</i>	31
<i>Abbildung 3-2: Verpackungsampel</i>	33
<i>Abbildung 3-3: CBC Experiment Textilien</i>	33
<i>Abbildung 4-1: Einfluss des Materials auf die Umweltwirkung der Verpackung</i>	37
<i>Abbildung 4-2: Umweltfußabdruck verschiedener Tragetaschen in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl</i>	39
<i>Abbildung 4-3: Umweltfußabdruck verschiedener Brotseidematerialien in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl</i>	41
<i>Abbildung 4-4: Umweltfußabdruck verschiedener Verpackungen für Wurst und Käse in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl</i>	43
<i>Abbildung 4-5: Umweltfußabdruck verschiedener Verpackungen für Snack-Tomaten in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl</i>	45
<i>Abbildung 4-6: Umweltfußabdruck verschiedener Verpackungen für verzehrfertigen Salat in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl</i>	46
<i>Abbildung 5-1: Einfluss des Materials auf die Umweltwirkung der Verpackung</i>	51
<i>Abbildung 5-2: Beispielhafte Darstellung des PLIX</i>	54
<i>Abbildung 5-3: Datenerfassung am Beispiel Lebensmittel</i>	56
<i>Abbildung 5-4: Darstellung des PLIX am Beispiel Salatschalen</i>	58
<i>Abbildung 6-1: Startseite der App. Die App ist verfügbar für Android (A-B) und iOS (C-D)</i>	63
<i>Abbildung 6-2: PLIX in der Plastik-App am Beispiel Apfel (iOS Version 1.5)</i>	66
<i>Abbildung 6-3: Menüführung. Beispiel der Menüführung in der Android App für den Bereich Lebensmittel bis zu Mein PLIX)</i>	67
<i>Abbildung 6-4: Client-Server Architektur. Die App ist verfügbar für iOS und Android. Created with BioRender.com</i>	68
<i>Abbildung 7-1: Einteilung der Kunststoffe nach Rohstoffen und Bioabbaubarkeit</i>	71
<i>Abbildung 7-2: Veränderungen der Eigenschaften von PHBV durch Additivierung (am Beispiel Triethylcitrat, TEC). Die Werte für die Verbundhaftung beziehen sich auf Papierbeschichtungen</i>	73

<i>Abbildung 7-3: Am Fraunhofer IVV hergestellte Verpackungsvarianten mit Kunststoffen basierend auf PHB und PHBV</i>	74
<i>Abbildung 7-4: Mit Naturwachs (Candelilla) bzw. PVOH und Wachs beschichtete faserbasierte Verpackungen (Insert: Wachsoberfläche bei höherer Vergrößerung). Bereits mit geringen Dicken von ca. 10 µm (7 µm PVOH, 3 µm Candelillawachs) werden gute Barriereigenschaften erreicht.</i>	74
<i>Abbildung 7-5: Links: Wasseraufnahme von beschichtetem Papier (Cobb60 Bestimmung). Die zusätzliche Beschichtung mit Candelillawachs reduziert die aufgenommene Wassermenge um ca. 80 %. Rechts: Barriereigenschaften (typische Werte) im Vergleich.</i>	75
<i>Abbildung 7-6: Gewichtsverlust verschiedener Brote nach 3 bzw. 5 Tagen Lagerung bei Verpackung in Standard-Brotseide und in PHB beschichtetem Papier (links). Ergebnis der sensorischen Bewertung der Brote durch 13 Teilnehmer.</i>	76
<i>Abbildung 7-7: aw-Werte von zwei Brotsorten, frisch und eingewickelt in verschiedenen Verpackungsmaterialien nach Lagerung (2,5 Tage)</i>	77
<i>Abbildung 7-8: Gewichtsverlust verschiedener Brote nach 2 und 3 Tagen Lagerung bei Verpackung in einem vom Fraunhofer IVV entwickelten Papier mit PVOH-/Wachs-Beschichtung im Vergleich zur Standard-Brotseide</i>	77
<i>Abbildung 7-9: Bewertung (je Einzelurteil jeweils mit Noten 1 - 6) der in verschiedene Verpackungen eingewickelten Weizenlaibproben nach 2,5 Tagen Lagerung. Je niedriger die Gesamtpunktzahl, desto besser</i>	78
<i>Abbildung 7-10: Am Fraunhofer IVV hergestellte Schalen aus Neuware- und Recycling-PET. Die aus 100 % Rezyklat bestehende Schale ist weniger transparent und hat eine gelbliche Verfärbung</i>	80
<i>Abbildung 7-11: Monomaterial"-Laminat aus > 95% PP mit integrierter Barrierschicht (Barrierelack mit anorganischen Nanoplättchen (links), nanoskalige anorganische Schicht, z.B. Siliziumoxid oder Aluminiumoxid (rechts))</i>	81
<i>Abbildung 8-1: PE Hemdchenbeutel</i>	87
<i>Abbildung 8-2: PE I´m green Hemdchenbeutel</i>	87
<i>Abbildung 8-3: Hemdchenbeutel mit OK Compost Home Zertifizierung</i>	87
<i>Abbildung 8-4: Kraftpapiertüte</i>	88
<i>Abbildung 8-5: Mehrwegnetz</i>	88
<i>Abbildung 8-6: Kollage Verpackungsinsel</i>	89
<i>Abbildung 9-1: PET-Schale</i>	96
<i>Abbildung 9-2: Recycling PET-Schale</i>	97
<i>Abbildung 9-3: PLA-Schale</i>	97
<i>Abbildung 9-4: Papp-Schachtel</i>	97

<i>Abbildung 9-5: Regalplatzierung der umgepackten Snacktomaten mit Hinweisschild</i>	98
<i>Abbildung 10-1: Verwendung von Verpackungen in der textilen Lieferkette</i>	103
<i>Abbildung 10-2: Übersicht der Teilbereiche des Leitfadens zur Verpackungsreduzierung in der textilen Lieferkette</i>	105
<i>Abbildung 11-1: Vergleich des Umwelteinflusses von Einweg- und Mehrwegverpackungen</i>	113
<i>Abbildung 11-2: Kumulierter Materialaufwand der MWB EWB im Vergleich</i>	114
<i>Abbildung 12-1: Vergleich der Polybag-Alternativen in Bezug auf Funktionalität und Umweltwirkung</i>	125
<i>Abbildung 12-2: Einordnung der Polybag-Alternativen gemäß der Abfallhierarchie (nach EU-Richtlinie 2009/98/EG)</i>	126
<i>Abbildung 13-1: Demographische Charakteristika der Stichprobe</i>	131
<i>Abbildung 13-2: Prozess der Datenerhebung</i>	132
<i>Abbildung 13-3: Verpackungspräferenzen der Verbraucher*innen</i>	133
<i>Abbildung 15-1: Environmental Footprint Screening für das Produkt Göffel</i>	151
<i>Abbildung 15-2: Ergebnisse des EF für das Beispielprodukt Rucksackschnalle</i>	153
<i>Abbildung 16-1: Ergebnisse der Drucktests mit TPU</i>	158
<i>Abbildung 16-2: Ergebnisse der Drucktests mit R-PP</i>	159
<i>Abbildung 16-3: Ergebnisse der Drucktests mit R-PS</i>	159
<i>Abbildung 16-4: Ergebnisse der Drucktests mit PHB</i>	160

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 3-1: Soziodemographische Merkmale der beiden Datensätze</i>	29
<i>Tabelle 3-2: Übersicht der Preise nach Einkaufsstätte</i>	30
<i>Tabelle 3-3: Ergebnisse CBC Experiment Lebensmittel</i>	32
<i>Tabelle 3-4: Ergebnisse CBC Experiment bei Textilien</i>	34
<i>Tabelle 4-1: Übersicht der verschiedenen Tragetaschen</i>	38
<i>Tabelle 4-2: Übersicht der verschiedenen Arten der Brotseide</i>	40
<i>Tabelle 4-3: Übersicht der verschiedenen Verpackungen für Wurst und Käse</i>	42
<i>Tabelle 4-4: Übersicht der verschiedenen Verpackungen für Snack-Tomaten</i>	44
<i>Tabelle 4-5: Übersicht der verschiedenen Verpackungen für verzehrfertige Salate</i>	46
<i>Tabelle 5-1: Ergebnisse der PLIX-Bewertung am Beispiel Salatschalen</i>	57
<i>Tabelle 8-1: Überblick der Beobachtungen beim Obst- und Gemüsekauf</i>	90
<i>Tabelle 8-2: Überblick der gemachten Beobachtungen</i>	91
<i>Tabelle 9-1: Überblick der Absatzzahlen und Bewertungen zu den Verpackungslösungen für Tomaten</i>	100
<i>Tabelle 11-1: Vor- und Nachteile für den Einsatz von Mehrwegverpackungen</i>	115
<i>Tabelle 16-1: Beurteilung der getesteten Kunststoffalternativen</i>	161

1 Einführung

Im interdisziplinären Forschungsprojekt „Verbraucherreaktionen bei Plastik und dessen Vermeidungsmöglichkeiten am Point of Sale“ (VerPlaPoS) wurden im Zeitraum Oktober 2017 bis März 2021 von verschiedenen wissenschaftlichen Institutionen in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Praxis Handlungsoptionen und die Rolle von Verbraucher*innen bei der Vermeidung von Plastik(müll) in den Bereichen Lebensmittel- und Textilverpackungen untersucht.

Das Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Forschungsschwerpunkts „Sozial-ökologische Forschung“ im Rahmen der Fördermaßnahme „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“. Diese ist Teil der Leitinitiative Green Economy des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA3).

Im vorliegenden Dokument werden ausgewählte Arbeiten und Ergebnisse zu den verschiedenen Themenbereichen in einzelnen Kapiteln beschrieben.

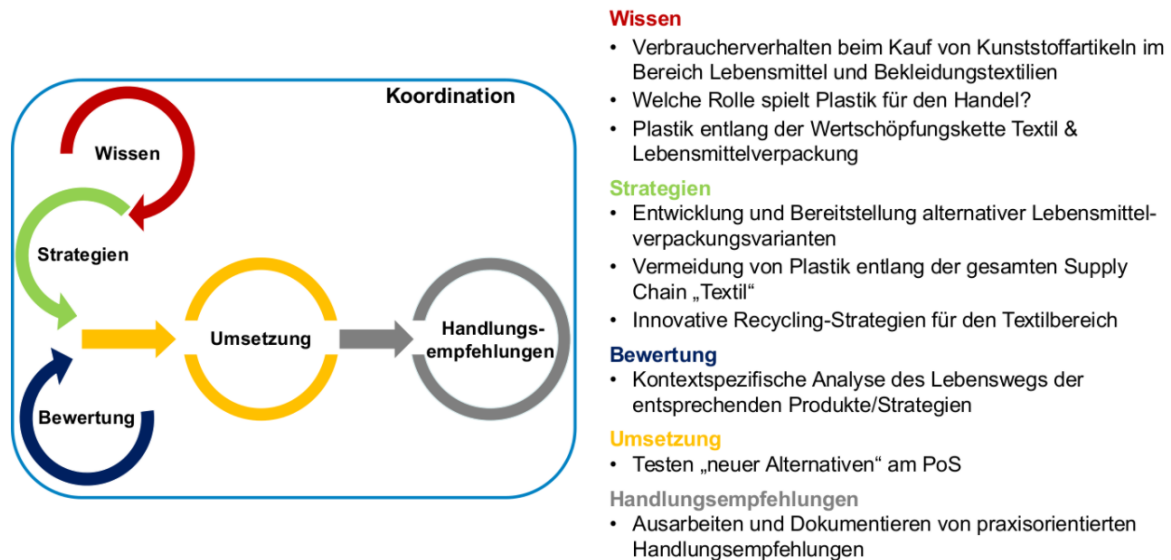
1.1 Forschungsansatz

Vor dem Hintergrund eines kontinuierlichen Anstiegs von Plastikverpackungen und der ansteigenden Abfallmenge in Deutschland sowie der zunehmenden medialen Berichterstattung über die Umweltbelastungen durch Plastik, wurde in diesem Projekt untersucht, inwiefern Verbraucher*innen durch ihre Kaufentscheidungen am Point of Sale (PoS) das Entstehen von Kunststoffabfällen vermeiden können und ob man ihnen hierbei z.B. durch verschiedene Vermeidungsstrategien Hilfestellung leisten kann. Grundannahme war, dass der Einsatz von Plastikverpackungen von Konsument*innen durch eine gezielte Wahl des Produkts am PoS beeinflusst werden kann (z.B. Wahl von kunststofffreien Produkten). Dies wurde exemplarisch an den Anwendungen „Lebensmittelverpackungen“ und „Textilverpackungen“ untersucht.

Die Forschungsschwerpunkte lagen auf folgenden Fragen:

- » Was wissen Verbraucher*innen über Plastik?
- » Wie kann Plastik schon im Vorfeld vermieden werden?
- » Gibt es Alternativen zum herkömmlichen Plastik?
- » Sind neue Plastik(verpackungs)-Alternativen besser?
- » Wie kann Verbraucher*innen beim Plastikvermeiden geholfen werden?

Diesen Forschungsschwerpunkten folgend wurde das Projekt in verschiedene Bereiche gegliedert (Abbildung 1-1).



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 1-1: Grobgliederung des Projektes VerPlaPoS

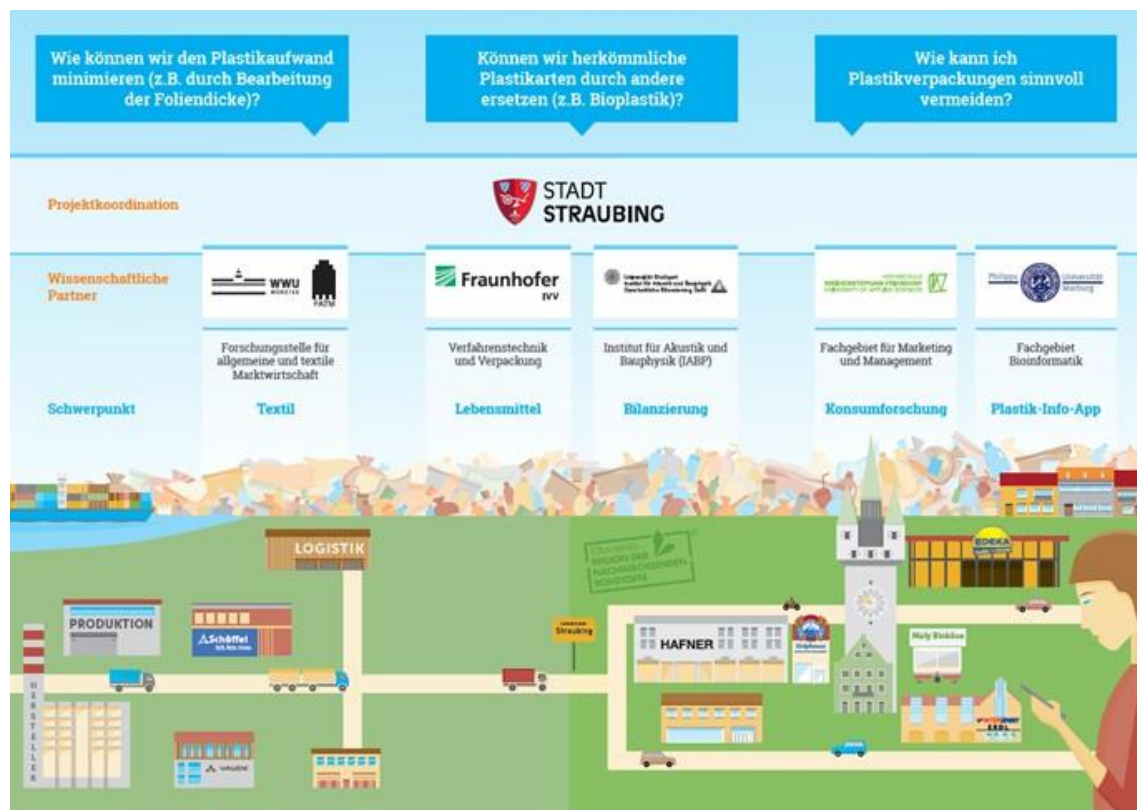
Das Verbraucher*innenverständnis und -verhalten beim Kauf (bzw. Miterwerb) von Plastik wurde mittels Gruppendiskussionen, Interviews, Online-Befragungen sowie Beobachtungen (Eye-Tracking-Brille) und Experimenten am PoS untersucht. Parallel wurde das Plastikaufkommen am Point of Sale und auch in der Wertschöpfungskette von ausgewählten Produkten quantifiziert und analysiert. Um Plastik im Vorfeld zu vermeiden, wurden Plastikvermeidungsstrategien entlang der gesamten Wertschöpfungsketten Textil und Lebensmittel erarbeitet. Darüberhinaus wurden neue Verpackungen und Verfahren entwickelt, die herkömmliches Plastik durch eine ökologisch bessere Alternative ersetzen sollten. Um zu entscheiden, ob die neu entwickelten Verpackungen ökologisch besser sind, wurden alle Verpackungsarten ganzheitlich hinsichtlich ihrer Umweltwirkung bewertet und miteinander verglichen. Hierzu wurde das Instrument eines sogenannten Plastik-Index (PLIX) entwickelt, der die Parameter Plastikmenge der Verpackung, Umweltwirkung und Recyclingfähigkeit in einem Wert zusammenfasst. Um diese Daten benutzerfreundlich für Verbraucher*innen und weitere Akteure in der Wertschöpfungskette einfach zugänglich zu machen, wurde eine Plastik-Info-App implementiert, in der der PLIX für ausgewählte Produkte zusammen mit weiteren Informationen rund um das Thema Plastik und Verpackungen (und deren Entsorgung) dargestellt wird. Darüber hinaus wurden die Verpackungsalternativen direkt am Point of Sale mittels Verbraucher*innen-Experimenten hinsichtlich ihrer Akzeptanz untersucht.

1.2 Das Forschungsteam VerPlaPoS

Das interdisziplinär aufgestellte Forschungsteam besteht aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen sowie Partnern aus der Praxis.

Für das Projekt konnte die Stadt Straubing als Projektkoordinatorin die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, die Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft (FATM) an der Universität Münster, die Philipps-Universität Marburg, die Universität Stuttgart, das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) und die Ludwig Stocker Hopfisterei GmbH gewinnen.

Im Rahmen des Reallabors wurde mit lokalen Praxispartnern zusammengearbeitet. Für den Bereich Textil waren Intersport Erdl sowie das Modehaus Hafner und für den Bereich Lebensmittel EDEKA Stadler & Honner sowie Biokäse Maly vertreten (siehe Abbildung 1-2).



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 1-2: Forschungsteam VerPlaPoS

Darüber hinaus fand ein reger Austausch beispielsweise in Form von Workshops mit weiteren Praxispartnern aus der Lebensmittel- (EDEKA Zentrale) und der Textilindustrie (VAUDE, Schöffel), Logistikunternehmen, mit Umweltschutzorganisationen (BUND Straubing), Entsorgern (Zweckverband Abfallwirtschaft Straubing Stadt und Land - ZAW-SR) sowie Verbraucherschutzorganisationen, Packmittelherstellern und einem Kunststoffverband statt.

2 Welche Maßnahmen wünschen sich Konsument*innen? Ausgewählte Vorschläge zur Reduktion von Plastikverpackungen

Habermehl, Tabea
Decker, Thomas
Menrad, Klaus

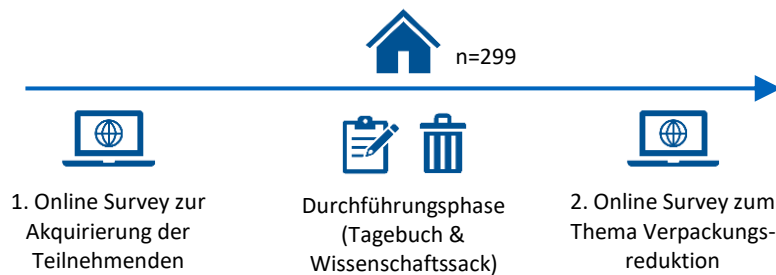
Die ausgewählten Ergebnisse im folgenden Kapitel sind Teil einer Studie zum Entsorgungs- und Vermeidungsverhalten von Verbraucher*Innen. Die Studie wurde Mitte 2019 bis Anfang 2020 in Kooperation mit der Hochschule Pforzheim durchgeführt.

2.1 Hintergrund

Die Reduktion von Kunststoffverpackungen ist für Konsument*innen oftmals nicht einfach und selbst für „fortgeschrittenere Vermeider*innen“ stellen sich dabei im Alltag verschiedene Herausforderungen. Zwar existieren Möglichkeiten zur Verpackungsreduktion, die beispielsweise an der Nachfrage und der Entsorgung ansetzen, jedoch fehlen häufig noch entsprechende Alternativen, die eine leichte Vermeidung ermöglichen (Decker et al. 2019). Dies ist auch dadurch bedingt, dass sich viele kunststoffbezogene Maßnahmen in der Vergangenheit vorrangig auf den Endverbrauch und damit auf Verbraucher*innen fokussiert haben, statt Industrie und Hersteller stärker in die Pflicht zu nehmen (Mederake et al. 2019; Heinrich-Böll-Stiftung 2019). Generell wird häufig bei Maßnahmen bezüglich nachhaltigen Konsums ausgeblendet, dass Konsumhandlungen oftmals routinisiert ablaufen, von verschiedensten Faktoren abhängig und in unterschiedliche Kontexte wie alltägliche, politische und wirtschaftliche Strukturen, Versorgungssysteme sowie soziale Beziehungen eingebettet sind und entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, damit Verhaltensänderungen seitens der Konsument*innen überhaupt erst möglich werden können (Brunner 2019). Um vor diesem Hintergrund näher zu erforschen, welche konkreten Maßnahmen die Reduktion von Kunststoffverpackungen in ihren alltäglichen Abläufen erleichtern könnten, wurden im Rahmen einer deutschlandweiten Online-Umfrage entsprechende Veränderungsvorschläge und –Wünsche seitens der Verbraucher*innen gesammelt.

2.2 Methodik

Die Online-Umfrage wurde im Rahmen einer Studie zum Entsorgungs- und Vermeidungsverhalten von Konsument*innen in Kooperation mit der Hochschule Pforzheim im Zeitraum zwischen 2019 und 2020 durchgeführt. Ziel dieser Studie war es, das Verpackungsaufkommen an und den Umgang mit Kunststoffabfällen näher zu erforschen. Zu diesem Zwecke führten die Studienteilnehmenden (n=299) zwei Wochen lang ein Verpackungstagebuch und sammelten alle im Haushalt anfallenden Leichtverpackungen in einem sogenannten „Wissenschaftssack“. Abschließend nahmen die Proband*innen an einer Online-Umfrage teil, in der unter anderem Veränderungsvorschläge und -wünsche bezüglich einer leichteren Reduktion von Kunststoffverpackungen angestoßen wurden. In Abbildung 2-1 ist der Studienablauf schematisch dargestellt:



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2-1: Ablauf der Studie

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die letzte Phase der Untersuchung (2. Online Survey).

2.3 Ausgewählte Ergebnisse

Insgesamt zeigte sich bei der Untersuchung, dass mehr als die Hälfte der befragten Personen (63 %) in ihrem Alltag Kunststoffverpackungen sehr stark bis stark vermeiden. Nur 3 % gaben an, dass sie wenig bis gar nicht darauf achten würden. Anhand dessen lässt sich ableiten, dass die Studienteilnehmer*innen intrinsisch motiviert sind und sich schon relativ intensiv mit der Verpackungsthematik auseinandergesetzt haben. Dennoch bedeutet dies nicht, dass eine Vermeidung automatisch leicht fällt und in allen Konsumbereichen zu gleichem Maße gelingt. So berichteten beispielsweise zwar 75 % der teilnehmenden Personen, dass sie im Lebensmittelbereich stark bis sehr stark auf die Reduktion bzw. Vermeidung von Kunststoffverpackungen achten würden, jedoch werden auch unterschiedliche Herausforderungen wie etwa der verpackungsreduzierte

Einkauf in gängigen Supermärkten und Discountern sowie die Verpackungseinsparung bei bestimmten Produkten genannt.

Mittels einer offenen Frage wurden die teilnehmenden Personen dazu aufgefordert, ihre eigenen Ideen und Wünsche hinsichtlich einer leichteren Reduktion bzw. Vermeidung von Kunststoffverpackungen im alltäglichen Leben darzulegen (*Was würde Ihrer Meinung nach die Reduktion bzw. Vermeidung von Kunststoffverpackungen in Ihrem Alltag erleichtern? Bitte beschreiben Sie in eigenen Worten Ihre Veränderungsvorschläge und -wünsche im untenstehenden Textfeld*). Dabei zeigt sich, dass Konsument*innen sich verschiedene Aktivitäten seitens Handel, Industrie und Herstellern sowie Politik wünschen, damit ihnen ein entsprechendes Verhalten ermöglicht wird. In den folgenden Abschnitten werden ausgewählte Ergebnisse nochmals näher dargestellt.

2.3.1 Politische Maßnahmen

Als politische Maßnahmen werden Gesetze gefordert, um Industrie, Hersteller und Handel hinsichtlich einer Verpackungsreduktion stärker zu verpflichten und entsprechenden Druck auszuüben. Diese betreffen beispielsweise die Verpackungsgestaltung, die Schaffung gesetzlicher Rahmenbedingungen für eine stärkere Umstellung auf Nachfüllsysteme im Handel sowie die Förderung von alternativen Verpackungen und Recycling. Damit einher gehen als Beispiel auch Regulierungen zur Verwendung von Kunststoffverbänden: „Die Politik sollte nur noch einige wenige Kunststoffe zulassen, die zudem "gut recyclebar" sind und keine Mischkunststoffe nur aus Marketinggründen mehr erlauben“ (P269). Gesetzliche Regelungen, die sich unmittelbar auf Verbraucher*innen auswirken, könnten beispielsweise Mitnahmeverpackungen betreffen. So schlägt eine Person vor,

„[...] Mitnahmeverpackungen (Tüten, Boxen, Becher...) nur über einen Abgabepreis ab[zugeben]. Dies muss gesetzlich geregelt sein, weil nie alle Unternehmen an einer freiwilligen Selbstverpflichtung teilnehmen. Diese Verpackungen nur nach ausdrücklichem Verbraucherwunsch abgeben“ (P245)

Vorschläge für Verbote betreffen vor allem Einwegverpackungen, -Flaschen und -Tüten sowie Mehrfach- und Umverpackungen: „Den Schritt der EU, beispielsweise Strohhalme zu vermeiden, ist nur ein kleiner. Aber ich finde ihn gut. Mein Wunsch: weiter so und nur das verpacken, was unbedingt verpackt werden muss. Und mehr Einwegverbote“ (P262). Darüber hinaus werden ökonomische Instrumente wie Steuern auf Kunststoff(verpackungen) als auch Anreizsysteme für Produzent*innen und Subventionen auf umweltschonende Produkte als mögliche Maßnahmen angeführt.

„Plastikverpackungen müssten für die Industrie von staatlicher Seite her finanziell uninteressant gemacht werden, so dass Firmen

gezwungen wären, alternative Verpackungen zu verwenden und weiterzuentwickeln. Das Problem kann von Verbraucherseite allein nicht gelöst werden“ (P74)

Schließlich stellt auch die finanzielle Förderung von entsprechenden Nachhaltigkeitsinitiativen und -Projekten eine zusätzliche Möglichkeit dar, Verpackungsvermeidung weiter voranzutreiben:

„Für M. [Stadt] gibt es bereits mehrere Karten, auf denen Läden verzeichnet sind, in denen man Plastik vermeiden bzw. eigene Behältnisse zum Einkauf mitbringen kann/muss. Solche Projekte sollen finanziell und medial unterstützt werden, damit es einer größeren Anzahl an Leuten einfacher gemacht wird, plastikfrei zu konsumieren“ (P269)

2.3.2 Ausweitung des Mehrweg- und Pfandsystems

Die Ausweitung des Mehrweg- und Pfandsystems wird seitens der Studienteilnehmer*innen als besonders wichtig empfunden und entsprechende Veränderungsvorschläge adressieren nicht nur die Politik, sondern auch die Hersteller und den Handel. So besteht generell der Wunsch nach einem größeren Produktangebot in Mehrwegverpackungen, welches auch in Discountern, Supermärkten sowie Lebensmittelfachgeschäften verfügbar sein sollte. Hinsichtlich des To-Go-Bereichs wird vorgeschlagen, nicht nur Einwegbecher, sondern generell Einwegplastik durch Mehrweg zu ersetzen. Auch wird das Thema Pfandflaschen aufgegriffen und unterschiedliche Ideen wie eine Erhöhung des Einwegpfands, den generellen Austausch von Einweg- gegen Mehrwegflaschen sowie eine Vereinheitlichung von Mehrwegpfandflaschen auf EU-Ebene genannt.

Insgesamt sollten Mehrwegverpackungssysteme nicht nur den Lebensmittel- und Getränkebereich umfassen, sondern auch auf weitere Bereiche wie Hygieneprodukte, Wasch- und Reinigungsmittel ausgeweitet werden: „Für Wasch- und Reinigungsmittel werden meines Wissens kaum alternative Verpackungen/ Mehrweg- oder Nachfüllsysteme angeboten. Vielleicht ginge auch hier Mehrweg wie beim Joghurt im Glas“ (P9). Letztlich sollten jedoch auch Umsetzbarkeit und Praktikabilität seitens der Konsument*innen in ihren alltäglichen Abläufen mitbedacht werden. So thematisiert eine Studienteilnehmerin: „Ich würde auch Milch, Joghurt oder Sahne in Gläsern kaufen, aber die Entsorgung und das Pfand ist mit dem Fahrrad immer umständlich“ (P24). Entlastend könnten dabei möglicherweise Lösungen wie eine Sammelstelle für Pfandgefäße in der Arbeitsstelle sein, um zusätzliche Wege zu ersparen.

2.3.3 Schaffung lokaler Angebotsstrukturen & Anreizsysteme

Um Verpackungen einsparen zu können, ist die Verfügbarkeit verpackungsfreier Produkte direkt vor Ort von Relevanz. Im Rahmen der Studie zeigte sich, dass manche Produkte wie bestimmte Obst- und Gemüsesorten im Handel inzwischen oftmals lose vorhanden sind, jedoch ist dies bei den meisten Konsumgütern nicht der Fall. Dementsprechend wünschen sich die Studienteilnehmenden insgesamt ein größeres Sortiment an unverpackten Produkten, welches auch über den Lebensmittelbereich hinausgeht. Dazu gehören als Beispiel abfüllbare Shampoos oder Reinigungsmittel. Dies sollte nicht nur in unverpackt-Läden, sondern auch in Supermärkten, Drogeriemärkten sowie in Discountern mittels Selbstbedienungsregalen oder Abfüllstationen angeboten werden: „Auch eine Möglichkeit wäre, wenn man Nudeln oder andere trockene Getreideprodukte nach Gramm in Supermärkten kaufen könnte, so wie es auch in anderen Ländern ja häufig bereits heute möglich ist“ (P125).

Damit einhergehend besteht das Interesse an mehr Möglichkeiten zum Mitbringen eigener Behältnisse an Wurst- und Käsetheken in Supermärkten als auch in Lebensmittelfachgeschäften. So würde sich eine teilnehmende Person wünschen, „dass es normal ist, seine eigenen Behälter zur Wurst- und Käsetheke mitzubringen. Bei meinem Feinkostgeschäft geht das super, aber bei vielen Läden wird man noch komisch angeschaut oder es ist überhaupt nicht möglich“ (P130). Um das Mitbringen eigener Behältnisse zu befördern und mehr Akzeptanz dafür zu schaffen wird beispielsweise vorgeschlagen, das Verkaufspersonal entsprechend zu schulen und die Kund*innen bei ihrem Einkauf auf diese Möglichkeit hinzuweisen.

Als weitere Idee wird die Bereitstellung von Stoffbeuteln in den Geschäften genannt:

„Beutel To Go`-Kisten in Läden aufstellen, wo Kunden ihre überzähligen Jutebeutel abgeben können. So können andere Kunden auf einen gekauften Beutel verzichten, da jeder Baumwollbeutel erst nach unzähligen Malen der Benutzung vom ökologischen Fußabdruck mit einer einmalig benutzen Plastiktüte gleichzieht. Demnach hat jeder eigentlich viel zu viele Beutel“ (P233)

Auch besteht der Wunsch nach einem flächendeckenderen Netz an Unverpackt-Läden, da diese häufig nicht in nächster Nähe sind und aufgrund dessen teilweise zusätzlicher Fahrtaufwand in Kauf genommen oder doch auf konventionelle Supermärkte zurückgegriffen werden muss:

„[...] Oft muss man weit fahren um den nächsten Unverpackt-Laden zu erreichen, weshalb man dazu tendiert zum Supermarkt nebenan zu gehen, bei dem man Reis, Müsli etc. nur in Plastik bekommt“ (P32)

In Verbindung mit der Schaffung lokaler Angebotsstrukturen für unverpackt-Produkte stehen oftmals auch monetäre Aspekte, da verpackungsfreies Einkaufen nicht für jede/n zu gleichem Maße finanziell möglich ist: „Mir würde ein größeres Budget vieles erleichtern, dies ist allerdings nicht leicht umzusetzen“ (P76). Diesbezüglich wird der Wunsch nach günstigeren Angeboten in verpackungsfreien Läden als auch generell günstigeren unverpackt-Alternativen beziehungsweise Alternativen zum vergleichbaren Preis geäußert: „Leider sind einzelne Artikel im Supermarkt immer noch um einiges teurer als in Kunststoff verpackte Artikel“ (P293).

Anreiz- und Belohnungssysteme wie beispielsweise Rabatte für das Mitbringen eigener Behältnisse werden darüber hinaus als Möglichkeit angesehen, Konsument*innen zu motivieren und in ihrem Handeln zu bestärken.

2.3.4 Wenn verpackt, dann „anders“ verpackt

Wenn unverpackt nicht möglich ist, besteht häufig der Wunsch nach der Verwendung anderer Verpackungsmaterialien sowie einer veränderten Verpackungsgestaltung: „Auch die Hersteller sind in der Verantwortung. Sie sollten Verpackungen so herstellen, dass sie einfach zu recyceln oder mindestens mehrfach zu verwenden sind“ (P262). Papier und Kartonage, Glas, Maisstärke, generell nachwachsende oder abbaubare Materialien sowie Kunststoffe mit hohem Recyclinganteil werden als präferierte Verpackungsmaterialien vorgeschlagen. Daneben werden besser recyclingfähige Verpackungen thematisiert, welche beispielsweise unbedruckt sind und eine höhere Sortenreinheit besteht. Die Verpackungsalternativen sollten die gleichen Eigenschaften wie bisherige Verpackungen (z.B. Produkt-Haltbarkeit) erfüllen.

Weiter werden der Verzicht von Doppel- und Umverpackungen als auch veränderte Verpackungsgrößen wie Großpackungen angeführt. Zudem sollten Verpackungen, die zu groß für den tatsächlichen Inhalt sind, vermieden werden: „Ich würde mir auch wünschen, dass weniger Verpackung für Kleinteile genutzt wird. Eine Verpackung, die so groß wie ein Handy ist, welches nur ein Teil in der Größe einer Schraube trägt, ist ziemlich nutzlos“ (P65). Darüber hinaus wird der verstärkte Einsatz von Nachfüllverpackungen im Hygiene- und Pflegebereich als hilfreich erachtet, um den Anfall an Verpackungsabfall zu minimieren. Hinsichtlich der Verpackungsgestaltung wird die Marketingfunktion teils als kritisch angesehen und sich funktionsgebundenerer Verpackungen gewünscht: „Wenn weniger aktuelle Werbung wie z.B. Bilder von Disneyfiguren auf manchen Artikeln drauf wären. Meine Kinder wollen dann immer nur dieses Wasser trinken“ (P142). Dagegen werden detailliertere Informationen bezüglich der Verpackungsmaterialien, einer richtigen Entsorgung sowie des CO₂ Ausstoßes von Produkten als hilfreich und sinnvoll erachtet.

Die gewünschten Veränderungen von Verpackungen betreffen nicht nur den stationären, sondern auch den Online-Handel. Auch hier werden ein geringerer Einsatz von Kunststoff, der Verzicht von Mehrfachverpackungen, die Wiederverwendung von Verpackungen sowie angepasste Verpackungsgrößen genannt. Um eine Identifikation verpackungseinsparender Hersteller seitens der Konsument*innen zu erleichtern, werden entsprechende Kennzeichnungen (z. B. Siegel) auf Bestellportalen vorgeschlagen.

Neben dem Kauf wird auch die Verpackungsentsorgung thematisiert. Diesbezüglich werden eine Zunahme von Entsorgungsmöglichkeiten im öffentlichen Raum wie ein größeres Angebot an Abfalleimern sowie eine häufigere Entleerung dieser als sinnvoll erachtet.

2.3.5 Aufklärung, Transparenz & Änderung des eigenen Konsumverhaltens

Darüber hinaus wird sich eine bessere Aufklärung der Bevölkerung bezüglich Kunststoffverpackungen, Entsorgung und Recycling sowie generell mehr Transparenz gewünscht.

Auch werden unterschiedliche Punkte genannt, wie Verpackungen seitens der Konsument*innen eingespart werden könnten. Hierzu zählen beispielsweise die Mitnahme eigener Beutel, die Ablehnung von Verpackungen an der Theke, Einkäufe auf dem Markt, im Bioladen oder im Unverpackt-Laden, mehr Second-Hand-Einkäufe, häufiger selbst zu kochen, die weniger Online zu bestellen sowie Einkäufe besser zu planen. Unterstützend könnten möglicherweise allgemeine Leitsätze mit alltagspraktischen Vermeidungsbeispielen sowie die Weitergabe von konkretem Handlungswissen durch entsprechende Kurse wirken.

Um verpackungssparende Handlungen leichter im Alltag umsetzen zu können, besteht letztlich der Wunsch nach mehr zeitlichen, räumlichen und monetären Ressourcen sowie praktikableren Lösungen:

„[...] mehr Zeit, mehr Trageplatz (Milchflaschen, Joghurtgläser), ein Aufzug in meinem Haus, denn vier Stockwerke zu Fuß mit Kleinkind auf dem Arm plus Joghurtgläser usw. ist schwierig“ (P190)

2.4 Zusammenfassung und Diskussion

Zusammenfassend zeigt sich, dass Verbraucher*innen sich bei der alltäglichen Vermeidung von Kunststoffverpackungen unterschiedliche Herausforderungen stellen und sie sich aufgrund dessen entsprechende Maßnahmen seitens Politik, Industrie, Herstellern und Handel wünschen. Als hilfreich wird dabei neben neuen Gesetzen vor allem ein größeres Angebot an losen und verpackungsreduzierten Produkten angesehen, das auch über den

Lebensmittelbereich hinausgeht. Auch werden die Ausweitung des Mehrweg- und Pfandsystems sowie ein flächendeckenderes Netz an unverpackt-Läden als förderlich erachtet. Dabei spielt oftmals der Preis eine größere Rolle und die losen Alternativen sollten nicht teurer als verpackte Produkte sein. Darüber hinaus werden Anreizsysteme, die Bereitstellung von Informationen sowie mehr Transparenz als wünschenswert anerkannt.

Um verpackungsreduziertes Handeln seitens der Konsument*innen zu befördern, ist die Schaffung solcher Rahmenbedingungen essenziell. So ist Kaufmann-Hayoz et al. (2011) zufolge die Veränderung wenig reflektierter Einkaufsgewohnheiten zwar möglich, jedoch mit Aufwand und Verunsicherung seitens der Konsument*innen verknüpft, da Gewohnheiten eigentlich der Vereinfachung individueller Alltagsabläufe dienen. Neben Veränderungen der persönlichen, materiellen und sozialen Ressourcen sowie gewandelter Wünsche und Bedürfnisse stellen das Angebot neuer Konsumgüter, neue gesellschaftliche Diskurse und Problemwahrnehmungen sowie neue institutionelle und infrastrukturelle Rahmenbedingungen strukturelle veränderungsfördernde Bedingungen dar (Kaufmann-Hayoz et al. 2011).

Abschließend sollte angemerkt werden, dass seit Erhebung der Daten weitere politische Maßnahmen beispielsweise auf EU-Ebene im Rahmen des neuen Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft (Europäische Kommission 2020) sowie auf nationaler Ebene neue Gesetzesentwürfe wie Änderungen des Verpackungsgesetzes entwickelt wurden. Letztere betreffen unter anderem die Schaffung von Mehrwegalternativen im To-Go-Bereich (BMU 2021). In welcher Form die geplanten Maßnahmen in den kommenden Jahren umgesetzt werden und inwieweit sie zu einer leichteren Verpackungseinsparung seitens der Konsument*innen beitragen, sollte Gegenstand zukünftiger Studien sein.

2.5 Literaturverzeichnis

Brunner, K.-M. (2019): Nachhaltiger Konsum und die sozial-ökologische Transformation: Die sozialen Praktiken ändern, nicht die Individuen!, in: Hübner, R.; Schmon, B. (Hrsg.): Das transformative Potenzial von Konsum zwischen Nachhaltigkeit und Digitalisierung, Wiesbaden, S. 23–35. doi.org/10.1007/978-3-658-26040-8_2.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit [BMU] (2021): Mehrweg wird möglich im To-Go-Bereich. [<https://www.bmu.de/pressemitteilung/mehrweg-wird-moeglich-im-to-go-bereich/>; 02.03.2021].

- Decker et al. (2019): Plastikverpackungen in der Lebensmittelindustrie. Eine Analyse aus Sicht von VerbraucherInnen, Industrie und Handel. [https://www.researchgate.net/publication/337033482_Plastikverpackungen_in_der_Lebensmittelindustrie_Eine_Analyse_aus_Sicht_von_VerbraucherInnen_Industrie_und_Handel; 14.02.2021].
- Europäische Kommission (2020): Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN>; 08.03.2021].
- Heinrich-Böll-Stiftung (2019): Plastikatlas: Raus aus der Plastikkrise – Umsteuern auf allen Ebenen, jetzt! [<https://www.boell.de/de/2019/06/05/plastikatlas-raus-aus-der-plastikkrise-umsteuern-auf-allen-ebenen-jetzt>, 09.03.2021].
- Kaufmann-Hayoz et al. (2011): Theoretische Perspektiven auf Konsumhandeln – Versuch einer Theorieordnung, in: Defila, R.; Di Giulio, A.; Kaufmann-Hayoz, R. (Hrsg.): Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum“, München, S.89–124.
- Mederake, L.; Gürtler, S.; Knoblauch, D. (2019): Regulierung. Lösungen am falschen Ende, in: Heinrich-Böll-Stiftung/ Bund für Umwelt und Naturschutz (Hrsg.): Plastikatlas. Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff. [https://www.boell.de/sites/default/files/2020-11/Plastikatlas%202019%205.Auflage%20web.pdf?dimension1=ds_plastikatlas; 14.02.2021].

3 Wichtigkeit von Kunststoffverpackungen beim Einkauf von Lebensmitteln und Textilien – Ergebnisse einer Online-Umfrage

Niedermeier, Andreas

Decker, Thomas

Menrad, Klaus

Beim Einkauf von Produkten spielen verschiedene Aspekte bei der Kaufentscheidung eine wichtige Rolle. Unter anderem wird mittlerweile auch vermehrt auf die Verpackung (im Hinblick auf die Verpackungsreduzierung) bei der Einkaufsentscheidung geachtet. Neben der Verpackung haben aber auch andere Kriterien wie der Preis, das Herkunftsland oder verschiedene Siegel oft eine entscheidende Rolle auf den Entscheidungsprozess bei Konsument*innen. Um die Wichtigkeit von Kunststoffverpackungen im Vergleich zu anderen Kriterien bei der Entscheidung charakterisieren zu können, wurde im Zuge einer deutschlandweiten Onlineumfrage untersucht, welche Bedeutung die Verpackung bei der Kaufentscheidung für Verbraucher*innen hat. Diese Frage wurde exemplarisch für den Lebensmitteleinkauf und den Kauf von Textilien untersucht. Jeweils ca. 1.000 Personen (Käufer*innen von Lebensmittel bzw. Textilien) nahmen an den Umfragen teil.

3.1 Datenerhebung

Die Erhebungen wurden im Frühjahr 2020 durchgeführt. Befragt wurden bei der Lebensmittelumfrage nur Personen, welche angaben, dass sie zumindest teilweise für den Einkauf der Güter des täglichen Bedarfs zuständig sind. Bei der Textilumfrage konnten nur Personen teilnehmen, welche im letzten Jahr ein Kleidungsstück entweder für sich selbst oder ihren Partner gekauft haben. Um die Stichprobe repräsentativ zur Bevölkerungsstruktur auszurichten zu gestalten, wurden im Vorfeld Quoten bzgl. Geschlecht, Alter und Bundesland für die beiden Umfragen festgelegt. Nach der Datenerhebung wurden die Datensätze bereinigt (z.B. zu schnelle Beantwortung der Fragen, Häufung von identischen Antworten). Somit erhielt man für die anschließende Auswertung einen Datensatz von 947 Personen zum Thema Lebensmittel und einen Datensatz von 937 Personen zum Thema Textilien. Detaillierte Angaben zu den Stichproben stehen in Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Soziodemographische Merkmale der beiden Datensätze

	Lebensmittel (n=947)	Textilien (n=937)
Geschlecht		
Männlich	398	378
Weiblich	549	559
Alter		
16 - 19	23	24
20 - 29	116	109
30 - 39	121	134
40 - 49	146	139
50 - 59	185	185
60+	356	346
Monatliches Nettohaushaltseinkommen		
> 1.000€	92	90
1.000€ - 1.499€	98	110
1.500€ - 1.999€	119	134
2.000€ - 2.499€	157	137
2.500€ - 2.999€	124	125
3.000€ - 3.999€	183	153
4.000€ - 4.999€	104	109
< 5.000€	70	79
Bildung		
(noch) kein allgemeiner Schulabschluss	0	7
Hauptschule ohne Lehre	22	15
Hauptschule mit Lehre	131	140
Mittlere Reife/weiterführende Schule ohne Abitur	349	335
Abitur/Hochschulreife ohne Studium	201	192
Studium	244	248

Quelle: eigene Erhebung

3.2 Ergebnisse der Online-Befragung

Durch im Vorfeld durchgeführte qualitative Erhebungen zeigte sich, dass Verbraucher*innen durchaus bereit sind Verpackungen zu vermeiden. Die Umsetzung dieser Bereitschaft ist jedoch teilweise schwierig, da beim Einkauf versucht wird, auch andere Kaufkriterien zu erfüllen (z.B. Kauf von biologisch erzeugten Lebensmitteln; Kauf von Textilien aus bestimmten Materialien). Die verschiedenen Kaufkriterien können bei einem Produkt zutreffen. Oftmals ist es aber so, dass die Kaufkriterien für Konsument*innen eine unterschiedliche Wichtigkeit haben. Ein Hauptbestandteil der Online-Befragungen war daher jeweils ein spezielles Choice Based Conjoint (CBC)

Experiment. In einer CBC werden den Befragten mehrfach verschiedene zufällig zusammengestellte Produktkombinationen, aus vorher definierten Attributen und Levels, gezeigt, zwischen denen sich diese entscheiden müssen. Auf Basis der Entscheidungen können dann Nutzenwerte für jedes einzelne Level sowie Wichtigkeiten für die einzelnen Attribute errechnet werden.

3.2.1 Lebensmittel

In der Online-Befragung zu Lebensmitteln wurde als Produkt 1 kg Äpfel ausgewählt. Das Produkt wurde definiert durch sein Herkunftsland, seine Verpackung, den Einkaufsort, eine Kennzeichnung und den Preis. Da Äpfel an vielen verschiedenen Einkaufsorten angeboten werden und an diesen Einkaufsorten verschiedene Preisspannen zu finden sind, wurden die Preise für das Experiment an den Einkaufsort gekoppelt (Tabelle 3-2). Zur Festlegung der einzelnen Preise fanden im Vorfeld Begehungen der einzelnen Verkaufsorte statt.



Tabelle 3-2: Übersicht der Preise nach Einkaufsstätte

Preis	Supermarkt	Bioladen	Wochenmarkt	Discounter
niedrig	1,39 €	1,99 €	2,50 €	1,19 €
mittel1	1,99 €	2,49 €	3,00 €	1,39 €
mittel2	2,49 €	3,49 €	3,50 €	1,99 €
hoch	3,49 €	3,99 €	4,00 €	2,39 €

Quelle: eigene Erhebung

Bei der Kennzeichnung wurde entweder kein Siegel gezeigt (dies entsprach der konventionellen Erzeugung) sowie zwei unterschiedlich „starke“ Biosiegel. Das Design der CBC war so gestaltet, dass im Bioladen die Möglichkeit „keine Kennzeichnung“ nicht zur Auswahl stand. Bei der Herkunft wurden bekannte Anbauggebiete, wie Italien oder Neuseeland für das Produkt ausgewählt. Da die Befragung deutschlandweit stattfand, wurde die beiden Möglichkeiten „aus Deutschland“ oder „aus der Region“ zur Auswahl gestellt, da etwa Äpfel aus der Bodenseeregion oder dem „Alten Land“ je nach Wohnort nicht unbedingt als regional klassifiziert werden können. Einen Überblick über den Aufbau des Experiments und wie dieses den Befragten präsentiert wurde zeigt Abbildung 3-1.

Welche der hier gezeigten Äpfel (1kg) würden sie kaufen?
(2 of 10)

Aus Deutschland	Aus Neuseeland	Aus Deutschland	Aus Italien
Unverpackt	Papierverpackung	Biobasierte Plastikverpackung	Plastikverpackung
Verkaufsort: Supermarkt	Verkaufsort: Wochenmarkt	Verkaufsort: Bioladen	Verkaufsort: Discounter
			
1,99 €	3,50 €	3,99 €	1,39 €
Select	Select	Select	Select

Würden Sie das gewählte Produkt wirklich kaufen?

Ja Nein

Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 3-1: CBC Experiment Lebensmittel

Die Ergebnisse des CBC Experiments sind in Tabelle 3-3 dargestellt. Die übergeordneten Kategorien bildeten dabei die folgenden Attribute: Herkunftsland, Verpackung, Einkaufsort, Kennzeichnung und Preis. Bei der Interpretation der Wichtigkeit der Attribute ist zu beachten, dass diese nur untereinander verglichen werden können. Als Beispiel: Das Attribut Herkunftsland hat mit 28,61 % die höchste Wichtigkeit im Vergleich zu den anderen Attributen.

Es zeigt sich, dass Verpackungen für die Befragten eine fast ähnliche Wichtigkeit bei der Entscheidung für 1kg Äpfel haben, wie etwa das Herkunftsland, während die Art der Erzeugung eher eine untergeordnete Rolle spielt. Innerhalb des Attributs Verpackung zeigt sich, dass klar unverpackte Äpfel bevorzugt werden (siehe Nutzenwerte; Level „unverpackt“). Gefolgt werden diese von einer Papierverpackung, der biobasierten Plastikverpackung und der „herkömmlichen“ Plastikverpackung. Auch beim Herkunftsland lässt sich etwa erkennen, dass Verbraucher*innen Äpfel aus Deutschland und damit verbunden auch kurze Transportwege bevorzugen.

Tabelle 3-3: Ergebnisse CBC Experiment Lebensmittel

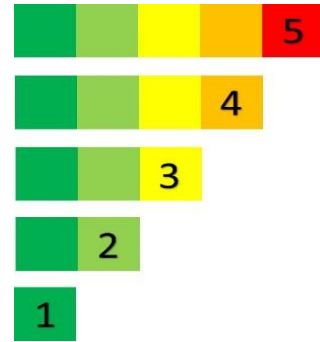
Attribute & Level	Wichtigkeit	Nutzenwerte
Herkunftsland	28,61%	
Aus der Region		62,93114
Aus Deutschland		48,74639
Aus Italien		-37,17965
Aus Neuseeland		-74,49788
Verpackung	22,83%	
Unverpackt		42,84815
Biobasierte Plastikverpackung		-11,14345
Plastikverpackung		-62,03047
Papierverpackung		30,32577
Einkaufsort	23,23%	
Supermarkt		24,87335
Bioladen		-26,12255
Wochenmarkt		-46,60137
Discounter		47,85056
Kennzeichnung	5,19%	
Keine Kennzeichnung		-8,14505
Europäisches Biosiegel		2,75489
Bioland		5,39016
Preis	20,12%	
niedrig		42,41248
mittel1		19,46727
mittel2		-11,34638
hoch		-50,53337
NONE		-6,50382

Quelle: eigene Erhebung

3.2.2 Textilien

In der Online-Befragung zum Thema Textilien wurde als Produkt ein T-Shirt gewählt. Das Produkt wird definiert durch sein Material, Herkunftsland, Label und Preis sowie durch eine Verpackungssampel. Da sich im Vorfeld der Umfrage zeigte, dass Verpackungen von Kund*innen bei Kleidung oft nicht wahrgenommen werden, da die Kleidungsstücke unverpackt im Laden ausliegen, musste eine Möglichkeit gefunden werden, um anfallende

Verpackung für die Befragten darzustellen. Dazu wurde eine Verpackungsampel eingeführt, welche Verbraucher*innen signalisiert, wie viel Verpackung bereits vor der Einkaufsstätte angefallen ist. 80 % der Befragten beurteilten die Einführung eines solchen Systems in der Online-Umfrage im Vorfeld des CBC-Experiments als hilfreich. Außerdem wurden ein paar Merkmalskombinationen in der CBC ausgeschlossen. So konnten etwa die Siegel GOTS und IVN nicht mit dem Merkmal Kunstfaser kombiniert werden, da diese Siegel keine Kunstfaser zertifizieren. Außerdem war die Möglichkeit ausgeschlossen, dass bei den Siegeln GOTS, IVN oder Made in Green den Befragten ein Preis von 3,99 € gezeigt wurde, da dies eine sehr unrealistische Produktkombination darstellt. Einen Überblick über den Aufbau der CBC im Textil-Bereich und wie dieses den Befragten präsentiert wurde, zeigt Abbildung 3-3.



Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 3-2:
Verpackungsampel

Welches der hier gezeigten T-Shirts (Design und Passform entsprechen Ihren Wünschen) würden Sie kaufen?
(6 of 10)

Hergestellt aus:	Kunstfaser (z.B. Polyester)	Naturfaser (z.B. Hanf, Leinen, Tencel)	Baumwolle	Wolle
Hergestellt in:	China	Türkei	Bangladesch	Deutschland
Ampel	1	3	4	5
Siegel	OEKO-TEX® STANDARD 100		OEKO-TEX® MADE IN GREEN	GLOBAL ORGANIC TEXTILE STANDARD GOTS - GRS
Preis	7,99 €	12,90 €	19,90 €	24,90 €
	Select	Select	Select	Select

Würden Sie das gewählte Produkt wirklich kaufen?

Ja Nein

Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 3-3: CBC Experiment Textilien

Die Ergebnisse des CBC Experiments bei Textilien sind in Tabelle 3-4 dargestellt. Es zeigt sich, dass der Preis eine entscheidende Rolle spielt. Zwar tauchte der Preis von 3,99 € nicht in jeder Kombination auf, dennoch ist zu erkennen, dass bei den Befragten eine gewisse Aversion besteht, ein T-Shirt zu einem zu günstigen Preis zu kaufen.

Tabelle 3-4: Ergebnisse CBC Experiment bei Textilien

Attribute & Level	Wichtigkeit	Nutzenwerte
Material	23,80%	
Kunstfaser		-53,83
Naturfaser		18,71
Baumwolle		44,49
Wolle		-9,37
Herkunftsland	17,34%	
Deutschland		48,16
Bangladesch		-24,20
Italien		17,96
Türkei		-11,46
China		-30,46
Verpackungsampel	24,32%	
sehr wenig		37,00
wenig		35,12
durchschnittlich		5,60
viel		-28,89
sehr viel		-59,05
Keine Ampel		10,23
Label	7,92%	
Kein Label		-19,19
GOTS		9,57
OEKO100		2,82
IVN		2,90
Made in Green		3,90
Preis	26,62%	
3.99		19,64
7.99		37,48
12.90		30,60
19.90		1,84
24.90		-34,89
29.90		-54,67
None		59,75

Quelle: Eigene Erhebung

Auch das Material ist den Verbraucher*innen bei ihrer Kaufentscheidung wichtig, wobei sich hier zeigt, dass Baumwolle klar präferiert wird. Das Herkunftsland spielt eine untergeordnete Rolle, jedoch werden hier von den

Verbraucher*innen eine Produktion in Europa und damit kürzere Transportwege bevorzugt. Der Einfluss von Label ist hingegen für die Befragten relativ unwichtig. Der Einfluss der Verpackungsampel zeigt, dass dieses „Tool“ durchaus einen Einfluss auf die Kaufentscheidung mancher Verbraucher*innen haben könnte und eine Möglichkeit darstellt, Konsument*innen über den Anfall von Verpackungen im Vorfeld zu informieren. Es sei auch hier noch einmal darauf hingewiesen, dass bei der Interpretation der Ergebnisse in Tabelle 3-4 dasselbe gilt, wie es auch unter 10.2.1 dargestellt wird.

3.2.3 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Zusammenfassend lässt sich aufgrund der Ergebnisse der Onlinebefragungen feststellen, dass die Verpackung nur einer von vielen Faktoren ist, welcher den Kauf der Konsument*innen beeinflussen kann. Da der Preis eine sehr wichtige Rolle jeweils spielt, sollten also andere Verpackungsformen sich nicht oder nur sehr gering auf den Verkaufspreis auswirken, da Konsument*innen sonst durchaus preissensibel beim Einkauf von Gütern des täglichen Bedarfs reagieren können. Da außerdem in beiden Fällen, gezeigt durch die Bedeutung der „nationalen“ Produktherkunft, kurze Lieferwege bevorzugt werden, besteht auch hier die Möglichkeit, übermäßige Verpackungen einzusparen. Bei Textilien sollte außerdem darüber nachgedacht werden, wie Konsument*innen über den Anfall von Verpackungen, welcher nicht wahrgenommen werden kann, informiert werden können. Die Online-Befragung zeigt, dass eine „Verpackungsampel“ hier eine Möglichkeit sein könnte, welche durchaus von Konsument*innen auch begrüßt werden würde.

4 Einfluss der Materialart auf die Umweltwirkungen von Verpackungen

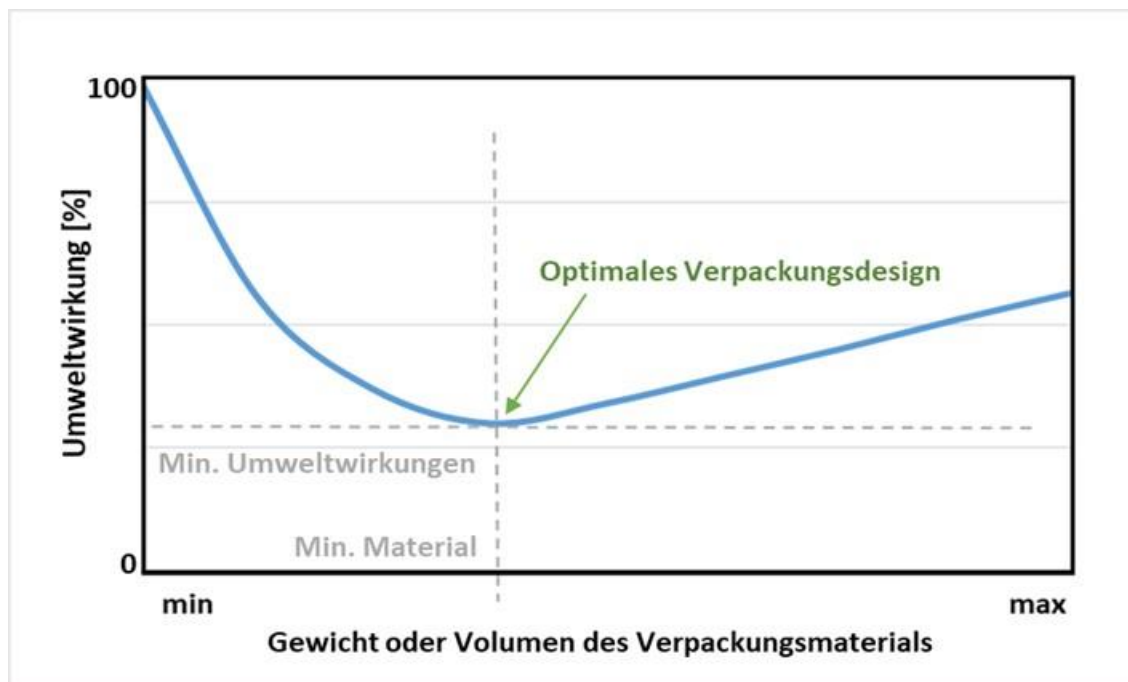
Lorenz, Manuel
Scagnetti, Carla
Van den Adel, Friederike
Albrecht, Stefan

Generell sind diverse Ansätze denkbar um Plastikvermeidung umzusetzen. In diesem Kapitel wird der Einfluss der Materialarten auf die Umweltwirkungen charakterisiert und beschrieben, in dem Rahmen wie diese im Projekt VerPlaPoS betrachtet wurden.

4.1 Einleitung

Verpackungen erfüllen verschiedenste Funktionen. Diese gehen von Produktschutz über Verlängerung der Haltbarkeit hin zu Marketingzwecken und der Schaffung von Kaufanreizen (EUROPEN 2009). Im Kontext der Plastikvermeidung ist der simple Ansatz das Plastik einfach ersatzlos wegzulassen in den wenigsten Anwendungen zielführend, da es zu einer Verschiebung der Umweltschäden führen kann. Die Lebensmittelherstellung ist meist mit Umweltwirkungen, die die der Verpackungen um ein Vielfaches übersteigen, verbunden. Insofern darf eine Verpackungsvermeidung nur ohne erhöhte Lebensmittelverluste angestrebt werden (Heller, et al. 2018; The Consumer Goods Forum 2011).

Besonders die technischen Eigenschaften z.B. Schutz und Haltbarkeitsverlängerung werden durch verschiedene Materialien unterschiedlich erfüllt, bzw. für eine identische Schutzfunktion werden bei verschiedenen Materialien sehr unterschiedliche Spezifikationen z.B. Wandstärken benötigt (Muthu 2016). Ziel ist folglich ein optimiertes Verpackungsdesign, das mit so wenig Materialeinsatz wie möglich auskommt, das minimale lebenszyklusbezogene Umweltwirkungen mit sich bringt und gleichzeitig einen ausreichenden Produktschutz vorhält. Diese Anforderungen sind schematisch in Abbildung 4-1 illustriert.



Quelle: The Consumer Goods Forum 2011

Abbildung 4-1: Einfluss des Materials auf die Umweltwirkung der Verpackung

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Strategien der Plastikvermeidung entwickelt. Unter anderem wurden Alternativen zu den aktuell genutzten Kunststoffen untersucht, entwickelt und bewertet. Die Bewertung findet auf Grundlage eines Ökobilanz-Screenings statt, in Anlehnung an die DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044. Die Ökobilanz ermittelt die Umweltwirkungen entlang des Lebenswegs „von der Wiege bis zur Bahre“ (DIN ISO 14040:2009-11) (DIN ISO 14044:2018-05). Das bedeutet bei erdölbasierten Plastikverpackungen die Berechnung aller Umweltwirkungen von Rohölextraktion über Raffinerie, Granulatherstellung und Verpackungsherstellung bis zur Entsorgung in der verfügbaren Infrastruktur. Die Klassifizierung, Charakterisierung und Gewichtung nach der Methodik EF 3.0 (Europäische Kommission 2012; Europäische Kommission 2018), die im Kapitel 5 genauer erläutert ist.

Eine Darstellung von unrechtmäßiger Entsorgung in der Umwelt, „Littering“ ist aktuell (2021) in der Ökobilanz methodisch noch nicht vorgesehen und befindet sich noch im Entwicklungsstadium (Boulay et al. 2019) (Sonnemann & Valdivia 2017) (Maga, et al. 2020) (Strothmann, et al. 2020). Im Projektrahmen wurde eine Herangehensweise entwickelt, wie der Faktor „Littering“ trotzdem analysiert und verbraucher*innenfreundlich kommuniziert werden kann (Scagnetti & Lorenz 2020).

Die folgenden Unterkapitel beschreiben die Bewertung verschiedener Plastikalternativen zu den bestehenden Plastikverpackungen die im Projektzeitraum bei den untersuchten Produkten marktüblich waren.

4.2 Tragetaschen am PoS

Der erste Untersuchungsgegenstand ist die Tragetasche die Verbraucher*innen am PoS für den Transport der Einkäufe nutzen können. Im Projektrahmen ist das produktübergreifend für Lebensmittel und auch Textilien anwendbar.

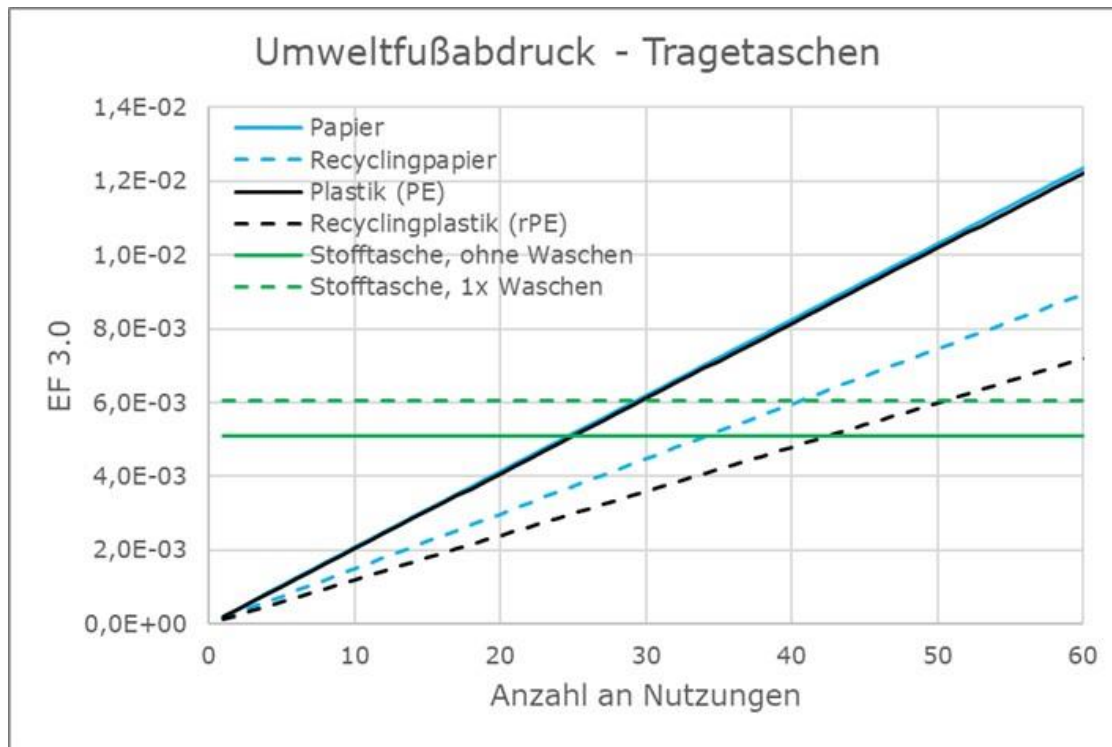
Als Referenzprodukt dient eine Tasche aus Polyethylen (PE), basierend auf erdölbasiertem Primärgranulat und einem Volumen von 9 Liter. Die Plastiktüte ist den einmaligen Nutzen gedacht ist. Die untersuchten Alternativen dazu haben allesamt das gleiche Volumen sind Einweglösungen aus Recyclingplastik und Papier aus Primär- oder Recyclingfaser sowie eine Mehrwegtasche aus Baumwolle. Tabelle 4-1 stellt eine Übersicht der Spezifikationen der Tragetaschen dar.

Tabelle 4-1: Übersicht der verschiedenen Tragetaschen

#	Material	Masse	Ursprung	Nutzung
T1	Plastik (PE)	7 g	Fossil	Einweg
T2	Recyclingplastik (rPE)	7 g	Fossil	Einweg
T3	Papier (Primärfaser)	21 g	Biogen	Einweg
T4	Recyclingpapier	21 g	Biogen	Einweg
T5	Stofftasche, ohne Waschen	30 g	Biogen	Mehrweg
T6	Stofftasche, inkl. 1x Waschen	30 g	Biogen	Mehrweg

Quelle: eigene Erhebung

In der Ergebnisdarstellung in Abbildung 4-2 wurde der berechnete Umweltfußabdruck in Abhängigkeit der Anzahl der Nutzungen dargestellt. Für die Einweglösungen ist angenommen, dass jede Nutzung eine neue Tasche benötigt.



Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 4-2: Umweltfußabdruck verschiedener Tragetaschen in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl

Auswertung der Ergebnisse

Eine vergleichende Bewertung der verschiedenen Tragetaschentypen ist vor allem dann sinnvoll und vollständig, wenn dabei ein mehrfache Nutzung betrachtet wird, um die Charakteristik von Tragetaschen zur mehrfachen Nutzung ausreichend zu berücksichtigen. In Abbildung 4-2 ist deutlich zu erkennen, dass im Falle einer einfachen Nutzung die Herstellung einer Tasche aus Baumwolle mit dem vielfachen Umweltfußabdruck einer Einwegtasche aus Plastik und Papier einhergeht. Ein direkter Vergleich der Einwegtaschen aus Papier oder Plastik zeigt, dass im Falle von Primärmaterial Papier einen minimal höheren Umweltfußabdruck hat als die Version aus Plastik. Die Nutzung von Recyclingmaterial reduziert den Umweltfußabdruck bei beiden Materialien deutlich.

Die Betrachtung bei mehrfacher Nutzung zeigt, dass die Baumwolltasche ab etwa 25 Nutzungen (ohne Waschen) mit weniger Umweltwirkungen verbunden ist als 25 Einwegtüten aus Primärmaterial (Plastik oder Papier). Angenommen die Baumwolltasche wird in dieser Zeit einmal gewaschen, verschiebt sich der Zeitpunkt des geringeren Umweltfußabdrucks hin zu etwa 30 Nutzungen. Verglichen mit Einwegtaschen aus Recyclingmaterial ist diese Vorteilhaftigkeit erst ab 40 Nutzungen gegenüber Recyclingpapier und 50 Nutzungen gegenüber Recyclingplastik vorhanden.

4.3 Einschlagpapier für den Thekenverkauf

Die zweite untersuchte Produktgruppe ist Einschlagpapier für den Thekenverkauf. Hierfür wurden zwei Anwendungen entwickelt und untersucht. Einerseits das Verpacken von Brot, welches weitestgehend als fettfreies Trockenprodukt betrachtet werden kann. Die Anforderung an die Verpackung ist in erster Linie die Wasserdampfdurchlässigkeit und der Schutz vor dem Austrocknen. Andererseits wurde Einschlagpapier für fettige Lebensmittel, wie Wurst und Käse untersucht. Diese stellen andere Anforderungen an die Verpackung als Brot. Das Produkt muss auch vor dem Austrocknen geschützt sein, jedoch darf die Verpackung nicht durchfetten.

4.3.1 Brotseide

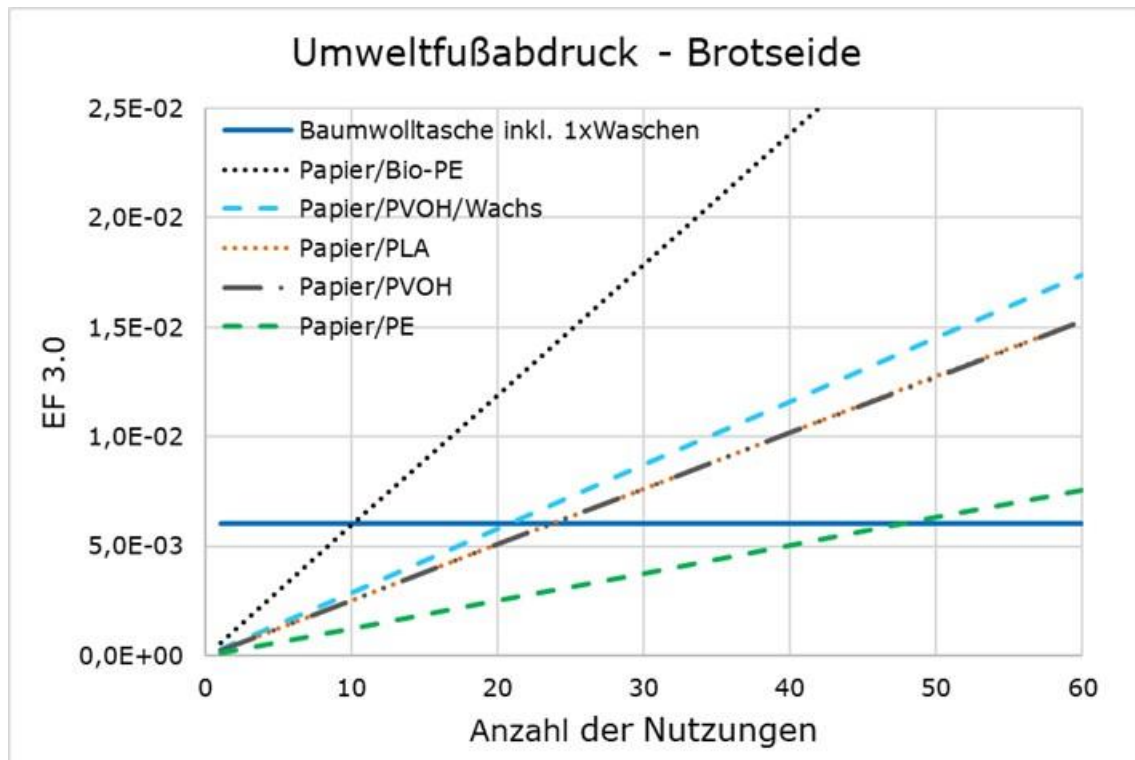
Das Referenzprodukt „Brotseide“¹ aus dem Einzelhandel für trockene, fettfreie Lebensmittel (wie Brot) ist ein mit biobasiertem Polyethylen (PE) beschichtetes Papier. Die entwickelten Alternativen zur PE-Beschichtung sind alternative Kunststoffe wie PLA, PVOH oder eine Kombination aus PVOH und Wachs. Als plastikfreie Alternative ist eine Mehrwegtasche aus Baumwolle (wie in Kapitel 4.2) mit im Vergleich. Tabelle 4-2 stellt eine Übersicht der verschiedenen Brotverpackungen dar. In der Ergebnisdarstellung in Abbildung 4-3 ist der skizzierte Umweltfußabdruck in Abhängigkeit der Anzahl der Nutzungen dargestellt.

Tabelle 4-2: Übersicht der verschiedenen Arten der Brotseide

#	Material	Masse	Ursprung	Nutzung
B1	Papier und Plastik (Bio-PE)	27 g/m ²	Biogen	Einweg
B2	Papier und Plastik (PLA)	31 g/m ²	Biogen	Einweg
B3	Papier und Plastik (PVOH)	30 g/m ²	Fossil	Einweg
B4	Papier mit PVOH und Wachs	35 g/m ²	Fossil	Einweg
B5	Papier und Plastik (PE)	27 g/m ²	Fossil	Einweg
T6	Stofftasche, 1x Waschen	30 g	Biogen	Mehrweg

Quelle: eigene Erhebung

¹ Einschlagpapier für Brot



Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 4-3: Umweltfußabdruck verschiedener Brotseidematerialien in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl

Auswertung der Ergebnisse

In Abbildung 4-3 sind die verschiedenen Arten der Brotseide und die Stofftasche gegenübergestellt. Für die Einweg-Variante wird eine Größe von 0,5 m² bewertet. Dieser Wert stammt aus der Primärdatenerhebung im Projekt. Es wird deutlich, dass die Brotseide mit der Referenzbeschichtung aus biobasiertem PE innerhalb der Einweganwendungen den größten Umweltfußabdruck hat. Die Brotseide mit PLA- und die PVOH-Beschichtungen etwa gleichauf liegen. Die wiederverwendbare Baumwolltasche ist bereits ab einer 10-fachen Nutzung mit geringeren Umweltwirkungen verbunden als das Referenzprodukt. Gegenüber den Einwegalternativen mit PLA oder PVOH Beschichtung ist sie ab einer Verwendungsrate von circa 25 Nutzungen umweltfreundlicher.

4.3.2 Einschlagpapier für Wurst und Käse

Für die Thekenverpackung von fettigen Lebensmitteln wie Wurst und Käse bildet ein handelsübliches Einschlagpapier mit PE Beschichtung den Referenzzustand. Die untersuchten Alternativen für die Einwegnutzung sind reine PP- und PLA-Folien, sowie Pergaminpapier und ein Papier mit PVOH- und Wachs-Beschichtung. Zusätzlich dazu wird die Alternative einer Mehrwegbox

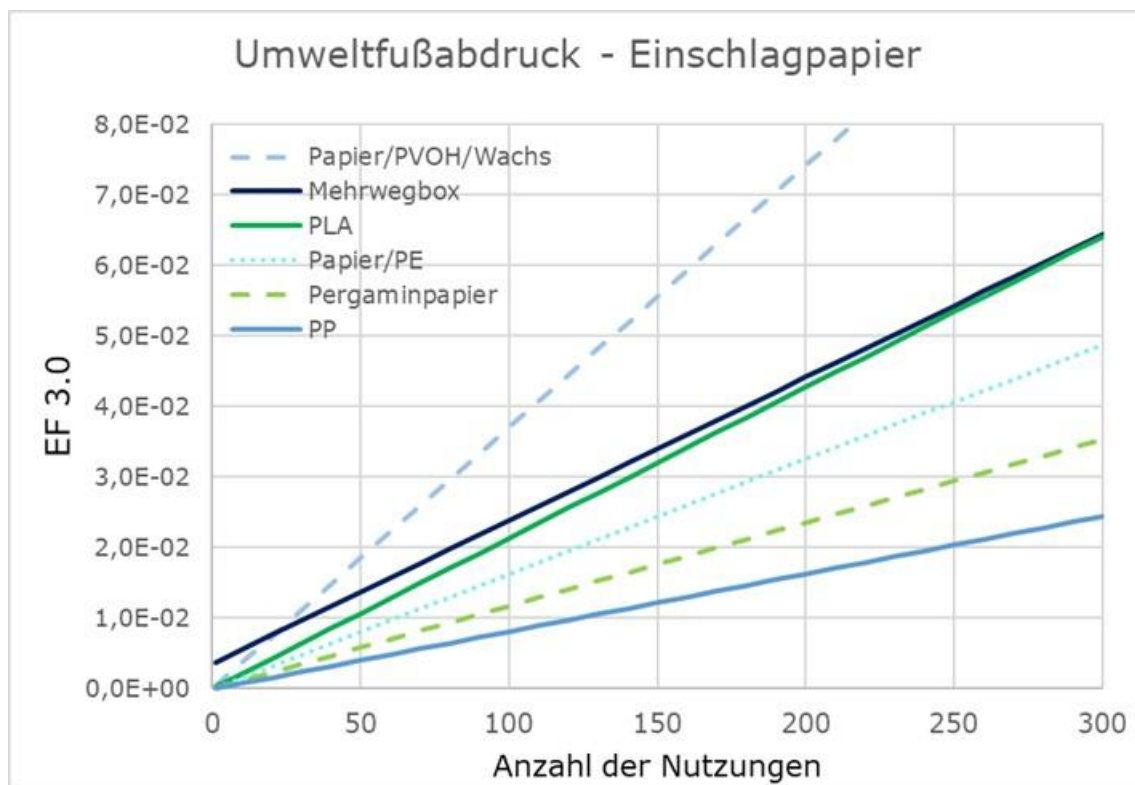
dargestellt untersucht. Tabelle 4-3 stellt eine Übersicht der verschiedenen Materialien der Einschlagpapiere und der Mehrwegbox dar.

Tabelle 4-3: Übersicht der verschiedenen Verpackungen für Wurst und Käse

#	Material	Masse	Ursprung	Nutzung
F1	Papier/PE	18 g	Fossil	Einweg
F2	PP	4 g	Fossil	Einweg
F3	PLA	5 g	Biogen	Einweg
F4	Papier/PVOH/Wachs	21 g	Fossil	Einweg
F5	Pergaminpapier	17 g	Biogen	Einweg
M1	Mehrwegbox PP	139 g	Fossil	Mehrweg

Quelle: eigene Darstellung

Für das Einschlagpapier von Wurst und Käse wird für die Einweglösungen angenommen, dass jede Nutzung eine Verpackung benötigt. Durch den Kontakt zu fettigen Lebensmitteln wird für die Mehrweglösung ein Waschgang in einer handelsüblichen Spülmaschine pro Nutzung angenommen. Durch den Einfluss des Waschgangs nimmt die Umweltwirkung der Mehrwegbox linear zu, im Unterschied zu den Mehrwegbeispielen aus Kapitel 4.2 und 4.3. Die Umweltwirkungen sind in Abbildung 4-4 abgebildet.



Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 4-4: Umweltfußabdruck verschiedener Verpackungen für Wurst und Käse in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl

Auswertung der Ergebnisse

Es ist zu sehen, dass die Mehrweglösung ab etwa 25 Nutzungen umweltfreundlicher ist, als das Papier mit der alternativen PVOH- und Wachs-Beschichtung.

Gegenüber dem Referenzpapier mit PE-Beschichtung (aus fossilen Ressourcen) können zwei Alternativen identifiziert werden, die einen geringeren Umweltfußabdruck aufweisen. Das ist einerseits die Nutzung von Pergaminpapier und andererseits der Einsatz von PP-Folie (ohne Papier). Beim Einsatz einer Mehrwegbox sind die Rahmenbedingungen des Spülens entscheidend. Im Vergleich wurde der Einsatz von marktüblichen (chemischen) Reinigungsmitteln sowie der Betrieb mit dem deutschen Strommix 2020 angenommen. In dieser Konstellation kann keine ökologische Vorteilhaftigkeit festgestellt werden. Durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien und umweltfreundlichen Reinigungsmitteln wird erwartet, dass der Umweltfußabdruck signifikant gesenkt werden kann.

4.4 To-Go Schalen und Becher

Als dritter Untersuchungsgegenstand dienen Plastikschaalen für verzehrfertige Salate, Müslis und Frischkäseprodukte, sowie Becher für Feldfrüchte wie z.B. Snack-Tomaten und Snack-Gurken.

Die Referenzprodukte aus dem Einzelhandel für sowohl die Schalen, als auch die Becher bestehen aus PET. Die entwickelten Alternativen dazu sind gleichwertige Schalen und Becher aus alternativen Materialien. Diese sind aus recyceltem PET (rPET), PP, PLA und Pappe. Im Folgenden werden zwei Fallstudien und die daraus resultierenden Umweltfußabdruck-Ergebnisse vorgestellt, eine für Snack-Tomaten und eine für To-Go-Salate.

4.4.1 Becher für z. B. Snack-Tomaten

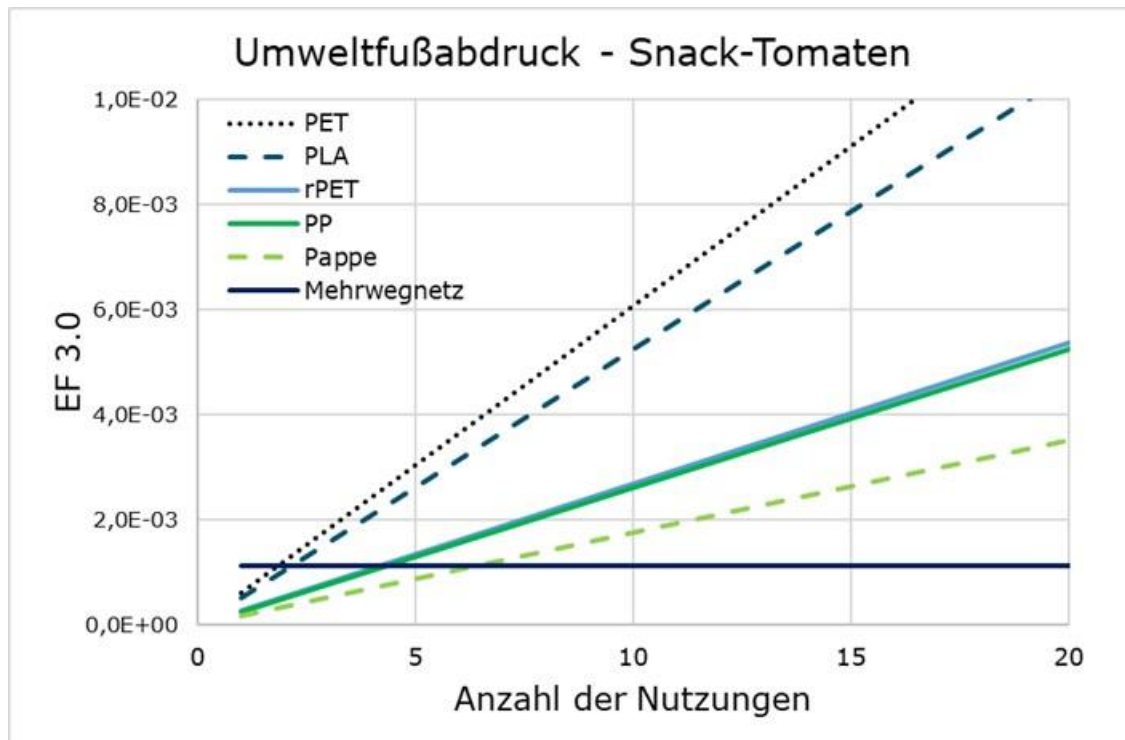
Die untersuchten Verpackungen für Snack-Tomaten sind Einweglösungen in Becherform mit dazugehörigem Deckel. Als weitere Alternative wird ein Mehrwegnetz aus Polyestergerewebe betrachtet. Tabelle 4-4 bietet eine Übersicht über die verschiedenen Verpackungsarten.

Tabelle 4-4: Übersicht der verschiedenen Verpackungen für Snack-Tomaten

#	Material	Masse	Ursprung	Nutzung
B1	PET	16 g	Fossil	Einweg
B2	rPET	15 g	Fossil	Einweg
B3	PP	10 g	Fossil	Einweg
B4	PLA	14 g	Biogen	Einweg
B5	Pappe	18 g	Biogen	Einweg
N1	Polyester Mehrwegnetz	22 g	Fossil	Mehrweg

Quelle: eigene Erhebung

Die genannten Materialien werden hinsichtlich ihrer Umweltwirkung untersucht. In Abbildung 4-5 wird der potentielle Umweltfußabdruck der Verpackungsmaterialien aufgetragen in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl.



Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 4-5: Umweltfußabdruck verschiedener Verpackungen für Snack-Tomaten in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl

Auswertung der Ergebnisse

Es wird ersichtlich, dass die Referenzverpackung aus PET mit der höchsten Umweltwirkung verbunden ist und alle im Projekt untersuchten Alternativen als umweltfreundlicher einzustufen sind.

Für das Mehrwegnetz aus Polyester wird für den Regelfall kein Waschen angenommen da es sich um nicht fettende Lebensmittel handelt. Der Einsatz des Mehrwegnetzes ist für den Referenzbecher ab der dritten Nutzung ökologisch vorteilhaft. Auch gegenüber der Einwegvarianten mit den niedrigsten Umweltwirkungen aus PP und rPET kann das Polyesternetz ab 8-facher Wiederbenutzung als umweltfreundlicher eingeschätzt werden.

4.4.2 To-Go Salatschalen

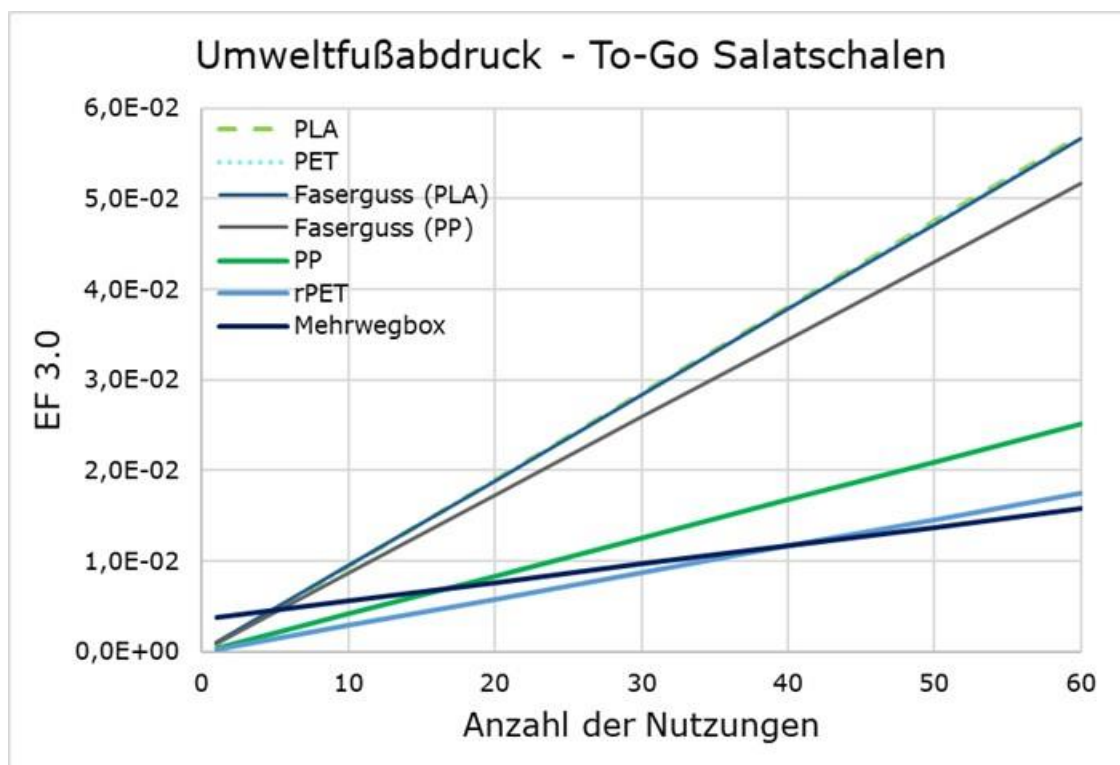
Als weiterer Untersuchungsgegenstand werden Plastischalen für verzehrfertige Salate betrachtet. Auch hier stellen recyceltes PET (rPET), PP, PLA sowie (plastikverstärkter) Faserguss die Alternativen zum Referenzprodukt aus PET dar. Darüber hinaus wird, wie in Kapitel 4.3, eine wiederverwendbare Mehrwegbox mit in die Betrachtung einbezogen. Tabelle 4-5 gibt einen Überblick über die verschiedenen Verpackungen von Salatschalen.

Tabelle 4-5: Übersicht der verschiedenen Verpackungen für verzehrfertige Salate

#	Material	Masse	Ursprung	Nutzung
S1	PET	30 g	Fossil	Einweg
S2	rPET	30 g	Fossil (sek.)	Einweg
S3	PP	20 g	Fossil	Einweg
S4	PLA	27 g	Biogen	Einweg
S5.1	Faserguss (PLA verstärkt)	35 g	Biogen	Einweg
S5.3	Faserguss (PP verstärkt)	35 g	Biogen/Fossil	Einweg
M6	Mehrwegbox PP	139 g	Fossil	Mehrweg

Quelle: eigene Erhebung

Die potentiellen Umweltwirkungen der gegebenen Verpackungsalternativen werden in Abbildung 4-6 in Abhängigkeit der Nutzungszahl aufgetragen.



Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 4-6: Umweltfußabdruck verschiedener Verpackungen für verzehrfertigen Salat in Abhängigkeit ihrer Nutzungszahl

Auswertung der Ergebnisse

Die Nutzung der Referenzschale ist mit Umweltwirkungen in der gleichen Größenordnung verbunden wie die plastikverstärkten Fasergusschalen. Die PP-Schale hat eine etwas höhere Umweltwirkung als die aus rPET, welche die Einweglösung mit der geringsten Umweltwirkung ist. Die Mehrwegbox ist von ökologischen Vorteil ab einer Nutzung von mehr als 5 im Vergleich mit dem Status Quo aus PET sowie ab etwa 40 Nutzungen im Vergleich mit einer Einwegschiene aus rPET. Da im Falle von To-Go Speisen wie Salat oder Müsli die Mehrwegbox nach jeder Nutzung gewaschen werden muss wird, wie im Kapitel 4.3, ein Waschvorgang miteinberechnet.

4.5 Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung

Die Untersuchung der Produktalternativen auf Basis unterschiedlicher Materialien, wie im Kapitel 4 beschrieben, zeigt, dass innerhalb der untersuchten Verpackungen keine pauschalen Aussagen zu umweltfreundlichen Plastikalternativen möglich sind. Es ist jedoch deutlich zu sehen, dass der Einsatz von Recyclingmaterial sowie von Mehrweglösungen in vielen Anwendungen mit, zum Teil deutlich, geringeren Umweltwirkungen verbunden ist als der immer wiederkehrende Einsatz von Einwegverpackungen. Auch schneiden in dieser Analyse die biobasierten Kunststoffe durchweg schlechter ab als etablierte Kunststoffe wie z.B. PP. Auch ist der Einsatz von papierbasierten Verpackungen nicht pauschal umweltfreundlicher als Plastikeinsatz. Biobasierte Kunststoffe bieten die Chance, Wertschöpfungsketten so zu gestalten, dass ein Mehrwert für Mensch, Wirtschaft und Umwelt gleichermaßen generiert werden kann. Voraussetzung hierfür ist ein gezieltes Management der Lieferkette und Transparenz in der Nachhaltigkeitsbewertung (Behnsen et al 2018).

Mehrweglösungen sind vor allem von Vorteil, wenn sie nicht ständig gesäubert werden müssen. Insbesondere wenn die Reinigung mit Stromverbrauch aus fossilen Ressourcen verbunden ist, verschieben sich schnell die Umweltwirkungen aus der Verpackungsherstellung und dem damit verbundenen Abfallaufkommen in einen erhöhten fossilen Ressourcenverbrauch in der Stromherstellung. Durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien können diese Umweltwirkungen deutlich reduziert werden.

Aus der Untersuchung des Einflusses der Materialwahl auf die Umweltwirkungen von Verpackungen können übergreifend die Schlussfolgerung getroffen werden, dass die ökobilanzielle Bewertung innovativer Alternativen deutlich zeigen kann wo Stärken und Schwächen liegen.

Somit kann die Integration von Ökobilanzen in Innovationsentwicklung ausschlaggebende Informationen für Entscheidungsträger liefern.

Aus den Fallbeispielen in diesem Kapitel lassen sich folgende „Take Home Messages“ ableiten:

- » Bei Einwegbechern hat Pappe die niedrigsten Umweltwirkungen.
- » Je höher der Recyclinganteil in der Verpackung, desto besser.
- » Ein Mehrwegnetz aus Polyester für Obst und Gemüse zeigt seine ökologischen Vorteile nur, wenn es tatsächlich auch mehrfach zur Nutzung kommt. In dieser Betrachtung muss es mindestens 8-mal genutzt werden um umweltfreundlicher zu sein.
- » Die Brotseide bestehend aus PE-beschichtetem Papier hat die geringsten Umweltwirkungen.
- » Im Vergleich dazu muss eine Baumwolltasche mindestens 50-mal genutzt werden, um umweltfreundlicher zu sein.

4.6 Literaturverzeichnis

Behnsen, H., Spierling, S., & Endres, H. (2018). Biobasierte Kunststoffe als Produkt der Bioökonomie. *Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift*. 33. 28. 10.14512/OEW330128.

Boulay, A.-M., Woods, J. S., et al. (2019): A new international working group on Marine Impacts in Life Cycle Assessment (MarILCA). LCM, Poznan.

DIN ISO 14040:2009-11 (2009): Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen, Berlin.

DIN ISO 14044:2018-05 (2018): Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen, Berlin.

Europäische Kommission (2012): Product Environmental Footprint (PEF) Guide. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. H08 Sustainability Assessment Unit. Ref. Ares(2012)873782 - 17/07/2012. Ispra, Italy.

Europäische Kommission (2018): PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, December 14 2017. Online: https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_guidance_v6.3.pdf. Abruf am 23.03.2021.

EUROPEN und ECR Europe (2009): Packaging in the Sustainability Agenda: A Guide for Corporate Decision Makers, Brussels.

- Heller, M. C., Selke, S. E. M., Keoleian, G.A. (2018): Mapping the Influence of Food Waste in Food, in: *Journal of Industrial Ecology* 23(2). doi:10.1111/jiec.12743.
- Maga, D., Thonemann, N., Strothmann, P., Sonnemann, G. (2020): How to account for plastic emissions in life cycle inventory analysis?, in: *Resources, Conservation and Recycling* 168. / doi:10.1016/j.resconrec.2020.105331.
- Muthu, S. (Springer) (2016): *Environmental Footprints of Packaging*, Singapore.
- Scagnetti, C., Lorenz, M. (2020): Marine litter contribution of plastic packaging in Germany, a case study and awareness tool for consumers using life cycle thinking. *LCA Food 2020*. Virtual from Berlin. 13-16 October.
- Sonnemann, G., Valdivia, S. (2017): Medellin Declaration on Marine Litter in Life Cycle Assessment and Management, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment* 22(10). S. 1637–1639. doi:10.1007/s11367-017-1382-z.
- Strothmann, P., Sonnemann, G., Maga, D., Thonemann, N. (2020): Linking the Life Cycle Inventory and Impact Assessment of Marine Litter and Plastic Emissions. *Workshop-Report*, Berlin: Forum for Sustainability through Life Cycle Innovation e.V., Berlin.
- The Consumer Goods Forum (2011): *A Global Language for Packaging and Sustainability*, Issy-les-Moulineaux.

5 Der Plastik-Index (PLIX) als produktspezifische Verpackungsbeurteilung

Scagnetti, Carla

Lorenz, Manuel

Van den Adel, Friederike

Albrecht, Stefan

Für eine Sichtbarmachung von Potentialen der Plastikvermeidung und -minimierung ist eine Index-Methodik entwickelt worden. Dieser Ansatz ermöglicht es produktspezifisch das Plastikaufkommen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu analysieren, aufzuzeigen und zu im Vergleich zu alternativen zu bewerten. Gegenläufige Effekte, sogenannte „Shifts of burden“ können erkannt werden und eine Bewertung am der besten Marktlösung gemacht werden.

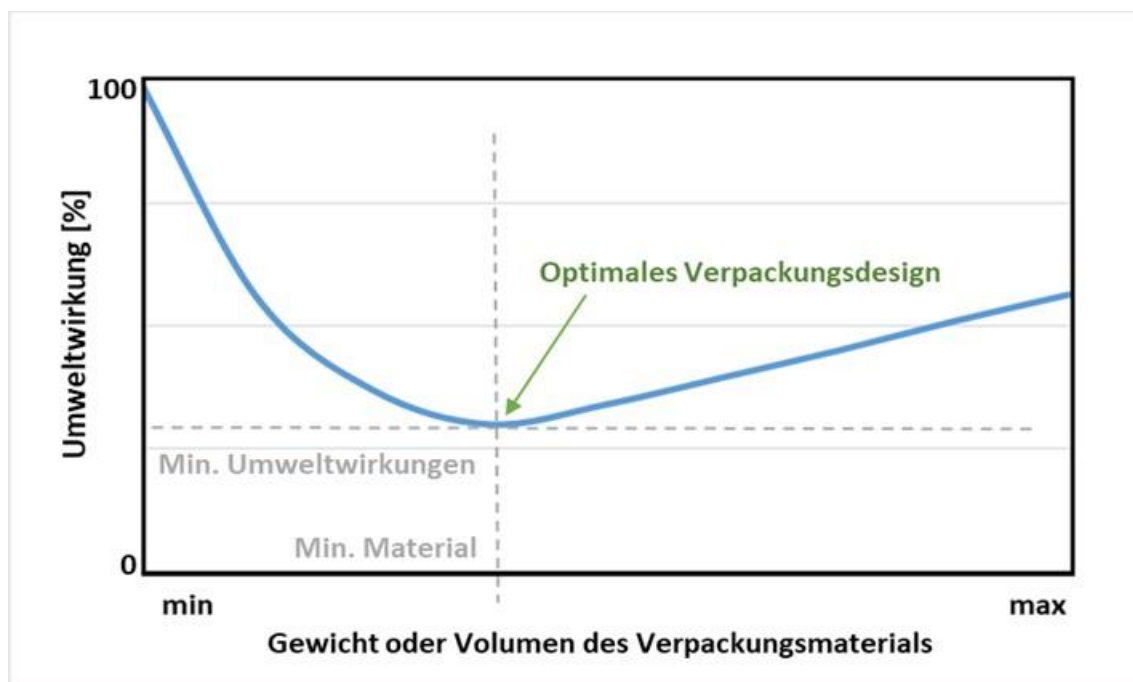
5.1 Einführung

Durch die zunehmende Produktvielfalt im Groß- und Einzelhandel stehen Verbraucher*innen häufig vor der Herausforderung, sich zwischen einer Vielzahl ähnlicher Produkte in verschiedenen Verpackungen entscheiden zu müssen. Bislang können in diese Entscheidung nur sichtbare Verkaufsverpackungen einfließen (The Consumer Goods Forum 2011). Zusätzliche Verpackungen, die für Transportwege oder als Umverpackungen verwendet werden, sind für Käufer*innen üblicherweise nicht sichtbar (VerpackG). Neben der fehlenden Sichtbarkeit solcher sogenannten Sekundär- und Tertiärverpackungen fehlt ein Instrument, um ökologische und weiterführende Nachhaltigkeitskriterien der Verpackungslösungen darzustellen. Im Rahmen des Projektes VerPlaPoS war es daher unter anderem das Ziel, Verbraucher*innen und Händler*innen ein qualitatives Warnsystem an die Hand zu geben, das auf wissenschaftlich erhobenen Informationen beruht. Es soll die Möglichkeit geschaffen werden, verschiedene relevante quantitative Faktoren sowie weitere qualitative Hintergrundinformationen zu Verpackungen leicht verständlich in einer App abzurufen und Verpackungstypen miteinander zu vergleichen (Van den Adel, et al. 2020).

Die Herstellung von Produkten ist meist mit Umweltwirkungen verbunden, die die Umweltwirkungen ihrer Verpackungen um ein Vielfaches übersteigen. Insofern darf eine Verpackungsvermeidung nur ohne erhöhte Produktschäden

oder Qualitätseinbußen angestrebt werden (The Consumer Goods Forum 2011).

Besonders die technischen Eigenschaften z. B. Schutz und Haltbarkeitsverlängerung werden durch verschiedene Materialien unterschiedlich erfüllt, bzw. für eine identische Schutzfunktion werden bei verschiedenen Materialien sehr unterschiedliche Spezifikationen z.B. Wandstärken benötigt (Muthu 2016). Ziel ist folglich ein optimiertes Verpackungsdesign, das mit so wenig Materialeinsatz wie möglich auskommt, das minimale lebenszyklusbezogene Umweltwirkungen mit sich bringt und gleichzeitig einen ausreichenden Produktschutz vorhält. Diese Anforderungen sind schematisch in Abbildung 5-1 illustriert und bilden die konzeptionelle Grundlage der Entwicklung des sogenannten Plastik-Index PLIX.



Quelle: The Consumer Goods Forum 2011

Abbildung 5-1: Einfluss des Materials auf die Umweltwirkung der Verpackung

Das Ergebnis dieses Unterfangens ist der sogenannte PLIX (**PL**astik-**IndeX**), der intuitiv und nutzerfreundlich darstellen kann, welche Kunststoffverpackungsmenge ein Produkt über seine gesamte Lieferkette mit sich bringt, welcher Anteil sich davon wieder in Stoffkreisläufe zurückführen lässt und wie sich die Verpackung über den gesamten Lebensweg betrachtet auf die Umwelt auswirkt. Im Folgenden wird genauer auf die zugrundeliegende Methodik der Ökobilanz und des PLIX eingegangen.

5.2 Der PLIX als Lösungsansatz

Konsumierende müssen am Ort des Einkaufs viele Entscheidungen innerhalb einer kurzen Zeitspanne treffen. In der Abwägung vielzähliger Faktoren spielen zunehmend auch ökologische Bedenken eine Rolle (Brüttel 2014). Um Konsumierenden ein leicht verständliches, intuitives Mittel an die Hand zu geben um das Plastikaufkommen verschiedener Produkte einschätzen zu können wurde der Plastik-Index (PLIX) entwickelt. Eine Methode, in der Verpackungslösungen produktspezifisch bewertet und mit anderen Verpackungen für dieselbe Produktkategorie verglichen werden. Nutzende sehen dabei einen alleinstehenden Wert (Single Score), der sich aus den im Folgenden beschriebenen Größen zusammensetzt. Entsprechend der oben aufgeführten Anforderungen ist der PLIX auf den Kriterien

F1: Kunststoffmenge

F2: Rezyklierfähigkeit und

F3: lebenszyklusbezogene Umweltwirkungen

modular aufgebaut. Das ermöglicht, dass je nach Datenlage eine vereinfachte oder vollständige Bewertung durchgeführt werden kann.

5.2.1 Kunststoffmenge

Als erstes Kriterium (F1) fließt in den PLIX ein, welche Menge an Kunststoff je bereitgestellter Menge an Produkt benötigt wird. Hierbei werden alle über die gesamte Wertschöpfungskette verwendeten Verpackungen erfasst und auf eine Referenzmenge des Produktes bezogen. Eine direkte Wiederverwendung der Verpackung, beispielsweise in einem Mehrwegsystem, wird durch das erste Kriterium abgebildet, indem die Produktmenge je Verwendungszyklus mit ihrer Nutzungsdauer und der entsprechenden Gesamtmasse an verpackter Ware in Bezug gesetzt wird. Das Resultat der ersten Bewertungsstufe ist ein Wert der Einheit Masse Verpackung je Masse Produkt (Van den Adel, et al. 2020).

5.2.2 Rezyklierfähigkeit

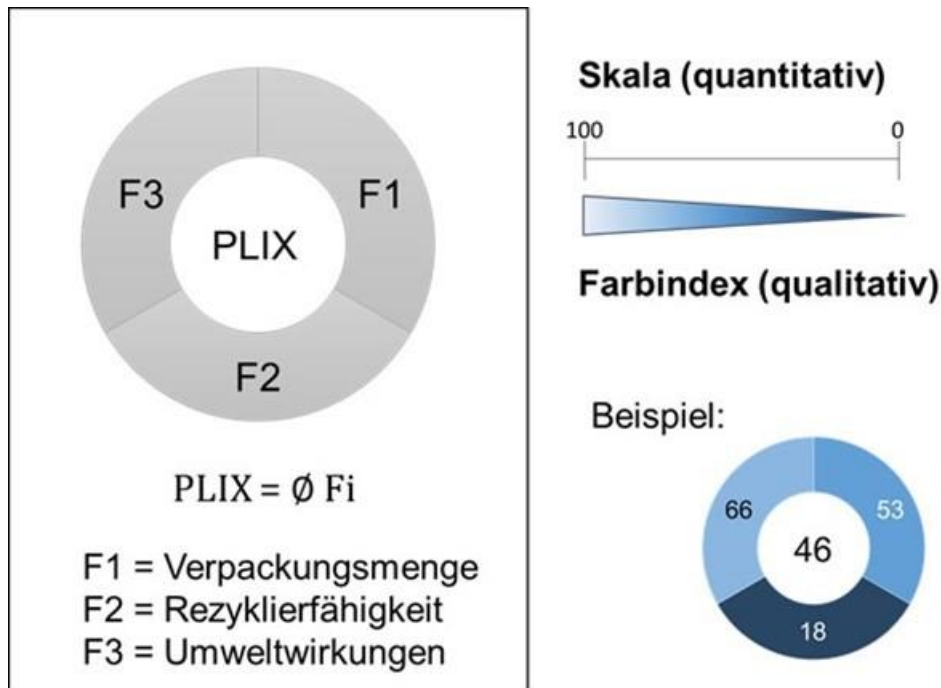
Im zweiten der drei Kriterien (F2) wird die stoffliche Verwertbarkeit der Verpackungen nach Erfüllen ihres Nutzens bewertet. Hierzu wird die Rezyklierfähigkeit anhand der entsprechenden Methodik des Institutes für Recycling und Produktverantwortung Cyclos-HTP rechnerisch eingeschätzt (Cyclos-HTP 2019). Die Abschätzung beruht auf der technischen Recyclinginfrastruktur wie sie in Deutschland vorhanden ist. Das Ergebnis dieser Berechnung spiegelt die Fähigkeit aller über den Lebensweg eines Produktsystems verwendeten Verpackungen wider, nach ihrem Lebensende recycelt zu werden und wird in einem Wert zwischen 0 und 100 angegeben (Van den Adel, et al. 2020).

5.2.3 Umweltwirkungen

Da die ersten beiden Kriterien eine relativ spezifische Herangehensweise an einzelne Produktattribute und assoziierte Probleme haben, wird in einem dritten Kriterium (F3) ein viele Ebenen umfassender Umweltfußabdruck anhand der in Kapitel 5.3.2 erläuterten Methodik erstellt. Um die sehr vielschichtigen Ergebnisse einer solchen Ökobilanzberechnung in eine stark vereinfachte Darstellung wie den PLIX zu integrieren, wird eine Gewichtung anhand der Vorgaben der Europäischen Kommission durchgeführt (Europäische Kommission 2012). Dabei entsteht ein verständlicher Single Score, der als dimensionsloser Wert in die PLIX-Kalkulation einfließt (Van den Adel, et al. 2020).

Um die drei Kategorien (F1-F3) miteinander zu verknüpfen und einen Vergleich zwischen den Verpackungen zu gewährleisten, werden die Ergebnisse der Kategorien auf einer Skala zwischen 0 und 100 normiert. Dabei stellt eine Bewertung mit 0 die schlechteste untersuchte Verpackung für die spezifische Produktkategorie und 100 diejenige mit dem besten Ergebnis innerhalb des Kriteriums dar. Für das Kriterium F2 wird keine separate Umrechnung durchgeführt da die Untersuchung zur Rezyklierfähigkeit bereits in den gewünschten Wertebereich zwischen 0 und 100 dargestellt. Als PLIX wird der Mittelwert der Faktoren F1, F2 und F3 bezeichnet und aufgeführt (Van den Adel, et al. 2020). Durch diese Charakterisierung anhand tatsächlich verfügbarer Verpackungen kann der Kunde oder die Kundin auf den ersten Blick erkennen, ob es für ein vergleichbares Produkt eine unter ökologischen Gesichtspunkten bessere Verpackungslösung gibt. Abbildung 5-2 zeigt die PLIX-Darstellung mit einer Erläuterung der Bestandteile.

In Abbildung 5-2 werden im Uhrzeigersinn die Werte der drei Kategorien F1, F2 und F3 dargestellt, im Zentrum der Darstellung ist der Gesamtwert zu sehen. Ein qualitatives Warnsystem stellt zudem Werte der Kategorien F1 bis F3 mittels eines Farbindexes dar. Eine dunklere Farbe impliziert dabei einen schlechteren Wert.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 5-2: Beispielhafte Darstellung des PLIX

5.3 Die Ökobilanz und Lebensweg einer Verpackung

Jeder Prozess im Lebenszyklus einer Verpackung ist mit Energieaufwand, Emissionen und Materialeinsatz verbunden. Die Ausgangssubstanz der meisten marktüblichen Kunststoffe ist Erdöl; nur rund 1 % der Kunststoffe weltweit werden aus biobasierten Rohstoffen hergestellt (European Bioplastics e.V. 2021). Durch die passende Wahl von Verpackungsmaterialien und der Art der Verpackung können endliche Rohstoffe und somit die Umwelt bewusst geschont werden. Um jedoch Kunststoffverpackungen hinsichtlich ihrer Umweltfreundlichkeit aussagekräftig bewerten zu können, müssen weitere, vielseitige Faktoren, mit in Betracht gezogen werden. Hierzu zählen unter anderem die Materialart, -menge und -farbe. Nur wenn alle maßgeblichen Faktoren betrachtet (Sattlegger, et al. 2020) und zueinander in Bezug gesetzt werden, kann eine übergreifende Aussage getroffen werden. Dabei sollte möglichst keine Kompromisse hinsichtlich der zentralen Aufgabe der Verpackung, das Produkt zu schützen, eingegangen werden.



Um die Umwelteinflüsse im Rahmen des PLIX ersichtlich zu machen, werden Ökobilanzuntersuchungen in Anlehnung an die Normen DIN 14040 und 14044 durchgeführt und ausgewertet. In der Erhebung wird dabei der gesamte Lebensweg der Verpackungen abgebildet und hinsichtlich seiner potentiellen Umweltwirkungen untersucht. Die zentralen Lebensphasen bilden die

Herstellung der Verpackungen, die Nutzungsphase und die Entsorgung aller für die Bereitstellung eines Produktes benötigten Verpackungen. Neben den Materialien und Mengen der Verpackungen fließen auch Informationen zu den durch die Verpackungssysteme hervorgerufenen Änderungen in den Lieferketten, Prozessen sowie Wiederverwendungs- und Verwertungspotentialen in die durchgeführten Ökobilanzen ein. Nur eine solche Analyse des gesamten Lebensweges ermöglicht es festzustellen, ob sich die ökologische Performance eines Produktes verbessert, verschlechtert oder ob sich die Umweltwirkungen lediglich verlagern.

5.3.1 Datenerfassung der Lebensweganalyse

Für die Analyse des Produktlebenswegs wird die Lieferkette bis zum PoS in fünf Stufen eingeteilt. Was genau in diesen Stufen passiert ist produktspezifisch, kann allgemein jedoch in Rohstoffgewinnung und – weiterverarbeitung, Logistik und Großhandel sowie den Übergang an Nutzer*innen aufgeteilt werden. In jeder dieser Lebenswegabschnitte wird das Plastikaufkommen analysiert und eine vergleichbare Analyse nach den einzelnen PLIX Kriterien durchgeführt, berechnet und dargestellt. Für den Fall das Daten nicht zugänglich sind können Sekundärdaten zugezogen werden oder auch einzelne Lebenswegabschnitte aus der Untersuchung ausgeklammert werden.

Diese fünf Abschnitte können in drei Phasen des Lebensweges übergeordnet zusammengefasst werden und nach dem Verpackungsgesetz (VerpackG) in Transport-, Um- und Verkaufsverpackung unterteilt werden. Laut §3 VerpackG „Begriffdefinitionen und Unterteilungen“, ist die Verkaufsverpackungen mit der Ware an Kunden verbunden und wird am Point of Sale (PoS) eingesetzt. Die Umverpackung (Sekundärverpackung) kann, muss aber nicht an die Endverbraucher*innen gehen, zum Beispiel Nestpacks für lose Ware und Dehnfolie zum Zusammenfassen mehrerer Produkte. Transportverpackung werden primär zur Erleichterung von Transport und Vermeidung von Transportschäden benutzt und sind typischerweise nicht vom Endverbraucher wahrnehmbar. Während des Transports ist es üblich, dass verwendete Verpackungen im Laufe von z.B. Ernte, Hof über Logistikzentren mehrfach zugeführt werden. In anderen Fällen wie z.B. bei Direktvermarktung wird das Produkt nur einmal verpackt und direkt an der Kunde verkauft. Abbildung 5-3 stellt die beispielhafte Einteilung einer Lebensmittellieferkette beispielhaft dar, ergänzt mit Verpackungskategorien, Lebenswegphasen und Beispielverpackungen.

Lieferkette	Ernte	Hof / Gärtnerei	Lieferant / Logistik Center	Großhandel / Einzelhandel	Point of Sale (Pos)
Lebensweg	Produktion		Transport		Nutzung
VerpackG §3 Begriffdefinitionen	Transportverpackung			Umverpackung	Verkaufsverpackungen (Ware an Kunde)
Beispiele für Kunststoff- verpackungen:					

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 5-3: Datenerfassung am Beispiel Lebensmittel

Die Lebenszyklusanalyse (**Ökobilanz** oder eng. Life Cycle Assessment bzw. LCA) ist eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebensweges. Diese Aufstellung der Daten kann eine Hinweise auf Stärken und Schwächen des bilanzierten Produkts geben, Produkten hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen liegen. Im Rahmen des Projekts VerPlaPoS wird nur das Plastikverpackung-Aufkommen entlang des Lebenswegs betrachtet, und nicht das Produkt selber. Eine Ökobilanzierung (LCA) von Verpackung inklusive Produkt kann im Rahmen eines anderen Studienziels auch durchgeführt werden, in diesem Falle sind jedoch grundsätzliche andere Systemegrenzen nötig. Je nach Schwerpunkt der Analyse sollte auch berücksichtigt werden, dass die ursprüngliche Funktion der Verpackung und daraus folgende Anforderungen nicht verloren geht.

Eine Herausforderung während des Projekts war die Datenerfassung von Verpackungsmengen und Plastikaufkommen entlang der Lieferkette. Diese Daten sind die Grundlage für den Vergleich der produktspezifischen Plastikmenge über die gesamte Wertschöpfungskette. Informationsquellen können als Primärdaten und Sekundärdaten kategorisiert werden. Erhebung von Primärdaten erfolgte am Point of Sale im Projektrahmen direkt. Sekundäre Daten wurden durch Literaturrecherche und Austausch mit Experten entlang der gesamten Lieferkette gesammelt und zur Entwicklung generischer Szenarien genutzt. In einer PLIX Berechnung kann die Datenqualität durch Sicherheitsfaktoren berücksichtigt werden.

5.3.2 Product Environmental Footprint und EF 3.0

Zur Durchführung von Ökobilanzen bestehen trotz vorhandener Normen unterschiedliche Ansätze, Vorgehensweisen und Methoden. Um den Ablauf zu standardisieren und die Ergebnisse von Ökobilanzen noch belastbarer zu machen, hat die Europäische Kommission eine Richtlinie zum Durchführen von Produktökobilanzen erstellt. Dieses Vorgehen anhand der PEF-Richtlinien (PEF = **P**roduct **E**nvironmental **F**ootprint) beinhaltet eine Auswertung anhand einer Vielzahl von Umweltindikatoren, wie zum Beispiel der Auswirkungen auf den Klimawandel oder den Verbrauch fossiler Ressourcen (Europäische

Kommission 2012; Zampori & Pant 2019). In der verwendeten Ökobilanzsoftware GaBi ts wird die Richtlinie durch die integrierte Auswertungsmethodik des Environmental Footprint 3.0 (EF 3.0) umgesetzt. Dabei wird ergänzend zur Auswertung einzelner Wirkungskategorien eine Normierung und Gewichtung vorgenommen um einen Single-Score zu erzielen. In diesen Schritten werden die Auswirkungen der Produktsysteme mit jenen eines durchschnittlichen EU-Bürgers im Laufe eines Jahres für jede Wirkungskategorie verglichen und anhand einer auf Umfragen basierenden Gewichtung der unterschiedlichen Wirkpotentiale verknüpft. Das Ergebnis ist ein alleinstehender Indikatorwert, der die als relevant betrachteten Umwelteinflüsse in sich vereint und eine simple Darstellung ermöglicht, wie sie für den PLIX angestrebt ist.

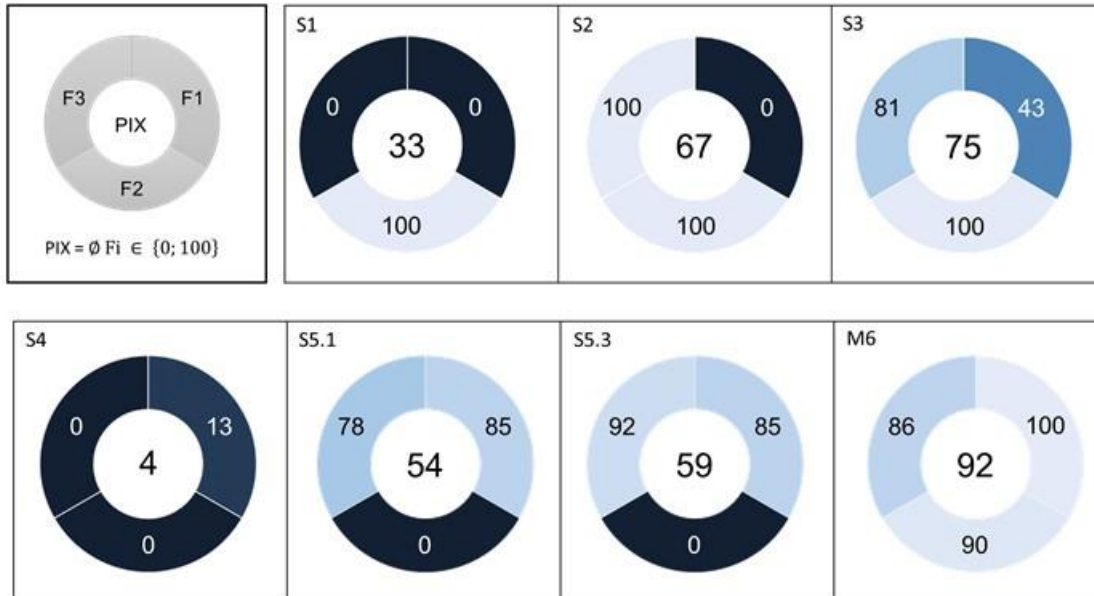
5.4 Anwendungsbeispiel und Ergebnisdarstellung für Salatschalen

In der folgenden Tabelle 5-1 und der Abbildung 5-4 sind die Ergebnisse der PLIX-Berechnung für die untersuchten Verpackungsoptionen für verzehrfertigen Salat dargestellt. Um die funktionelle Einheit von 20 Verpackungen einer Salatmahlzeit zu erfüllen, werden von den Einwegverpackungen 20 Schalen benötigt, von der Mehrwegbox lediglich eine Schale plus entsprechende Waschzyklen zwischen den Nutzungen. Den Berechnungen liegen dabei nur Daten zu Verpackungen am Verkaufspunkt zugrunde, weitere Stufen der Wertschöpfungskette werden nicht betrachtet.

Tabelle 5-1: Ergebnisse der PLIX-Bewertung am Beispiel Salatschalen

		F1	F2	F3	PLIX
S1	Salatschale PET	0	100	0	33
S2	Salatschale rPET	0	100	100	67
S3	Salatschale PP	43	100	81	75
S4	Salatschale PLA	13	0	0	4
S5.1	Salatschale Fasserguss (PLA verstärkt)	85	0	78	54
S5.3	Salatschale Fasserguss (PP verstärkt)	85	0	92	59
M6	Mehrwegbox PP (für Salat)	100	90	86	92

Quelle: eigene Darstellung



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 5-4: Darstellung des PLIX am Beispiel Salatschalen

Auswertung der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Bewertungskriterien F1 bis F3 erläutert.

F1 - Kunststoffmenge

In der Auswertung der benötigten Verpackungsmasse spiegelt sich das erhöhte Gewicht der PET- und rPET-Schalen in der schlechtesten Bewertung (F1=0) wider. Gefolgt werden diese Ausführungen von der Salatschale aus PLA, die zwar leichter ist als das vergleichbare Produkt aus PET, jedoch auch schwerer als jenes aus PP. Letzteres kann durch die reduzierte Masse eine bessere Platzierung im ersten Bewertungskriterium verbuchen. In der Berechnung des PLIX werden für die Fasergusschalen lediglich die Beschichtungen aus Plastik (PLA bzw. PP) betrachtet. Durch die somit geringe Masse an verwendetem Kunststoff erzielen diese Verpackungslösungen mit 85 Punkte die zweitbeste Bewertung in dieser Kategorie. Die Mehrwegbox stellt den besten betrachteten Fall für das Kriterium F1 dar, da sich durch die 20-fache Wiederverwendung eine geringere Kunststoffmenge zur Erfüllung der funktionellen Einheit ergibt.

F2 - Rezyklierfähigkeit

Für die Materialien der Schalen aus PET, rPET und PP bestehen in Deutschland etablierte Recyclingpfade und durch die transparente Gestalt sind hohe Qua-

litäten des rezyklierten Materials zu erwarten. Somit ergeben sich Rezyklierfähigkeiten von 100% ($F2=100$). Für den Biokunststoff PLA gibt es derzeit keine Sortierfraktion im Rahmen des werkstofflichen Recyclings von Kunststoffen, daher wird das zweite Kriterium mit $F2=0$ bewertet. Einschränkungen für die Wiederverwertung entstehen auch durch die nicht gegebene Trennbarkeit der Materialfraktionen der Fasergussverpackungen. Aufgrund des Materialmixes werden diese Verpackungslösungen mit einer Rezyklierfähigkeit von 0% bewertet ($F2=0$). Die Mehrwegverpackung erzielt auf Basis der verwendeten Berechnungsmethode durch die zwar helle, aber lichtundurchlässige Farbgebung eine reduzierte Rezyklierfähigkeit von 90%.

F3 - Umweltwirkungen

Die Auswertung der Berechnungsergebnisse nach der Methodik des EF 3.0 zeigt, dass die Verpackungen aus den Werkstoffen PET und PLA die höchsten Umweltfußabdrücke (eng. Environmental Footprint, EF) mit sich bringen. Daraus resultierend erhalten diese Verpackungen mit einem Score von $F3=0$ eine entsprechend schlechte Bewertung. Die Verpackungslösung mit dem kleinsten EF stellt die Salatschale aus rPET dar, wodurch das rezyklierte Material wird mit einem Score von $F3=100$ honoriert wird. Die Ergebnisse der plastikverstärkten Fasergusschalen unterscheiden sich in Abhängigkeit Plastiktyps und die Verpackung mit einer PP-Verstärkung schneidet an dieser Stelle besser ab. Die Mehrwegverpackung und die Salatschale aus PP erzielen mit F3-Werten von 86 und 81 Platzierungen im oberen Bereich.

Schlussfolgerung

Durch die Ermittlung des Mittelwertes der Kategorien F1 bis F3 können die Verpackungslösungen miteinander verglichen werden. Dabei zeigt sich, dass die Mehrweglösung für die funktionelle Einheit von 20 Verpackungen einer Salatmahlzeit mit einem PLIX Score von 92 den besten Gesamtwert erzielt. Am schlechtesten schneidet im betrachteten Feld die Salatschale aus PLA mit einem PLIX Score von 4 ab.

Bei der Mehrweglösung mit der beispielhaften 20-fache Nutzung wird somit 1/20-tel der Plastikmenge mit den Vergleichsverpackungen verglichen. Dies ist vorteilhaft für F1 und F3 vom PLIX, nicht aber F2. Des Weiteren wird bei Verpackungen die nicht nur aus Plastik bestehen der „Nicht-Plastik“-Anteil, im Beispiel der Faserguß, nicht berücksichtigt. Daraus entsteht der Bedarf keine reine PLIX-Bewertung durchzuführen, sondern den PLIX zum PIX (Packaging-Index) weiterzuentwickeln, um alle Materialien zu berücksichtigen (Lorenz et al. 2020).

5.5 Fazit

Der PLIX ermöglicht es Verbraucher*innen und Unternehmen aus den Bereichen Handel und Logistik, mit dem Thema Plastikaufkommen in Bezug auf Verpackungen in Kontakt zu treten. Durch die Darstellung in beispielsweise einer App und den geringen Umfang an benötigtem Hintergrundwissen ist das erstellte quantitative Warnsystem für eine breite Zielgruppe nutzbar. Diese kann dabei auf einen Blick Informationen über die benötigte Menge an Kunststoff, die Rezyklierfähigkeit und den Umweltfußabdruck sämtlicher über den Lebensweg hinweg verwendeten Verpackungslösungen erhalten. Durch seine nutzerfreundliche Darstellung der Bewertungskriterien kann der PLIX zu einem gesteigerten Bewusstsein für Verpackungsvermeidung und -optimierung hinsichtlich ökologischer Belange beitragen und den Trend zu nachhaltigen Verpackungen durch wissenschaftlich fundierte Informationen ergänzen (Van den Adel, et al. 2020).

Der PLIX hat das Ziel Plastikmengen sichtbar zu machen und Vermeidungspotentiale hervorzuheben. Daher werden „Nicht-Plastik“-Teile nicht berücksichtigt. Um Missverständnisse und Irreführung zu vermeiden wird der PLIX zum PIX (Packaging-Index) weiterentwickelt, um alle Materialien zu berücksichtigen (Lorenz et al. 2020).

5.6 Literaturverzeichnis

- Brüttel, O. (2014): Nachhaltigkeit als Kriterium für Konsumententscheidungen, in: Ökologisches Wirtschaften 29(1), 41–45. doi:10.14512/OEW290141.
- Cyclos-HTP (2019): Prüfung und Testierung der Recyclingfähigkeit. Anforderungs- und Bewertungskatalog zur EU-weiten Zertifizierung, Aachen.
- DIN ISO 14040:2009-11 (2009): Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen, Berlin.
- DIN ISO 14044:2018-05 (2018): Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen, Berlin.
- Europäische Kommission (2012): Product Environmental Footprint (PEF) Guide. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. Ispra, Italy
- H08 Sustainability Assessment Unit. Ref. Ares(2012)873782 - 17/07/2012
- European Bioplastics e.V. (2021): Bioplastics market data. [<https://www.european-bioplastics.org/market/>; 15.02.2021].

- Heller, M. C., Selke, S. E. M., Keoleian, G.A. (2018): Mapping the Influence of Food Waste in Food, in: *Journal of Industrial Ecology* 23(2). doi:10.1111/jiec.12743.
- Lorenz, M., Scagnetti, C., Van den Adel, F.; (2020): The Packaging Index (PIX) as user friendly sustainability assessment – A method development. LCA Food 2020. Virtual from Berlin. 13-16 October.
- Maga, D., Thonemann, N., Strothmann, P., Sonnemann, G. (2020): How to account for plastic emissions in life cycle inventory analysis?, in: *Resources, Conservation and Recycling* 168. doi:10.1016/j.resconrec.2020.105331.
- Muthu, S. (Springer) (2016): *Environmental Footprints of Packaging*, Singapore.
- Sattlegger, L., Haider, T., Völker, C., Kerber, H., Kramm, J., Zimmermann, L., Wurm, F. (2020): Die PET-Mineralwasserflasche, in: *Chemie in unserer Zeit*, 54(1), S. 14-20. doi:10.1002/ciuz.201900875.
- The Consumer Goods Forum (2011): *A Global Language for Packaging and Sustainability*, Issy-les-Moulineaux.
- Van den Adel, F., Scagnetti, C., Lorenz, M., Krieg, H., Albrecht, S. (2020): Plastik-Index PLIX macht Verpackungen vergleichbar, in: *Chemie in unserer Zeit* 54(06). doi:10.1002/ciuz.202000049.
- VerpackG (2017): *Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen (Verpackungsgesetz)*. Bd. §3 Begriffsbestimmung.
- Zampori, L. and Pant, R. (Europäische Kommission) (2019): *Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method*. Joint Research Centre, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76- 00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

6 Entwicklung einer Plastik-Informations-App

Muth, Lea
Heider, Dominik
Scagnetti, Carla
Lorenz, Manuel

Um Verbraucher*innen über Plastik im allgemeinen und das Plastikverpackungsaufkommen im Speziellen zu informieren, wurde im Zuge der Projektbearbeitung eine so genannte Plastik-Informations-App entwickelt.

Diese „Plastik spar's dir“-App ist eine Applikation für mobile Endgeräte, die Endverbraucher*innen über ihren möglichen Plastikverbrauch am Point of Sale informieren soll. Hierfür wurde für ausgewählte Produkte aus dem Lebensmittelbereich der im Projekt entwickelte Plastik-Index PLIX verwendet (siehe Kapitel 5). Neben dem PLIX erhalten die Nutzer*innen viele interessante Informationen rund um das Thema Plastik(verpackungen). Die einfach zu bedienende App wurde sowohl für Android als auch iOS Geräte für Endbenutzer*innen zur Verfügung gestellt. Ursprünglich wurde noch ein Gaming-Aspekt geplant und auch implementiert, bei dem registrierte Nutzer das eigene Konsumverhalten eintragen können und dieses analysiert wird. Es wird dann anonym mit anderen Nutzern verglichen und ein Ranking erstellt. Aufgrund der mangelnden Datenlage in der Produktdatenbank, wurde dieser Aspekt jedoch verworfen.

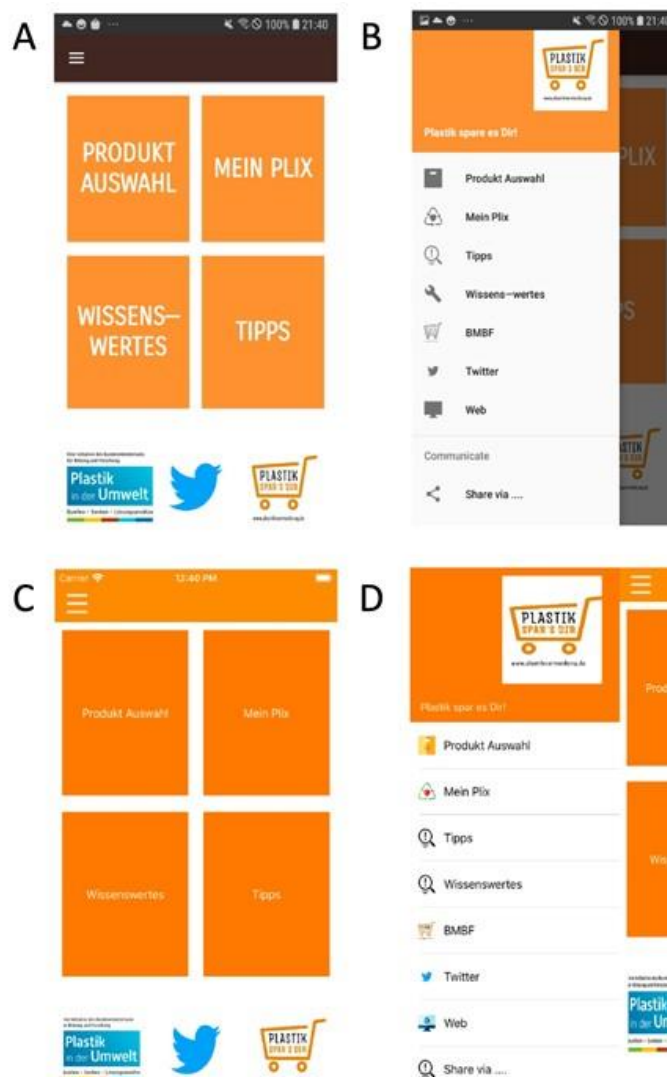
6.1 Technischer Hintergrund

Die App wurde als Client-Server-Modell entwickelt, um eine Erweiterung der Produktpalette² zu gewährleisten. Sie liefert konsument*innenfreundliche, aufbereitete Hintergrundinformationen sowie Erläuterungen zu den erhobenen Ergebnissen. Dazu wurde zunächst die Infrastruktur der Client-Server-Architektur entwickelt und dann die PLIX-Datenbank mit Produkten gefüllt. Diese Herangehensweise ermöglichte die parallele Entwicklung der App als Benutzeroberfläche für den/die Benutzer*innen und der Befüllung der im Hintergrund laufenden Datenbank. Die Forschungsergebnisse und die neuen Erkenntnisse zu Plastikvermeidungsstrategien, wie der PLIX, wurden

² Aufgrund einer ungenügenden Datenmenge wurde der PLIX nur für wenige ausgewählte Produkte ermittelt.

gegen Ende des Projekts in die fertige Infrastruktur bzw. die darunterliegende Datenbank serverseitig eingepflegt, so dass die App dann zusätzlich auch auf diese Informationen zugreifen kann. Dies ermöglicht es auch in Zukunft, weitere Informationen in das laufende System einzupflegen, ohne direkt auf die Apps auf den Endgeräten Änderungen vornehmen zu müssen. Nur eine einmalige Installation der App auf dem Endgerät ist nötig.

Die Applikation ist für Android Smartphones ab API 29 (Android 10) und iOS verfügbar. Die App liefert Endverbraucher*innen eine Fülle von Informationen, die er in mehreren Teilgebieten (Produkt Auswahl, Mein PLIX, Wissenswertes und Tipps) in der App vorfinden kann.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 6-1: Startseite der App. Die App ist verfügbar für Android (A-B) und iOS (C-D)

Um eine einfache Bedienung und Handhabung über den Projektzeitraum hinaus zu gewährleisten, wurden Definitionen einheitlicher Formattabellen für Inhalte der Applikation („Verbrauch- und Entsorgungstipps“-Bereich in der Applikation) festgelegt. Die zugrundeliegende MySQL-Datenbank läuft auf einem Webserver der Philipps-Universität Marburg. Die Datenbank ist mit einer graphischen Benutzeroberfläche ausgestattet, die die Verwaltung der Daten ohne technisches Vorwissen ermöglicht. Dadurch ist auch nach Ablauf des Projektzeitraumes eine Verwaltung und Wartung der Daten möglich. Die Datenbank beinhaltet die Kennzahlen aller Produkte (Grundlage der genauen PLIX-Berechnung in der Kategorie „Lebensmittel“), Verbraucher*innen- und Entsorgungstipps (Grundlage Wissenswertes- und Tippbereich), Materialinformationen (Grundlage Wissenswertes - Entsorgungsfibel und Informationen), Frage- und Antwortoptionen zur Ermittlung eines verallgemeinerten Plastikaufkommens in der Kategorie „Bekleidung“ sowie alle Texte der Felder, die in der Applikation vorzufinden sind. Die Tabelle mit den Kennzahlen zur genauen PLIX-Berechnung in der Kategorie „Lebensmittel“ wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart erarbeitet und definiert eine Schnittstelle für die Übergabe der Produktdaten, die als Grundlage der PLIX-Berechnung dienen.

6.2 Aufbau der App

Öffnen Endverbraucher*innen die Applikation, wird über die Projektbeteiligten informiert, das BMBF wird namentlich mit Logo erwähnt, sowie die Webseite der Plastikvermeidung. (<http://www.plastikvermeidung.de>). Endverbraucher*innen werden ausgehend vom Ladebildschirm in die Menüübersicht weitergeleitet. Dort haben sie neben einem Sidebar-Menü, das in der gesamten Applikation als Navigationshilfe zur Verfügung steht, die Auswahl zwischen den vier Teilbereichen der App und drei Informationsbereichen, die durch ihr jeweiliges Logo gekennzeichnet sind.

6.2.1 Produkt-Auswahl

Endverbraucher*innen können zwischen den Kategorien „Lebensmittel“ & „Bekleidung“ unterscheiden, beide Kategorien sollen sie über den Plastikverbrauch von ausgewählten Produkten informieren. Die Produkte der Kategorie „Lebensmittel“ können nach Begriffen oder Buchstabenkombinationen durchsucht und favorisiert werden. Die favorisierten Produkte können im Bereich „Mein PLIX“ eingesehen werden. Wählen Nutzer*innen den Bereich „Bekleidung“, können sie in einem anschließenden „Quiz“ ein abgeschätzten Wert

für das Plastikaufkommen entlang der Lieferkette eines gewünschten Kleidungsstücks berechnen lassen.³

A) Die Kategorie „Lebensmittel“ ermöglicht Nutzer*innen die Auswahl zwischen verschiedenen Produkten der Kategorien Milchprodukt, Fleisch, Teigwaren und Obst & Gemüse. Wird eine dieser Kategorien ausgewählt, wird eine Übersichtsmaske aller Produkte sichtbar. Diese ist nach Begriffen oder Buchstabenkombinationen durchsuchbar.

Nach der Auswahl eines bestimmten Produktes aus der Übersichtsmaske gelangt man in eine Detailansicht des Produktes. Die Detailansicht ermöglicht eine graphische Ansicht des Produktes (Bild), ein Kreisdiagramm der für dieses Produkt erfassten PLIX-Teilwerte: Kunststoffmenge (F1), Rezyklierfähigkeit (F2) und Umweltwirkungen (F3) inklusive Informationsbutton, der einen erklärenden Text sichtbar macht. In diesen Texten werden Informationen zur Lieferkette und der damit verbundene Beitrag zum PLIX dargestellt. Weitere Informationen zum entsprechenden CO₂-Fußabdruck und dem fossilen Energieverbrauch der zugehörigen Verpackungen entlang der Lieferkette sind ebenfalls hier zu finden. Dies ist in Abbildung 6-1 dargestellt.

Alle Berechnungen dieser Kategorie basieren auf den Forschungsergebnissen und Formeln der Universität Stuttgart zur Berechnung des PLIX (siehe Kapitel 5). Die Primär- und Sekundärdatenerhebung wurde von den Partnern des Projekts unterstützt und bereitgestellt. Eine detaillierte Beschreibung der PLIX Methodik ist in Kapitel 5 und der Veröffentlichung (Van den Adel, et al. 2020) zu entnehmen.

B) Die Kategorie „Bekleidung“ ermöglicht eine verallgemeinerte Berechnung eines Plastikaufkommens für ein bestimmtes Kleidungsstück. Dieser Wert wird durch Auswertung eines Auswahlverfahrens in Form eines *Quiz* generiert und leitet Nutzer*innen nach Beantwortung aller notwendigen Fragen in eine Textmaske. Hier wird die Grundlage der Berechnung in Form eines Textes erläutert und es werden mögliche Kennwerte für das jeweilige Produkt angezeigt. Die Datenerhebung wurde von der Universität Stuttgart und der FATM durchgeführt, basierend auf Literaturrecherchen und Daten von Textilpartnern aus Deutschland, Asien und der Türkei.

³ Aufgrund der nicht vorhandenen Datenverfügbarkeit im Bereich Textil, wurde dieser Weg gewählt

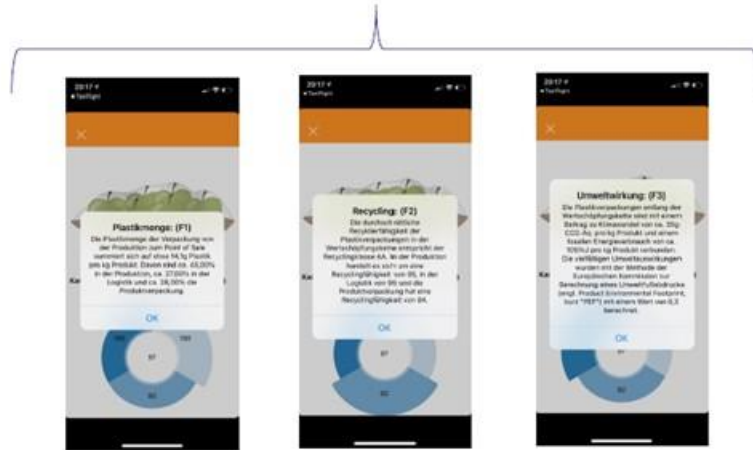


PLIX

F1: Plastikverpackungsmenge

F2: Rezyklierfähigkeit

F3: Umweltfußabdruck nach Ökobilanzdaten



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 6-2: PLIX in der Plastik-App am Beispiel Apfel (iOS Version 1.5)

6.2.2 Mein PLIX

Nutzer*innen können die im Bereich „Produkt Auswahl“ favorisierten Produkte der Kategorie „Lebensmittel“ hier einsehen. Durch Bildung des arithmetischen Mittels über alle favorisierten Produkte wird ihnen ein persönlicher Kennwert geliefert.

6.2.3 Wissenswertes

Nutzer*innen können in einer Menüübersicht zwischen vier Teilbereichen wählen, um detaillierte Informationen zu bekommen.

- A) Entsorgungsfibel – Eine Übersichtsmaske, die es ermöglicht, sich über die Entsorgung bestimmter Werkstoffe zu informieren. Sie kann nach Begriffen oder Buchstabenkombinationen durchsucht werden.
- B) Infos zu Plastik – Eine Übersichtsmaske, die es ermöglicht, sich über Plastik im Allgemeinen zu informieren. Sie kann nach Begriffen oder Buchstabenkombinationen durchsucht werden.

- C) Gefahren einer Plastikvermeidung – Eine Textmaske, die über mögliche Gefahren einer Plastikvermeidung informiert.
- i. Lebensmittel z.B. Lebensmittelverlust und Lebensmittelabfälle.
 - ii. Textilien z.B. Produktschäden durch Verpackungsverzicht
- D) PLIX Berechnung – Eine Textmaske, die die PLIX-Berechnung erläutert.

6.2.4 Tipps

Nutzer*innen können in einer Menüübersicht zwischen vier Teilbereichen (Alternativen, Vermeidung, Recycling und Sonstiges) wählen, um detaillierte Tipps zu der jeweiligen Kategorie zu erhalten. Die Auswahl eines Teilbereiches führt Nutzer*innen in eine Übersichtsmaske; hier können alle Tipps nach Begriffen oder Buchstabenkombinationen durchsucht werden.

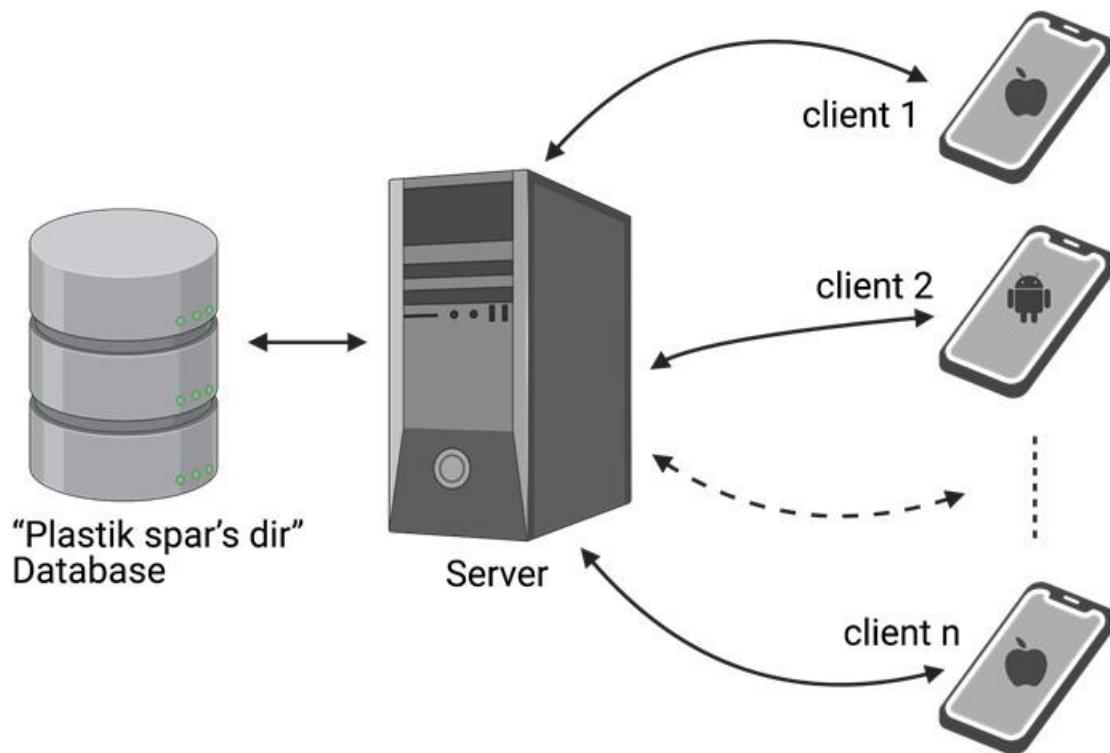
6.2.5 Einbindung der aktuellen Projektinformationen über die Logos auf der Hauptseite

- A) Eingebettete Anzeige der aktuellen Informationen des BMBF „Plastik in der Umwelt“-Projektes bzw. die interne Weiterleitung auf die URL (<https://bmbf-plastik.de/home>).
- B) Eingebettete Anzeige des Twitteraccounts „@verplapos“.
- C) Eingebettete Anzeige der aktuellen Informationen des „Plastik spar's dir“-Projektes bzw. die interne Weiterleitung auf die URL (<http://www.plastik-vermeidung.de>).



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 6-3: Menüführung. Beispiel der Menüführung in der Android App für den Bereich Lebensmittel bis zu Mein PLIX)



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 6-4: Client-Server Architektur. Die App ist verfügbar für iOS und Android. Created with BioRender.com

7 Strategien zur Reduzierung der Umweltauswirkungen von Verpackungen

Bauer, Dieter
Holterbosch, Jochem
Klaene, Klaudia
Sängerlaub, Sven

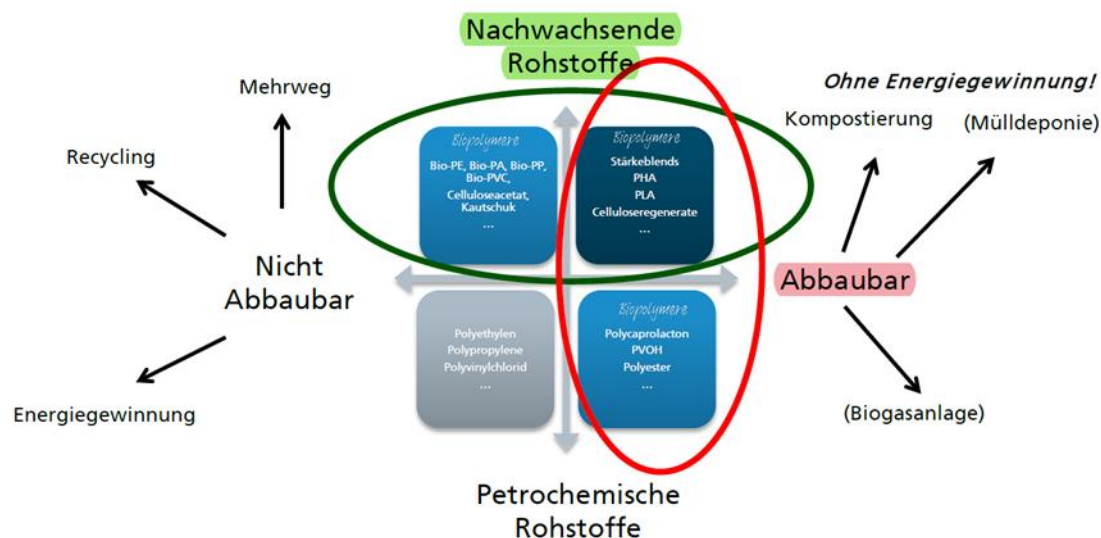
Im Projekt VerPlaPoS hat das Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV verschiedene Ansätze verfolgt, die zur Reduzierung des Einsatzes von konventionellem, nicht biologisch abbaubarem Plastik beitragen können. Zusätzlich wurden Lösungen entwickelt, um die Menge an Kunststoffen in Verpackungen, die aus ökologischer Sicht problematisch sind, zu reduzieren.

Eine Bestandsaufnahme während des Projektes hat gezeigt, dass der größte Hebel zur Reduzierung der Umweltwirkung von Verpackungen bei den Primärverpackungen liegt. Exemplarische Verhältnisse lagen bei 1 bis 5 Masse-% Primärverpackung bezogen auf das verpackte Produkt. In einigen Fällen, z.B. bei geringen Mengen verpackter Salami in Convenience-Packungen mit Schutzbegasung, betrug der Anteil Primärverpackung bis zu 15 Masse-% bezogen auf das verpackte Lebensmittel. Exemplarische Verhältnisse bei Sekundärverpackungen, speziell Stretchfolie aus PE, betragen 0,05 bis 0,2 Masse-% bezogen auf das verpackte Lebensmittel, in Einzelfällen bis 0,8 Masse-%. Primärverpackungen machen also den größten Anteil am Plastikverbrauch bei Lebensmittelverpackungen aus. Primärverpackungen müssen auf die unterschiedlichen Anforderungen von Lebensmitteln, unter Berücksichtigung von deren Lebensweg, angepasst werden. Daher ist die Entwicklung von Primärverpackungen, im Vergleich zu Um- und Transportverpackungen, in der Regel besonders anspruchsvoll, komplex und häufig eine Fallentscheidung. Die darin verpackten Lebensmittel müssen nicht nur mechanisch geschützt werden, sondern auch in erster Linie vor Kontamination und Verderb. Lebensmittelverluste durch unzureichende Verpackung müssen vermieden werden, da für die Lebensmittelproduktion üblicherweise 10- in einigen Fällen bis 50-mal mehr Ressourcen aufgewendet werden als für die Verpackung (Anonym 2009, Diers et al. 1999). Dies wiederum bedeutet, dass Alternativen zu den heute üblichen Verpackungen gleichwertige, an die verpackten Produkte angepasste, Eigenschaften aufweisen müssen. Eine Reduzierung von Plastik geht häufig mit kürzeren Haltbarkeiten einher oder die Logistik und der Verkauf müssen angepasst

werden. Beides kann zu höheren Lebensmittelverlusten bzw. höherem Ressourcenverbrauch führen. Daher ist Plastikvermeidung in zahlreichen Fällen schwierig und auch aus ökologischer Sicht nicht immer sinnvoll. Wenn schon nicht auf Kunststoffe verzichtet werden kann, dann stellt sich die Frage, aus welcher Quelle diese stammen sollen. Gegenwärtig werden 99 Masse-% der Kunststoffe noch aus fossilen Ressourcen (Erdöl, Erdgas) hergestellt (Skoczinski et al. 2020). Fossile Rohstoffe sind jedoch endlich. Für Erdöl und Erdgas wurde eine Endlichkeit („Statische Reichweite“) von 55 bis 85 Jahren für „Reserven“ abgeschätzt. (Christensen et al. 2017). Aus diesem Grund und auch zur Verbesserung der CO₂-Bilanz werden Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt. Mittlerweile können wichtige Standardkunststoffe, wie Polyethylen (PE), Polyamid (PA), Polypropylen (PP) und Polyethylenterephthalat (PET) ganz oder teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen produziert werden. Diese haben (normalerweise) die gleichen Eigenschaften wie die fossil basierten und können diese eins zu eins ersetzen. Sie werden deshalb als „Drop-in-Solution“ bezeichnet. Einige Vertreter dieser Kunststoffe werden nur aus nachwachsenden Rohstoffen produziert.

Eine Untermenge der Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ist auch biologisch abbaubar (siehe Abbildung 7-1). Für die biologische Abbaubarkeit gibt es verschiedene Normen und Prüfverfahren (Burgstaller et al. 2018). Daraus ergeben sich verschiedene Bezeichnungen für die biologische Abbaubarkeit: „biologisch abbaubar“, „industriell kompostierbar“, „gartenkompostierbar“, „biologisch abbaubar im Boden“ und weitere. Als ein Entsorgungsweg für biologisch abbaubare Kunststoffe wird die Umsetzung in industriellen Anlagen zur Vergärung und Erzeugung von Kompost angesehen. Von einigen interessierten Kreisen werden biologisch abbaubare Kunststoffe als eine Möglichkeit angesehen, die Akkumulation von Plastik in der Umwelt zu vermeiden. Die ökologische Sinnhaftigkeit der Verwendung von biobasierten Kunststoffen für Verpackungen wird in der Fachwelt und der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert und muss im Einzelfall bewertet werden, da sie von vielen Faktoren abhängt (Detzel et al. 2018). Der Begriff „biologisch abbaubar“ bezieht sich oft auf die biologische Umsetzung unter industriellen Bedingungen. Nach EN 13432 sollen biologisch abbaubare Kunststoffe nach 12 Wochen unter industriellen (bei ca. 60 °C) oder halbindustriellen Kompostierbedingungen desintegrieren und nach 180 Tagen zu 90 Masse-% in Kohlendioxid umgesetzt sein. In der öffentlichen Wahrnehmung wird „biologisch abbaubar“ mit biologischer Umsetzung in der Heimkompostierung bei geringeren Temperaturen als 60 °C und in der Umwelt verstanden. Da biologisch abbaubare Kunststoffe, die nach EN 13432 als „biologisch abbaubar“ bezeichnet werden, in der Umwelt in deutlich längeren Zeiträumen abbauen und die industrielle biologische Umsetzung statt in 12 Wochen in vielen Fällen in 2 bis 4 Wochen vonstattengeht und sichtbare Plastikreste im Kompost verbleiben, wird der Begriff „biologisch

abbaubar“ in der Öffentlichkeit und in Teilen der Fachwelt als „irreführend“ bezeichnet. Dies hat zur Entwicklung weiterer Testverfahren geführt, bei denen die Testbedingungen näher an realen Umweltbedingungen liegen, z.B. „biologisch abbaubar im Boden“ und „biologisch abbaubar in der marinen Umwelt“. Zu beachten ist, dass der biologische Abbau mit sinkenden Temperaturen langsamer verläuft. Eine weitere Kritik an „biologisch abbaubaren“ Polymeren ist, dass diese gegenwärtig nicht kompatibel mit deutschen Recyclingsystemen sind. Sie werden daher nach dem Verpackungsgesetz als nicht recycelbar angesehen und verbrannt, wenn sie bei den dualen Systemen anfallen. Technisch wäre es jedoch möglich diese Polymere „technisch zu recyceln“ und erneut zu verwenden. Dies wurde bereits für PLA eindrücklich gezeigt (Autorenkollektiv 2018). Auf Grund der geringen Mengen lohnt sich der Aufbau separater Verwertungsströme für solche Polymere für die dualen Systeme jedoch gegenwärtig nicht. Ein weiterer Aspekt, der bei „biologisch abbaubaren“ Polymeren separat bewertet werden muss ist die CO₂- und Ökobilanz. Im Rahmen des Projektes VerPlaPoS wurden diese Fragestellungen vom Institut für Akustik und Bauphysik IABP der Universität Stuttgart betrachtet (siehe Kapitel 4).



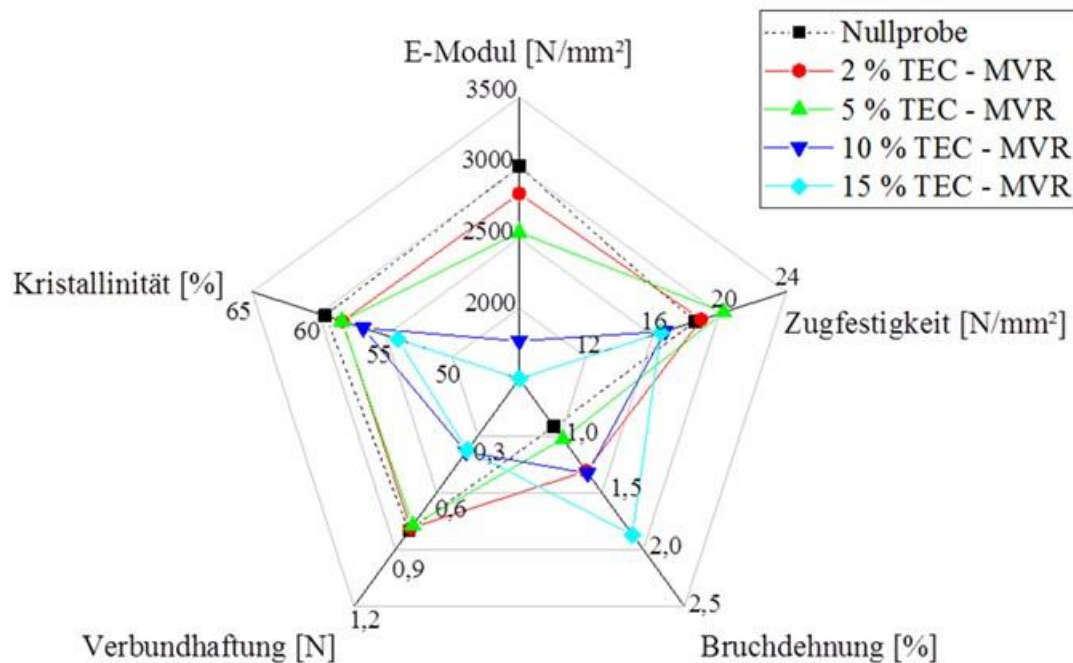
Quelle: nach Endres & Siebert-Raths 2015

Abbildung 7-1: Einteilung der Kunststoffe nach Rohstoffen und Bioabbaubarkeit

7.1 Entwicklung von alternativen, umweltabbaubaren Verpackungsmaterialien unter Anwendung von PHB, PHBV, PVOH, Wachs, Papier und Faserguss

Trotz der kontroversen Diskussion um „biologisch abbaubare“ Polymere wurde durch Fraunhofer IVV auch zu diesem Thema geforscht. Wesentliche Motivation war hierbei die Entwicklung von Verpackungen, die bei unsachgemäßem Umgang und regelwidriger Entsorgung in die Umwelt gelangen und dort abbauen. Dadurch soll die Ansammlung von (Mikro-)plastik in der Umwelt vermieden werden. Dieses Problem ist noch immer, besonders bei globaler Betrachtung, unbefriedigend gelöst. Darüber hinaus ist die schnelle biologische Abbaubarkeit bei Verpackungsmaterialien wünschenswert, die durch Fehlwürfe in den biologischen Abfall gelangen können. Dazu gehören beschichtete Service-Papiere. Unbeschichtete Papiere dürfen in den Bioabfall gegeben werden. Jedoch sind Beschichtungen für Laien in vielen Fällen nicht gut erkennbar. Mit Lebensmittelresten verschmutzte Papiere sollen nicht in das Papierrecycling gegeben werden. Hier kann es jedoch, statt zur vorgesehenen Entsorgung in den Restmüll, zu Fehlwürfen in den biologischen Abfall kommen.

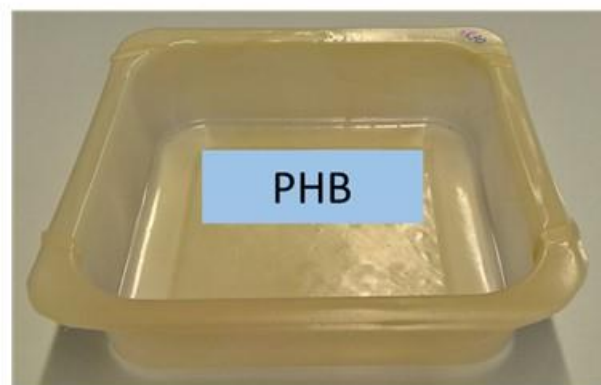
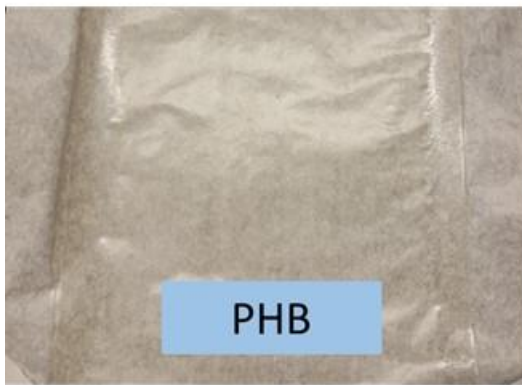
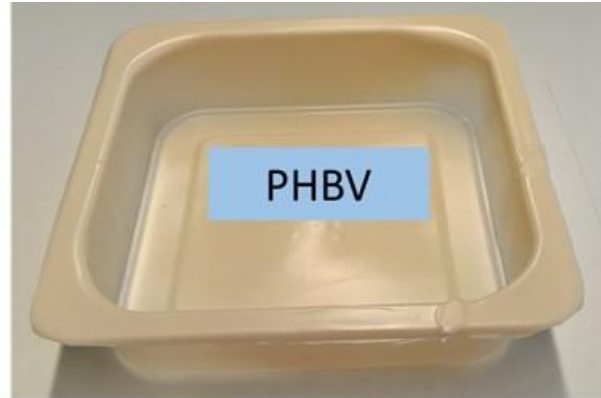
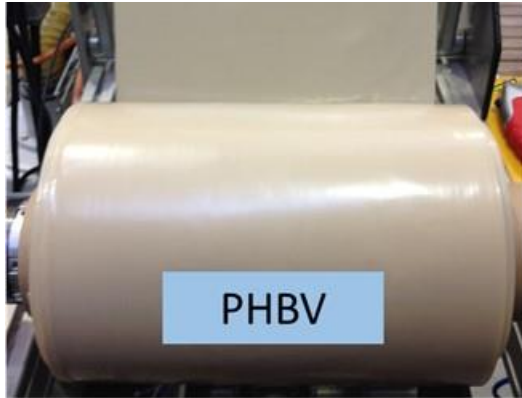
Eine besonders interessante Klasse der biologisch abbaubaren Polymere sind Polyhydroxyalkanoate (PHAs). Es handelt sich dabei um Polyester, die durch Bakterien gebildet und aus diesen extrahiert werden. Als Nahrung für die Bakterien dienen Kohlenstoffquellen, z.B. Zucker, Stärke, Fette. Quellen dafür können Reststoffe wie z.B. Schlachtabfälle und Koppelprodukte der Lebensmittelproduktion sein (Riedel 2020). Wettbewerb mit der Lebensmittelproduktion kann damit vermieden werden. Daher sind PHAs Gegenstand weltweiter, intensiver Forschungsarbeiten. Aufgrund ihres natürlichen Vorkommens in Bakterien ist eine gute biologische Abbaubarkeit von PHAs naheliegend, sowohl im Boden, als auch in Süß- und Meerwasser (Burgstaller et al. 2018). Eine Akkumulation von (Mikro-)plastik beim Eintrag in die Umwelt, wie bei vielen Standardkunststoffen, findet daher nicht statt. Naheliegend ist Mikroplastik als Zwischenstufe, die jedoch von Mikroorganismen (schnell) verstoffwechselt wird. Das Fraunhofer IVV hat im Rahmen des Projektes zwei Vertreter der PHAs, nämlich PHBV (Polyhydroxy-Butyrat-co-Valerat) und PHB (Polyhydroxybutyrat), ausgewählt und durch Modifikation mit Hilfe von lebensmittelkontaktauglichen Additiven sowohl die Verarbeitbarkeit als auch die für Verpackungen relevanten Eigenschaften weiterentwickelt (s. Abbildung 7-2) (Brüggemann 2018). Mit den am besten geeigneten Varianten wurden Folien, Schalen und Beschichtungen auf Papier in kleinem Maßstab hergestellt (s. Abbildung 7-3).



Quelle: Brüggemann 2018

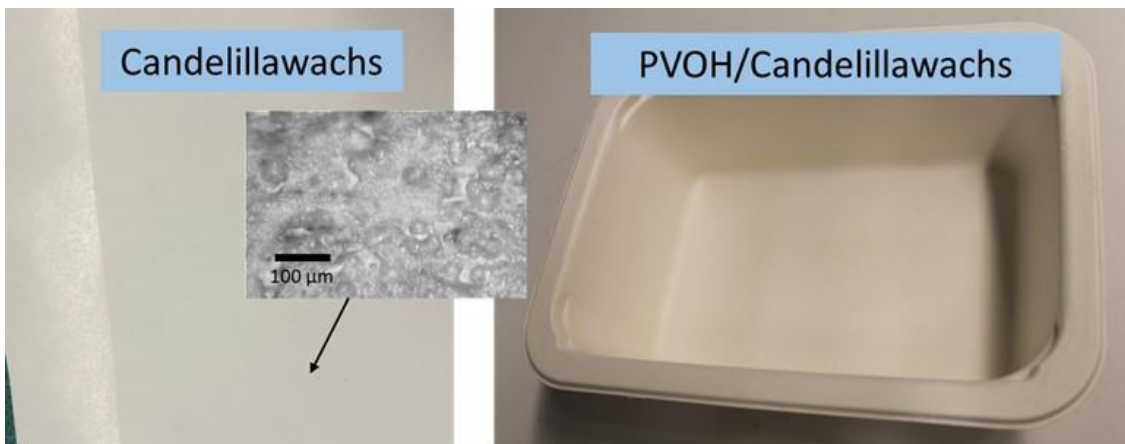
Abbildung 7-2: Veränderungen der Eigenschaften von PHBV durch Additivierung (am Beispiel Triethylcitrat, TEC). Die Werte für die Verbundhaftung beziehen sich auf Papierbeschichtungen

Durch Beschichtungen auf faserbasierten Verpackungen (Papier, Papp- oder Fasergusschalen) kann die Nutzung von konventionellem, auf fossilen Rohstoffen basierten, nicht biologisch abbaubarem Plastik vermieden werden, wenn auch bei geringen Schichtstärken der Polymere (z.B. 10 µm) die verpackungsrelevanten Eigenschaften erfüllt werden können. Da die mechanischen Eigenschaften über faserbasierte Materialien generiert werden, ist eine dünne Polymerschicht ausreichend. Biologisch abbaubare Beschichtungen sind insbesondere für Service- und „To-Go“- Verpackungen interessant, welche relativ häufig in die Umwelt gelangen. Neben den PHAs wurden auch Beschichtungen auf Basis von Polyvinylalkohol (PVOH) und Naturwachsen (z.B. Candelilla- und Bienenwachs) untersucht, welche als wässrige Dispersionen in sehr dünnen Schichten auf die Verpackungsmaterialien aufgebracht werden können (s. Abbildung 7-4). Beide können ebenfalls als gut bis sehr gut biologisch abbaubar angesehen werden.



Quelle: eigene Bilder

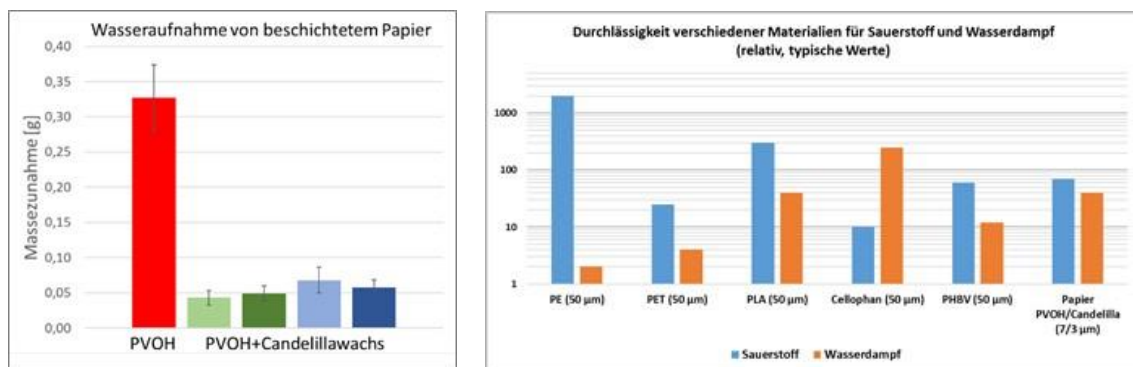
Abbildung 7-3: Am Fraunhofer IVV hergestellte Verpackungsvarianten mit Kunststoffen basierend auf PHB und PHBV



Quelle: eigene Bilder

Abbildung 7-4: Mit Naturwachs (Candelilla) bzw. PVOH und Wachs beschichtete faserbasierte Verpackungen (Insert: Wachs Oberfläche bei höherer Vergrößerung). Bereits mit geringen Dicken von ca. 10 µm (7 µm PVOH, 3 µm Candelillawachs) werden gute Barriereereigenschaften erreicht.

PVOH sorgt für die notwendige Sauerstoff- und Fettbarriere, die Wachse führen zu einer wasserabweisenden Oberfläche und bilden eine gute Wasserdampfbarriere. Im Vergleich mit gebräuchlichen, 50 µm dicken, Folien ist das beschichtete Papier in zahlreichen Fällen eine geeignete Alternative (s. Abbildung 7-5). Eine gute biologische Abbaubarkeit dieser Kombination ist ebenfalls gegeben, auch wenn PVOH (noch) aus fossilen Ressourcen hergestellt wird. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass mit PVOH beschichtetes Papier technisch gesehen gut recycelt werden kann (Geißler 2020). Dieses Ergebnis ist von besonderer Bedeutung, weil sowohl biologische Abbaubarkeit und Recycelbarkeit gegeben ist. Der Einfluss der Wachsbeschichtung auf die Recyclingfähigkeit muss noch untersucht werden. Es wird aber davon ausgegangen, dass die Papierfasern fast vollständig zurückgewonnen werden können, da die Wachsschicht nicht direkt mit dem Papier verbunden ist, sondern die (ausreichend wasserlösliche) PVOH-Schicht dazwischenliegt. Wenn, dann sind unter Umständen klebende Verunreinigungen, sogenannte Stickies, zu erwarten. Sie bilden sich durch das Wachs, welche im Recyclingprozess unerwünscht sind.



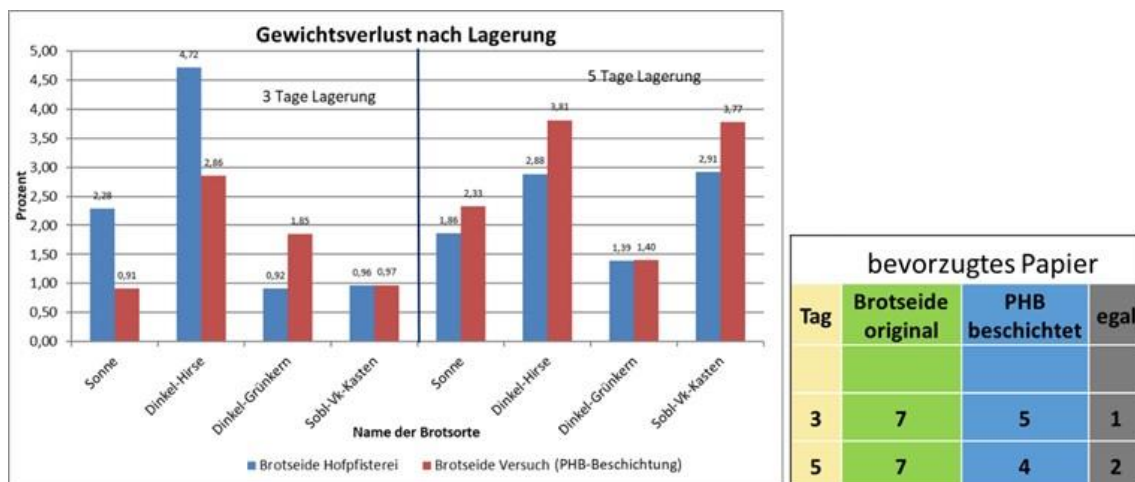
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 7-5: Links: Wasseraufnahme von beschichtetem Papier (Cobb60 Bestimmung). Die zusätzliche Beschichtung mit Candelillawachs reduziert die aufgenommene Wassermenge um ca. 80 %. Rechts: Barriereeigenschaften (typische Werte) im Vergleich.

Die von Fraunhofer IVV entwickelten beschichteten Papiere wurden beim Projektpartner Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH (Hopffisterei) als Einschlagpapier für Brote getestet. Für vergleichende Untersuchungen wurden die Brote in verschiedene Papiere und Folien eingewickelt und in bestimmten Abständen untersucht und sensorisch bewertet. Die optimierte Standardverpackung der Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH („Brotseite“) ist ein mit perforiertem Bio-PE (ca. 10 µm) beschichtetes Papier (ca. 30 g/m²). In Abbildung 7-6 ist der Gewichtsverlust der Brote bei Verwendung von Standard-Brotseite und mit PHB beschichtetem Papier dargestellt. Die Unterschiede sind relativ gering. Nach 3 Tagen schneidet das Versuchspapier

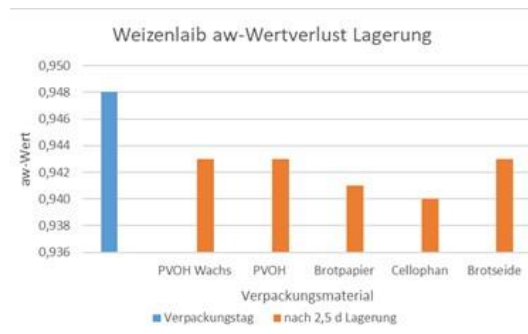
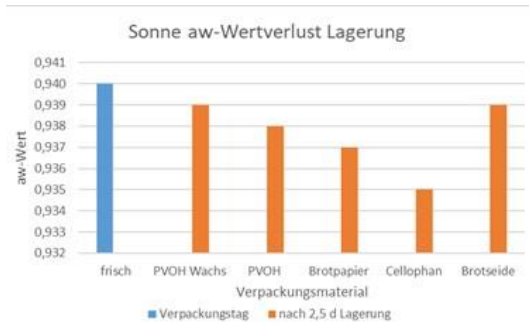
im Schnitt etwas besser ab, nach 5 Tagen ist es eher umgekehrt. Die sensorische Bewertung durch 13 Teilnehmer ergab leichte Vorteile für die Standard-Brotseite (s. Abbildung 7-6, rechts).

In gleicher Weise wurden weitere Einschlagverpackungen mit der original Brotseite verglichen. Die Ergebnisse der Messung der a_w -Werte (Wasseraktivität, Maß für verfügbares, ungebundenes oder locker gebundenes Wasser) sind in Abbildung 7-7 dargestellt. Man erkennt, dass die Cellophanfolie (30 μm) am schlechtesten abschneidet, etwas besser ist ein kommerzielles Brotpapier (mit Biobeschichtung, unbekannte Zusammensetzung). Das Papier mit PVOH- und Candelillawachs-Beschichtung ist in diesem Punkt der Hopffisterei-Brotseite ebenbürtig. Beim Gewichtsverlust (Abbildung 7-8) hatte allerdings die Brotseite insgesamt Vorteile, vor allem beim Weizenlaib. Bei der sensorischen Prüfung erhielten, bei allen Brotsorten, die in der original Brotseite verpackten Proben die beste Bewertung, gefolgt vom Papier mit PVOH-/Wachs-Beschichtung des Fraunhofer IVV. Cellophan schnitt auch hier am schlechtesten ab, da die Brote wegen mangelnder Wasserdampfbarriere sehr trocken wurden. In Abbildung 7-9 ist beispielhaft das Ergebnis für den Weizenlaib gezeigt.



Quelle: Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH

Abbildung 7-6: Gewichtsverlust verschiedener Brote nach 3 bzw. 5 Tagen Lagerung bei Verpackung in Standard-Brotseite und in PHB beschichtetem Papier (links). Ergebnis der sensorischen Bewertung der Brote durch 13 Teilnehmer.



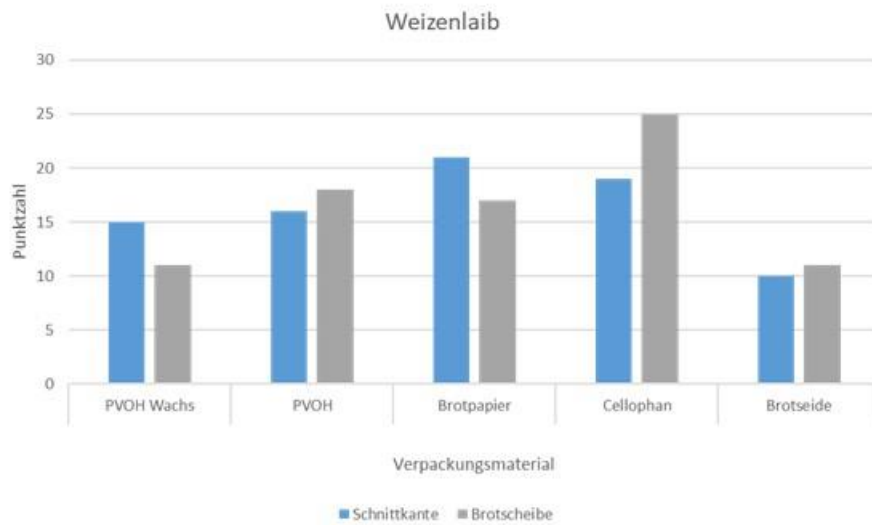
Quelle: Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH

Abbildung 7-7: aw-Werte von zwei Brotsorten, frisch und eingewickelt in verschiedenen Verpackungsmaterialien nach Lagerung (2,5 Tage)

		Sonne							Weizenlaib					
	Startgewicht: 1 d	2 d	% zum Startg ewicht	3 d	% zu Tag 2	% Tag 3 zum Start		Startgewicht: 1 d	2 d	% zum Startg ewicht	3 d	% zu Tag 2	% Tag 3 zum Start	
PVOH Wachs	549	547	0,36	540	1,28	1,64	Brotseide	598	595	0,50	592	0,50	1,00	
	547	542	0,91	536	1,11	2,01		510	508	0,39	506	0,39	0,78	
	607	603	0,66	600	0,50	1,15		525	523	0,38	520	0,57	0,95	
	518	515	0,58	512	0,58	1,16		609	606	0,49	603	0,50	0,99	
	Franken								Brotseide					
	535	530	0,93	527	0,57	1,50		563	560	0,53	559	0,18	0,71	
	566	561	0,88	557	0,71	1,59		571	568	0,53	568	0,00	0,53	
	550	546	0,73	537	1,65	2,36		544	541	0,55	538	0,55	1,10	
	525	520	0,95	518	0,38	1,33		538	536	0,37	536	0,00	0,37	
	SBVkk								Brotseide					
	548	545	0,55	544	0,18	0,73		515	514	0,19	514	0,00	0,19	
	570	568	0,35	566	0,35	0,70		568	566	0,35	567	-0,18	0,18	
Weizenlaib							Brotseide							
478	464	2,93	452	2,59	5,44	381	380	0,26	380	0,00	0,26			
480	476	0,83	472	0,84	1,67	464	462	0,43	459	0,65	1,08			
362	360	0,55	357	0,83	1,38	403	401	0,50	402	-0,25	0,25			
377	375	0,53	373	0,53	1,06	423	421	0,47	419	0,48	0,95			

Quelle: Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH

Abbildung 7-8: Gewichtsverlust verschiedener Brote nach 2 und 3 Tagen Lagerung bei Verpackung in einem vom Fraunhofer IVV entwickelten Papier mit PVOH-/Wachs-Beschichtung im Vergleich zur Standard-Brotseide



Quelle: Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH

Abbildung 7-9: Bewertung (je Einzelurteil jeweils mit Noten 1 - 6) der in verschiedene Verpackungen eingewickelten Weizenlaibproben nach 2,5 Tagen Lagerung. Je niedriger die Gesamtpunktzahl, desto besser

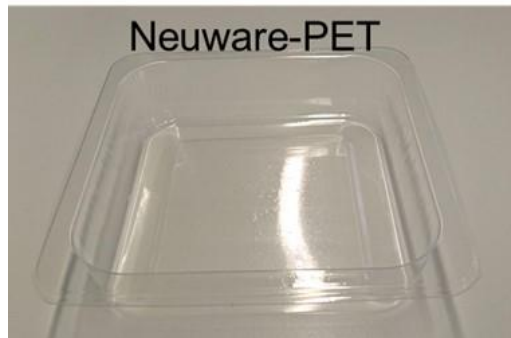
Als Fazit aus den Verpackungsversuchen bei der Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH lässt sich festhalten, dass sowohl mit PHB als auch mit PVOH/Candelillawachs beschichtetes Papier das Potential haben, eine gleichwertige Alternative für die Standard-Brotseide zu werden. Weitere Detailverbesserungen bei den Materialformulierungen und Beschichtungsverfahren sind aber noch notwendig.

Kunststoffe aus biogenen Rohstoffen, insbesondere solche mit guter biologischer Abbaubarkeit wie die PHAs, können einen Beitrag leisten die Umweltproblematik durch Eintrag von Plastikverpackungen in die Umwelt zu vermindern. Durch die Nutzbarkeit von Reststoff für deren Erzeugung können fossile Ressourcen geschont werden. Da es sich auch bei PHAs um Polymere handelt, werden diese das Polymeraufkommen nicht reduzieren können, da Polymere, egal ob biobasiert oder nicht, besonders in Lebensmittelverpackungen aus technofunktionellen Gründen oft notwendig sind. Daher müssen zum einen die Verwendung von Recyclingmaterial für neue Verpackungen forciert werden, als auch müssen neu in den Verkehr gebrachte Verpackungen recyclingfreundlich gestaltet werden, um sie möglichst lange im Materialkreislauf zu halten.

7.2 Schalen aus recyceltem PET

Das Fraunhofer IVV hat im Rahmen des Projekts Untersuchungen zur Wiederverwendung von PET-Rezyklat für Verpackungsfolien und Schalen durchgeführt. Das Material wurde von einem bayerischen Entsorger zur Verfügung gestellt und ist für die Verwendung im Lebensmitteldirektkontakt zugelassen (Kauertz & Detzel 2017). Es ließ sich relativ gut zu Folien extrudieren, allerdings waren dünne Folien mit Foliendicken unter 100 µm mit der Pilotanlage am IVV nicht in guter Qualität herstellbar. Im Vergleich dazu kann PET in Neuware-Qualität auf der gleichen Anlage mit ca. 20 µm Dicke extrudiert werden. Dies liegt daran, dass das Rezyklat aufgrund der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials und der Aufbereitung andere thermo-mechanische Eigenschaften (Schmelztemperatur, Schmelzviskosität, Schmelzestabilität, Dehnviskosität) als Neuware aufweist. Die Extrusion von dickeren Folien (einige hundert Mikrometer) war aber gut möglich. Um die Weiterverarbeitung zu Lebensmittelschalen zu untersuchen wurden ca. 400 µm dicke Folien sowohl aus Rezyklat als auch aus besonders geeignetem Neuware-PET hergestellt. In einem Thermoformprozess wurden daraus Schalen gefertigt (s. Abbildung 7-10). Dies war für beide Varianten problemlos möglich. Die Schalen aus Rezyklat sind aber etwas weniger (ca. 7 %) transparent und haben eine leicht gelbliche Verfärbung, was typisch für Recycling-PET (rPET) ist. Dies kann unter Umständen einen verminderten Frischeeindruck der darin verpackten Lebensmittel vermitteln. Inzwischen sind PET-Lebensmittelschalen mit hohen Anteilen an Recyclingmaterial (70 – 100 %) in vielfältigen Größen und Formen auf dem Markt verfügbar.

Durch die Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH wurden mit Müsli und Obazda in Schalen aus 100 % rPET Lagertests und sensorische Untersuchungen im Vergleich zu den Standardverpackungen (Müsli: Neuware-PET, Obazda: PP) durchgeführt. Die leicht gräuliche Farbe der Versuchsverpackungen (rPET) wurde zum Teil als störend empfunden. Das fällt mehr beim Obazda (Grundfarbe orange) als beim Müsli (Grundfarbe lila) auf. Des Weiteren ist das Müsli aus den Versuchsverpackungen etwas fester, trockener als bei den Originalverpackungen. Dies liegt eher an einer tendenziell etwas geringeren Wandstärke der rPET-Behälter als an den Materialeigenschaften. Beim Obazda wurde dieser Umstand weniger oft festgestellt, obwohl die Standardschale aus PP eine geringere Wasserdampfdurchlässigkeit als diejenige aus rPET aufweist. Insgesamt kann das Ersetzen der Schalen für Müsli und Obazda durch rPET-Varianten als durchaus zielführend angesehen werden.



Quelle: eigene Bilder

Abbildung 7-10: Am Fraunhofer IVV hergestellte Schalen aus Neuware- und Recycling-PET. Die aus 100 % Rezyklat bestehende Schale ist weniger transparent und hat eine gelbliche Verfärbung

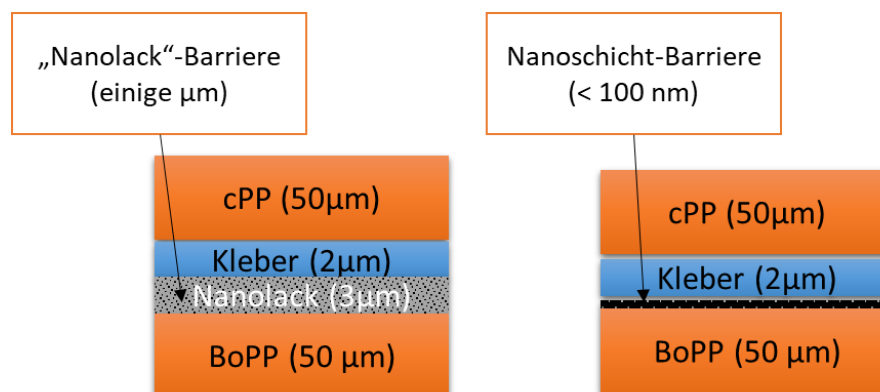
Der Einsatz von bereits heute verfügbarem Recyclingmaterial aus werkstofflicher Verwertung ist ein wichtiger Schritt in eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Allerdings existiert gegenwärtig lediglich für Recycling-PET, das mit zertifizierten Aufbereitungsverfahren hergestellt wird, eine Zulassung für die Verwendung im Direktkontakt mit Lebensmitteln von der EFSA (European Food Safety Authority) (Kauertz & Detzel 2017). De Facto wird dafür praktisch ausschließlich Material von PET-Getränkeflaschen verwendet. Prinzipiell wäre es aber möglich auch PET aus dem „gelben Sack“ für gewisse Lebensmittelanwendungen (kurze Lagerzeit, niedrige Temperaturen, z.B. Schalen für Fleisch, Obst, Gemüse), mit geringem Risiko für Migration von Verunreinigungen aus der Verpackung ins Lebensmittel, mit den vorhandenen Verfahren aufzubereiten. Für die Polyolefine (PE, PP) ist dies aufgrund der anderen Materialeigenschaften (Löslichkeit und Diffusion von Fremdstoffen) aktuell nicht in Sicht. Hier müssten funktionelle Barrieren, z.B. aus Siliziumoxid oder Aluminiumoxid, aufgebracht werden, um die Migration von unerwünschten Substanzen ins Lebensmittel zu verhindern (Welle 2020). Forschungsprojekte dazu sind bereits in Planung. Einigermaßen aussichtsreich wäre neben PET die Verwendung von Polystyrol-Rezyklat für einige Lebensmittelanwendungen, da dieses Material relativ inert gegenüber Kontamination ist (Welle 2020).

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt heißt das, dass ein großer Teil der Kunststoffe aus Primärverpackungen, die rezykliert werden, nicht wieder für Primärverpackungen (oder höchstens als Schicht, die keinen Kontakt zum Lebensmittel hat) verwendet werden kann. Es kann daher auf absehbare Zeit bei Lebensmittelprimärverpackungen nicht auf den Einsatz von Neuware-Kunststoffen verzichtet werden. Recyclingkunststoffe könnten aber gut für Sekundär- und Tertiärverpackungen verwendet werden, solange die Anwendungseigenschaften den Anforderungen entsprechen. Hier ist aber zu beachten, dass bei der werkstofflichen Verwertung Degradationsprozesse

auftreten können, die die Materialeigenschaften verschlechtern. Eine vielversprechende Technologie, Rezyklate verschiedener Kunststoffe in Neewarequalität herzustellen, wurde am Fraunhofer IVV entwickelt (CreaSolv® Prozess, <https://www.creacycle.de/de>). Das Verfahren wird gegenwärtig in den industriellen Maßstab überführt.

7.3 Design-for-Recycling bei Folien

Im Sinne einer recyclingfreundlichen Gestaltung („Design-for-Recycling“) von Verpackungsfolien arbeitet das Fraunhofer IVV an Lösungen, die die bisher oft eingesetzten Verbunde aus verschiedenen (Polymer-) Materialien, welche nicht oder nur mit viel Aufwand recycelt werden können, ersetzen können. Da aber ein einziges Material bekanntermaßen in vielen Fällen nicht die geforderten Barriereigenschaften aufweist, wird in einen Monomaterialverbund eine Sperrschicht für Gase und Wasserdampf integriert. Ein geeigneter Aufbau ist z.B. durch zwei Folien, welche aus unterschiedlichen Varianten von Polypropylen bestehen, mit dazwischen liegender Barrierschicht gegeben (s. Abbildung 7-11) (Kücükpınar & Schießl 2021). Wenn ein derartiger Verbund zu mindestens 95 % aus einer Plastiksorte besteht, wird er als recyclingfähig eingestuft (Plastics Recyclers Europe 2020). Dabei sind neben der Barrierschicht zahlreiche Herausforderungen zu lösen, wie Verbundhaftung, Siegelbarkeit, Bedruckbarkeit und Lauffähigkeit auf vorhandenen Verpackungsmaschinen.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 7-11: Monomaterial[™]-Laminat aus > 95% PP mit integrierter Barrierschicht (Barrierelack mit anorganischen Nanoplättchen (links), nanoskalige anorganische Schicht, z.B. Siliziumoxid oder Aluminiumoxid (rechts))

Ein anderer Ansatz zielt auf die einfache Trennbarkeit von Verbunden aus verschiedenen Kunststoffsorten ab. Dafür müssen Klebstoffe entwickelt werden, die durch einfache und energieeffiziente physikalische oder chemische Verfahren derart geschwächt werden können, dass die einzelnen Lagen der Verbunde leicht getrennt und als sortenreine Fraktionen recycelt werden können. Andererseits müssen diese Klebstoffe aber während der Nutzungsdauer der Verpackungen die notwendige Verbundhaftung gewährleisten. Dieses Thema ist auch Gegenstand aktueller Forschung am Fraunhofer IVV (Schlummer 2020).

7.4 Zusammenfassung

Im Projekt VerPlaPoS wurde vom Fraunhofer IVV der Plastikverbrauch im Bereich Lebensmittelverpackung analysiert. Großes Potential zur Vermeidung von Plastik wird vor allem bei den Primärverpackungen gesehen. Durch die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von Kunststoffen können fossile Ressourcen geschont werden, eine signifikante Reduzierung des Plastikaufkommens ist dadurch aber nicht zu erwarten. Interessant sind Polymere, die durch Mikroorganismen aus kohlenstoffhaltigen Reststoffen produziert werden können, wie z.B. die Polyhydroxyalkanoate (PHA). Zahlreiche Vertreter dieser Klasse zeichnen sich durch eine gute biologische Abbaubarkeit in der Umwelt (Boden, Süß- und Meerwasser) aus. Am Fraunhofer IVV wurden umfangreiche Untersuchungen zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit und der verpackungsrelevanten Eigenschaften dieser Materialien durchgeführt. Es konnten daraus erfolgreich Folien, Schalen und Papierbeschichtungen hergestellt werden. Funktionelle Beschichtungen auf faserbasierten Verpackungen (Papier, Schalen) wurden auch auf Basis von Polyvinylalkohol (PVOH) und Naturwachsen (Candelilla-, Bienenwachs) entwickelt, welche ebenfalls gut biologisch abbaubar sind. Dadurch lässt sich der Einsatz von Kunststoffen im Vergleich zu reinen Plastiklösungen deutlich reduzieren. Allerdings kann damit nur ein Teil der Verpackungsanwendungen abgedeckt werden. Die beschichteten Papiere wurden beim Projektpartner Ludwig Stocker Hofpfisterei GmbH für die Verpackung von Broten getestet und positiv als potentielle Alternativen zur gegenwärtig eingesetzten „Brotseide“ (mit Bio-PE beschichtetes Papier) bewertet.

Die Verwendbarkeit von recyceltem Plastik zur Herstellung von Folien und Schalen für Lebensmittel wurde ebenfalls untersucht. Mit einem typischen PET-Rezyklat wurden Versuche zur Extrudierbarkeit und Thermoformbarkeit durchgeführt, und die Verfahrensparameter optimiert. Während die Herstellung von dünnen Folien eine Herausforderung darstellte, konnten Folien mit Dicken von mehr als 100 µm gut extrudiert werden. Diese eigneten sich auch gut für die Thermoformung von Verpackungsschalen. Eine etwas geringere Transparenz und eine leichte Verfärbung im Vergleich zur Neuware

müssen beim Recycling-PET in Kauf genommen werden. Schalen aus 100 % rPET wurden bei der Ludwig Stocker Hofpfisterei GmbH als Verpackung von Müsli und Obazda getestet und als prinzipiell gut geeignet qualifiziert.

Generell großer Handlungsbedarf besteht in der recyclinggerechten Gestaltung der Verpackungen. Nur wenn es gelingt, die Verpackungsmaterialien möglichst sortenrein den verschiedenen Recyclingströmen zuzuführen, können sie lange im Materialkreislauf gehalten werden. Vielversprechende Strategien dafür werden in laufenden und geplanten Forschungsprojekten adressiert.

Ergänzung

Weitere, umfangreiche Projektergebnisse wurden publiziert, im Zwischenbericht und in Projektpräsentationen dargestellt. Auszug:

Sängerlaub, S.; Brüggemann, M.; Rodler, N.; Jost, V.; Bauer, K.D.: Extrusion coating of paper with poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) (PHBV)-Packaging related functional properties. (2019) Coatings, 9 (7), art. no. 457. DOI: 10.3390/coatings9070457

Sängerlaub, S.; Brüggemann, M.; Rodler, N.; Bauer, D.: Extrusion coating of paper with PHBV-an alternative to polyolefins? [Extrusionsbeschichtung von Papier mit PHBV - eine Alternative zu Polyolefinen?] (2019) Coating International, 52 (2), pp. 11-15

7.5 Literaturverzeichnis

Anonym (2009): Table for one the energy cost to feed one person, The Industry Council for Packaging and the Environment incpen, www.incpen.org, ISBN 1 901576 60 4, nach Koijman, 1996

Autorenkollektiv (2018): Verbundvorhaben: Nachhaltige Verwertungsstrategien für Produkte und Abfälle aus biobasierten Kunststoffen; Teilvorhaben 2, 3, 5: Recycling von biobasierten Werkstoffen, ökologische Bewertung zur Strategieentwicklung in Richtung hochwertiger Recyclingoptionen, Schlussbericht, Zuwendungsempfänger: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. für ihre Institute Fraunhofer UMSICHT, Fraunhofer IAP, Fraunhofer IVV und Fraunhofer WKI, Förderkennzeichen: 22031812, Laufzeit: 01.11.2014 bis 31.12.2017, Datum der Veröffentlichung: 25.06.2018

Brüggemann, M. (2018): Beschichtung von Papier mit Poly-(Hydroxybutyrate-Co-Hydroxyvalerate) (PHBV), Masterarbeit Technische Universität München, Lehrstuhl für Lebensmittelverpackungstechnik

- Burgstaller et al. (2018): Gutachten zur Behandlung biologisch abbaubarer Kunststoffe. TEXTE 57/2018, Projektnummer 93711 UBA-FB 002676, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
- Detzel, A.; Bodrogi, F.; Kauertz, B.; Bick, C.; Welle, F.; Schmid, M.; Schmitz, K.; Müller, K.; Käb, H. (2018): Biobasierte Kunststoffe als Verpackung von Lebensmitteln, ifeu Heidelberg, Fraunhofer IVV Freising, narocon Berlin
- Diers, A.; Langowski, H.-C.; Pannkoke, K.; Hop, R. (1999): Produkt-Ökobilanz vakuumverpackter Röstkaffee. LCA Documents, Vol. 3. ecomed-Verlag, Landsberg
- Endres, H.-J.; Siebert-Raths, A. (2015): IfBB, Definition der Biokunststoffe (Technische Biopolymere, Carl Hanser-Verlag)
- Christensen E. (verantwortlich) et al. (2017): ZAHLEN UND FAKTEN STROMERZEUGUNG 2017|2018, VGB PowerTech e.V., 45257 Essen, Deutschland, S.4
- Geißler, M. (2020): CORNET Projekt PAPERONICS (IGF-Vorhaben-Nr. 242 EBG), Papiertechnische Stiftung Heidenau, interne Kommunikation
- Kauertz, B.; Detzel, A. (2017): Verwendung und Recycling von PET in Deutschland, Eine Kurzstudie im Auftrag des NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V., ifeu Heidelberg
- Kücükpinar, E.; Schießl, S. (2021): CORNET Projekt BarriFlex (IGF-Vorhaben-Nr. 235 EBG), Fraunhofer IVV, interne Kommunikation
- Plastics Recyclers Europe (2020): RECYCLASS RECYCLABILITY METHODOLOGY Version 1.1 Published on November 30th 2020 [https://recyclclass.eu/wp-content/uploads/2020/12/RECYCLASS-RECYCLABILITY-METHODOLOGY_v.1.1.pdf; 15.03.2021]
- Riedel, S. (2020): Produktion von PHA Biopolymeren aus Rest und Seitenströmen, BIO.NRW.webinar 28.08.2020
- Schlummer, M. (2020): Systematische Untersuchung der Trennung der Komponenten von Barriere-Verpackungen zur werkstofflichen Verwertung hinsichtlich der Erfüllung der geforderten Recycling-Quoten (IGF-Vorhaben-Nr. 20082 N), Fraunhofer IVV
- Skoczinski P. et al. (2020): Bio-based Building Blocks and Polymers – Global Capacities, Production and Trends 2019 – 2024, nova-Institut GmbH 2020 [<http://www.bio-based.eu/reports>]
- Welle, F. (2020): Hemmnisse beim Einsatz von Rezyklaten in Lebensmittelverpackungen, VVD meets Freisinger Tage

8 Welchen Beitrag leisten Konsument*innen zur Reduktion von Verpackungen? Am Beispiel von Hemdchenbeuteln für Obst und Gemüse

Drechsel, Pia
Decker, Thomas
Menrad, Klaus

Mittels einer Feldstudie am Point of Sale wurde untersucht, ob und wie Verbraucher*innen einen Beitrag zur Reduzierung von konventionellen Kunststoffverpackungen leisten. Sehr gut mess- und umsetzbar ist dies beim Kauf von losem Obst und Gemüse, da die Konsumenten*innen sich aktiv für oder gegen eine Verpackung in Form von Hemdchenbeuteln, Mehrwegnetzen oder Ähnlichem entscheiden. An 26 Erhebungstagen wurden die Verbraucher*innen bei ihrem Kauf von Obst und Gemüse beobachtet und anschließend befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass mehr als 60% der Käufe bereits ohne Einwegverpackungen getätigt wurden. Zusätzlich konnten durchaus signifikante Parallelen zwischen Umwelteinstellung und nachhaltigen Kaufabsichten zu tatsächlichem Kaufverhalten gemessen werden.

8.1 Hintergrund

Verbraucher*innen spielen mit ihren Kaufentscheidungen eine entscheidende Rolle für den Plastikverbrauch in Deutschland. Komplette auf Plastik zu verzichten ist im Alltag kaum möglich. Dabei zeigt sich, dass sich Verbraucher*innen in einem Spannungsfeld bewegen: Auf der einen Seite steht der Wunsch nach Verzicht bzw. Reduzierung von Plastik und das Bedürfnis nach einem besseren ökologischen Verhalten. Auf der anderen Seite steht die Bequemlichkeit, der einfachere Transport und die Gewohnheit (Steenis et al. 2017).

Während die Deutschen in den letzten Jahren deutlich seltener zu Plastiktragetaschen greifen, bleibt die Verwendung der dünnen Plastikbeutel für Obst und Gemüse weit verbreitet. Hintergrund ist, dass viele Händler Kunststoff-Tragetaschen nicht mehr umsonst ausgeben, sondern Geld dafür verlangen (Tagesspiegel 2019). Die sogenannten Hemdchenbeutel sind in den Obst- und Gemüseabteilungen dagegen in der Regel kostenlos. Die kleinen Beutel sind auch von einer europäischen Richtlinie (94/62/EC;

EU2015/720) ausgenommen, die den Plastiktütenverbrauch auf dem Kontinent senken soll (Europäisches Parlament 2015).

Im vergangenen Jahr wurden in Deutschland etwas mehr als drei Milliarden dieser Hemdchenbeutel verbraucht (Tagesspiegel 2019). Dabei handelt es sich um eine äußerst kurzlebige Verpackung und genau darin steckt das große Dilemma: Verpackungen erfüllen wichtige Funktionen, sind aber oft ein reines „Wegwerfprodukt“. Die durchgeführte Studie nahm sich zum Ziel den Verbrauch von Hemdchenbeuteln näher zu untersuchen. Dabei sollen Erkenntnisse gewonnen werden, warum Konsument*innen zu diesen Beuteln greifen und nicht verpackungsfrei einkaufen oder eine wiederverwendbare Tragetasche nutzen. Zusätzlich wurde die Zahlungsbereitschaft für umweltfreundlichere Alternativen zu konventionellen Hemdchenbeuteln gemessen. Die Ergebnisse sollen der Reduzierung von Einweg-Plastikverpackungen dienen, alternative Materialien für Hemdchenbeutel auf ihre Verbraucher*innenakzeptanz testen und die Notwendigkeit der Nutzung dieser Beutel in das Bewusstsein der Verbraucher*innen rücken.

8.2 Methodik

Das Bewusstsein und die Wahrnehmung der Verbraucher*innen sind nur der Anfang eines Kaufentscheidungsprozesses. Eine positive Umwelteinstellung bedeutet nicht automatisch, dass eine Person auch nachhaltig kauft, da eine Kaufentscheidung in der Regel von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst wird (Grunert 2011). Die sogenannte "Lücke zwischen Einstellung und Verhalten" ist ein bekanntes Phänomen im Bereich des nachhaltigen Verbraucher*innenverhaltens, bei dem die positive Einstellung vieler Verbraucher*innen und die edlen Absichten, nachhaltig zu handeln, nicht in die Realität umgesetzt werden. Während die Forschung zu Einstellung und Verhaltensintentionen relativ umfangreich ist, mangelt es an Studien, die Einstellung und Intentionen mit tatsächlichem Kaufverhalten verknüpfen (Ketelsen et al. 2020).

Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Studie ein Praxistest von alternativen Verpackungslösungen für Hemdchenbeutel in Kombination mit Verbraucher*innenbefragungen in vier Einzelhandelsfilialen im Großraum Straubing durchgeführt. Im Zuge des Experimentes wurden in den teilnehmenden Filialen speziell zusammengestellte „Verpackungsinseln“ für Hemdchenbeutel, Papiertaschen und Mehrwegnetze konfiguriert.

Die Bestückung der Verpackungsinseln bzw. die Auswahl geeigneter Alternativen zu konventionellen Obst-/Gemüsebeuteln aus PE erfolgte zum einen anhand der am Markt verfügbaren Alternativen, zum anderen in

Anlehnung an die Matrix der Biokunststoffe. Diese klassifiziert Kunststoffe nach ihrer Rohstoffherkunft (fossil/nachwachsend) und ihrer biologischen Abbaubarkeit (Burgstaller et al. 2018).

Folgende Verpackungslösungen wurden im Test angeboten bzw. bei der Erhebung erfasst:



Quelle: eigene Aufnahme

Abbildung 8-1: PE Hemdchenbeutel

PE-Hemdchenbeutel (konventioneller Beutel)

PE (Polyethylen) ist derzeit der am häufigsten verwendete Kunststoff für diese dünnen Beutel. Er basiert auf Erdöl und ist zu 100% recycelbar, aber nicht biologisch abbaubar (kunststoffe.de o. J.)



Aufnahme; Logo Papier Mettler

Abbildung 8-2: PE I´m green Hemdchenbeutel

PE I´m green Hemdchenbeutel

Hemdchenbeutel aus PE I´m green bestehen zu mindestens 85% aus dem nachwachsenden Rohstoff Zuckerrohr. Verpackungen aus I'm green Material sind recyclingfähig, aber nicht biologisch abbaubar. Durch einen geringeren CO₂-Ausstoß, im Vergleich zu konventionellem PE, ist es klimaschonender. Das Material besitzt gleiche Eigenschaften wie konventionelles Polyethylen (Papier Mettler o. J.).



Quelle: eigene Aufnahme; Logo Weber Packaging o. J.

Abbildung 8-3: Hemdchenbeutel mit OK Compost Home Zertifizierung

Hemdchenbeutel mit „OK Compost HOME“-Siegel

Dieser Beutel besteht aus einem Verbundmaterial auf Basis fossiler und nachwachsender Rohstoffe. Er hebt sich durch seine milchige, leicht durchscheinende Textur von den Beuteln aus herkömmlichem PE ab. Der Materialmix ist mit dem Siegel 'OK Compost HOME' zertifiziert, da er aus biologisch abbaubaren Werkstoffen besteht und auch im heimischen Kompost kompostierbar ist (gem. EU-Norm EN 13423) (Weber Packaging o. J.)



Quelle: eigene
Aufnahme

Abbildung 8-4:
Kraftpapiertüte

Kraftpapiertüte

Kraftpapier ist ein Zellstoff, hergestellt aus nachwachsenden Rohstoffen (Holz). Es ist biologisch abbaubar und zu 100% recycelbar. Am besten werden diese Taschen über das Altpapier entsorgt, damit der Rohstoff wieder dem Kreislauf zugeführt wird. Die Papiertasche hat den Vorteil, dass sie gänzlich ohne Kunststoffe jeglicher Art auskommt, trotzdem ist sie bei dieser Materialauswahl nicht am umweltfreundlichsten, da der Rohstoffeinsatz/das Gewicht deutlich höher ist im Vergleich zu Kunststoffbeuteln (IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen 2020).

Zusätzlich zu den vorgestellten Einwegverpackungen wurden folgende Verpackungs-/Transportmöglichkeiten erfasst:



Quelle: eigene
Aufnahme

Abbildung 8-5:
Mehrwegnetz

Mehrwegnetz

Nahezu alle Supermärkte verkaufen mittlerweile Mehrwegnetze für Obst und Gemüse aus diversen Materialien. Die Mehrwegnetze des Handelskonzerns, in welchem die Studie durchgeführt wurde, bestehen aus stabilem Polyester-Mesh, können mehrfach wiederverwendet, gewaschen und recycelt werden.

Verpackungsfreier Kauf

Obst und Gemüse verpackungsfrei einzukaufen bedeutet im Rahmen dieses Experimentes, dass der Kunde die Waren lose in seinen Einkaufswagen oder lose in einen mitgebrachten Einkaufskorb, Jute-Beutel oder Ähnliches legt.

Die Preisedeklaration für die unterschiedlichen Einwegbeutel orientierten sich an den aktuellen Einkaufspreisen für Großmengen. Die Hemdchenbeutel aus konventionellem PE wurden, wie gewohnt, gratis angeboten. Für die

umweltfreundlicheren Alternativen bewegt sich der Preis zwischen 1 ct und bis zu 4 ct pro Beutel.



Quelle: eigene Aufnahme

Abbildung 8-6: Kollage Verpackungsinsel

Die Verbraucher*innenstudie wurde über sechs Wochen, von Ende Oktober bis Anfang Dezember 2020, in vier vergleichbaren Filialen eines großen Lebensmitteleinzelhandelsunternehmens im Großraum Straubing durchgeführt. Dazu waren zwei Forscherteams an durchschnittlich vier bis fünf Tagen pro Woche vor Ort. Dabei wurde mittels Beobachtung die gewählte Verpackungsart für unverpacktes Obst oder Gemüse erfasst und anschließend eine Befragung durchgeführt. Die Befragung fand dabei abseits der Obst- und Gemüseabteilung und erst nachdem der Kunde das Produkt/eine Verpackung in den Einkaufswagen/Korb gelegt hatte, statt. Evaluiert wurde anschließend, ob die abgefragten Umwelteinstellungen und nachhaltigen Kaufintentionen auch Rückschlüsse auf das tatsächliche Kaufverhalten zulassen.

8.3 Ergebnisse

Nach sechs Wochen (bzw. 26 Erhebungstagen) wurde die Studie geschlossen und die Beobachtungen und Befragungsergebnisse ausgewertet. Im Versuchszeitraum wurden insgesamt 3156 Beobachtungen erfasst und 485 Befragungen durchgeführt.

Folgendes Kaufverhalten von Obst und Gemüse konnte beobachtet werden:

Tabelle 8-1: Überblick der Beobachtungen beim Obst- und Gemüsekauf

Verpackungsmaterial	Anzahl der Konsument*innen	Aufgerufener Preis pro Beutel/Tasche
PE	713	gratis
PE I´m Green	144	0,01 €
OK Compost Home	307	0,04 €
Papier	98	0,04 €
Mehrwegnetz	184	
Verpackungsfrei	1710	

Quelle: eigene Erhebung

Die Beobachtungen als auch die Befragung zeigen, dass 56 Prozent der Verbraucher*innen, welche eine Einwegverpackung gewählt haben, zum gratis Hemdchenbeutel greifen. Nur ein kleiner Teil (rund 17 Prozent) der Verbraucher*innen war bereit, einen Aufpreis für eine umweltfreundliche Transportverpackung zu bezahlen. Bei einem überwiegenden Anteil der Konsument*innen besteht aber durchaus ein hohes Bewusstsein für diese unnötigen Plastiktütchen, sodass über 60% der beobachteten Konsumenten*innen ihr Obst oder Gemüse verpackungsfrei eingekauft haben oder eine selbst mitgebrachte Mehrwegverpackung (z.B. Jute-Beutel, Mehrwegnetze, Einkaufskorb) verwendet haben.

Nahm der Kunde/die Kundin an der anschließenden Befragung teil, wurde diese zusätzlich mit der jeweiligen Beobachtung/der gewählten Verpackung verknüpft, sodass Rückschlüsse zwischen den Angaben der Befragung und dem tatsächlichen Kaufverhalten gezogen werden konnten. Abgefragt wurde dabei die Selbsteinschätzung der Verbraucher*innen zu diversen Facetten des nachhaltigen, verpackungsfreien/-reduzierten Lebensmitteleinkaufs. Bewertet wurden diese Kriterien auf Multi-Item Skalen mit Ausprägungen von 1 = stimme gar nicht zu bis 7 = stimme voll und ganz zu.

Die Auswertung der Befragung zeigte, dass die Kundengruppe, welche ein Mehrwegnetz genutzt hat, die höchsten Werte für „Umweltbewusstsein“, „Achtsamkeit für nachhaltige Verpackungslösungen“ und „künftige Handlungsbereitschaft nachhaltig/verpackungsfrei einzukaufen“ besitzt. Diese Gruppe liegt bei allen erhobenen Werten vorn, sogar knapp vor den Konsumenten*innen, welche ihr Obst/Gemüse verpackungsfrei in einen eigenen Korb oder Einkaufswagen gelegt haben. Das obere Mittelfeld bilden

Konsumenten*innen, welche bereit waren, einen Aufpreis von 4 ct für eine Papiertasche oder einen Beutel aus dem OK Compost Material zu bezahlen. Mit deutlichem Abstand, vor allem bei ihrem Umweltbewusstsein und der zukünftigen Handlungsbereitschaft nachhaltig zu kaufen, folgen die beiden Gruppen, welche die Beutel aus zuckerrohrbasiertem PE (I´m Green) und konventionellem PE gewählt haben.

Tabelle 8-2: Überblick der gemachten Beobachtungen

Verpackungs-material	Umweltbewusstsein	Achtsamkeit für nachhaltige Verpackungen	zukünftige Handlungsbereitschaft	Geschlechterverteilung	Durchschnittsalter
PE	4,7	5,4	5,2	43% M 57% W	50 Jahre
PE I´m Green	5,3	5,6	5,4	29% M 71% W	56 Jahre
OK Compost Home	5,5	6,0	5,8	54% M 46% W	52 Jahre
Kraftpapier	5,4	5,7	5,9	24% M 76% W	51 Jahre
Mehrwegnetz	6,1	6,3	6,0	21% M 79% W	57 Jahre
Verpackungsfrei	5,8	6,1	5,9	33% M 67% W	46 Jahre

Quelle: eigene Erhebung

8.4 Zusammenfassung und Diskussion

Diese Studie zielt darauf ab, das Verständnis und die Reaktionen der Verbraucher*innen für nachhaltige Verpackungsmöglichkeiten zu verbessern bzw. das Bewusstsein für einen verpackungsfreien Einkauf von Obst und Gemüse zu steigern. Den Verbraucher*innen wurde in diesem Versuchsaufbau die Möglichkeit gegeben, aktiv einen Beitrag zur Reduzierung/Vermeidung des Einwegverpackungsaufkommens zu leisten, indem sie die Wahl zwischen einem konventionellen gratis PE-Beutel, diversen umweltfreundlicheren Verpackungslösungen, welche jedoch einen Aufpreis erforderten, oder einem verpackungsfreien Einkauf hatten.

Neben der Beobachtung des tatsächlichen Kaufverhaltens wurden Wahrnehmungs- und Einstellungsaspekte der Verbraucher*innen-entscheidung abgefragt. Die aktuelle Studie zeigt, dass die Einstellung der Verbraucher*innen in Bezug auf Verpackungen und auf Nachhaltigkeit sehr unterschiedlich ist, was sich auch sehr deutlich in ihrem Kaufverhalten widerspiegelt. Es konnte nachgewiesen werden, dass das Bewusstsein der aktuellen Umweltprobleme durch Verpackungen und eine positive Einstellung

zum Kauf von Produkten mit umweltfreundlichen Verpackungen eine signifikant positive Auswirkung auf das tatsächliche Kaufverhalten der Konsumenten*innen haben. Menschen mit höherem Umweltbewusstsein leisten einen aktiven Beitrag, indem sie Einweg-Plastikverpackungen häufiger meiden, verpackungsfrei einkaufen oder vermehrt einen eigenen Korb/ein Mehrwegnetz mitbringen.

Die hohe Anzahl der verpackungsfreien Einkäufe und der Käufe mit Mehrwegverpackungen zeigen, dass es durchaus möglich ist, eine Reduzierung dieser Einwegbeutel anzustreben, anstatt diese durch umweltfreundliche Alternativen zu ersetzen. Um Konsument*innen mit niedrigerem Umweltbewusstsein zu einer Reduktion der Einwegverpackungen zu führen, könnte die Bepreisung der Hemdchenbeutel, ähnlich wie bei Plastik-Tragetaschen, eine gute Möglichkeit sein, da die Zahlungsbereitschaft für Knotenbeutel als sehr gering angegeben wurde. Auch die Beobachtungen und Gespräche mit Konsument*innen am Point of Sale stützen diese Aussage. Wahrscheinlich werden viele Konsumenten*innen durch die Bepreisung dieser Hemdchenbeutel zum Umdenken angeregt und aktiv zu einem verpackungsfreien Einkaufen/zu einem Einkauf mit wiederverwendbaren Verpackungen angeregt.

8.5 Literaturverzeichnis

Burgstaller, M.; Potrykus, A.; Weißenbacher, J.; Kabasci, S.; Merrettig-Bruns, U.; Sayder, B. (2018): Gutachten zur Behandlung biologisch abbaubarer Kunststoffe. Hg. v. Umweltbundesamt (57/2018). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/18-07-25_abschlussbericht_bak_final_pb2.pdf_final_pb2.pdf, zuletzt geprüft am 18.02.2021.

Europäisches Parlament (2015): Richtlinie (EU) 2015/720 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG betreffend die Verringerung des Verbrauchs von leichten Kunststofftragetaschen. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/gesetz/richtlinie-eu-2015720-zur-aenderung-der-richtlinie-9462eg-betreffend-die-verringerung-des-verbra/>, zuletzt geprüft am 18.02.2021.

Grunert, Klaus G. (2011): Sustainability in the Food Sector: A Consumer Behaviour Perspective. In: Journal on Food System Dynamics 2 (3), S. 207–218. DOI: 10.18461/ijfsd.v2i3.232.

- IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen (2020): Klimaschutz mit Kunststoffverpackungen. Bad Homburg. Online verfügbar unter <https://kunststoffverpackungen.de/wp-content/uploads/2020/11/IK-Factsheet-Klimaschutz-2020-online.pdf>, zuletzt geprüft am 18.02.2021.
- Ketelsen, M.; Janssen, M.; Hamm, U. (2020): Consumers' response to environmentally-friendly food packaging - A systematic review. In: Journal of Cleaner Production 254. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120123.
- kunststoffe.de (o. J.): Polyethylen (PE). Online verfügbar unter <https://www.kunststoffe.de/a/grundlagenartikel/polyethylen-pe-254120>, zuletzt geprüft am 18.02.2021.
- Papier Mettler (o. J.): I'm green. Recyclingfähige Verpackungen aus nachwachsendem Rohstoff. Online verfügbar unter https://www.papier-mettler.com/de_nachhaltigkeit_nachhaltige-produkte_i-m-green.htm, zuletzt geprüft am 18.02.2021.
- Steenis, N. D.; van Herpen, E.; van der Lans, I. A.; Ligthart, T. N.; van Trijp, H. C. M. (2017): Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations. In: Journal of Cleaner Production 162 (20), S. 286–298. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.06.036.
- Tagesspiegel (2019): Deutsche packen Obst und Gemüse noch immer gern in Plastikbeutel. Mehr als drei Milliarden „Hemdchenbeutel“ pro Jahr. Online verfügbar unter <https://www.tagesspiegel.de/politik/mehr-als-drei-milliarden-hemdchenbeutel-pro-jahr-deutsche-packen-obst-und-gemuese-noch-immer-gern-in-plastikbeutel/24417624.html>, zuletzt geprüft am 18.02.2021.
- Weber Packaging (o. J.): OK compost HOME Beutel. Online verfügbar unter <https://www.weber-packaging.de/ok-compost-home>, zuletzt geprüft am 18.02.2021.

9 Der Einfluss von Verpackungen auf die Kauf- und Zahlungsbereitschaft von Snacktomaten

Drechsel, Pia
Decker, Thomas
Menrad, Klaus

Mittels eines Feldexperiments am Point of Sale wurde untersucht, ob und wie Verbraucher*innen alternative, nachhaltigere Verpackungslösungen für Tomaten wahrnehmen und auch wählen. Über einen Zeitraum von sechs Wochen wurden Verpackungslösungen aus Pappe, R-PET (Recycling PET), PLA (Biokunststoff) und konventionellem PET für Snacktomaten getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass 53 % der Verbraucher*innen zu nachhaltigen Verpackungslösungen greifen und dafür auch bereit sind, einen Mehrpreis zu bezahlen. Obwohl die Mehrheit der Verbraucher*innen eher Laienwissen über die Herstellung und Entsorgung der einzelnen Materialien hat, werden intuitiv umweltfreundliche Alternativen bevorzugt.

9.1 Hintergrund

Verpackungen sind beim Kauf von Lebensmitteln allgegenwärtig, da sie verschiedenste Funktionen erfüllen. Lebensmittelverpackungen dienen beispielsweise als Informations- und Kommunikationsmedium. Die wichtigste Aufgabe einer Lebensmittelverpackung besteht jedoch darin, das Produkt vor Beschädigungen, Verderb und Kontamination zu schützen – sei es beim Transport, der Lagerung oder während des Verkaufs (Lindh et al. 2016; Steenis et al. 2017).

Angesichts der massenhaften Verwendung aufgrund des günstigen Preises und der leichten Verarbeitung, aber vor allem durch ihre Langlebigkeit, werden Kunststoffe zu einem ökologischen Problem – vor allem dann, wenn sie z.B. durch ‚Littering‘ und unsachgemäße Deponierung in die Umwelt gelangen und nicht richtig entsorgt oder recycelt werden (Decker et al. 2019). Aber auch der Verbrauch von fossilen Rohstoffen, der Beitrag zur globalen Erwärmung und der Energieverbrauch tragen zu einer zunehmenden Umweltbelastung durch Verpackungen bei (Bovea et al. 2006).

Das Bewusstsein für diese negativen Umweltauswirkungen von Kunststoffverpackungen steigt bei Verbraucher*innen (Bemporad et al. 2012; UNEP 2005). Verbraucher*innen spielen darüber hinaus eine wichtige Rolle bei der Marktdurchdringung „umweltfreundlicher“ Verpackungsalternativen,

weil sie entscheiden, ob ein bestimmtes Produkt gekauft wird oder nicht. Vor diesem Hintergrund ist wichtig, die Wahrnehmung und Vorlieben der Verbraucher*innen zu kennen, damit Rückschlüsse auf eine Reduktion von Plastikverpackungen gezogen werden kann.

9.2 Methodik

Zur Beantwortung dieser Fragestellungen wurde ein Feldexperiment mit Verpackungstest in einer realen Kaufsituation im Lebensmitteleinzelhandel initiiert. Das Experiment wurde in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik u. Verpackung IVV, der Universität Stuttgart und drei Lebensmitteleinzelhandelsfilialen im Großraum Straubing konfiguriert. In dem Versuchszeitraum von sechs Wochen konnte der Konsument/die Konsumentin Snacktomaten in einer konventionellen PET-Schale erwerben. Zeitgleich wurden jeweils eine, insgesamt jedoch drei, umweltfreundlichere Verpackungslösungen angeboten. Die konventionelle Verpackung blieb über die sechs Wochen durchgängig konstant. Die alternative, nachhaltigere Verpackungslösung rotierte in einem Rhythmus von zwei Wochen. Abgesehen von den verwendeten Rohstoffen und Materialeigenschaften der Verpackungen waren alle verwendeten Tomatenschalen identisch etikettiert. Auch die Form und Größen der Verpackungen waren bestmöglich vergleichbar.

Dem Kunden/der Kundin wurde in einer realen Kaufsituation die Möglichkeit gegeben, das gleiche Produkt (Mini-Romatomen 250g) in unterschiedlichen Verpackungen zu kaufen. Dabei wurde er/sie nicht durch eine Laboratmosphäre oder einen Wissenschaftler/einer Wissenschaftlerin beeinflusst. Die Konsument*innen sollten frei entscheiden, ob sie die Tomaten kaufen und welche Verpackungslösung sie wählen. Im Zentrum der Erhebung stand nicht primär die Sinnhaftigkeit der eingesetzten Materialien, da beispielsweise die ökologische Vorteilhaftigkeit von Biokunststoffen stark diskutiert wird (Umweltbundesamt 2020), sondern die Willingness to Pay/to Act für alternative Verpackungen und ob Informationen zu den angebotenen Verpackungsmaterialien das Verbraucher*innenverhalten beeinflussen.

Neben der Messung der Verbraucher*innenreaktion (Kaufverhalten und Absatzzahlen) war die Einstellung der Konsument*innen wichtig, um die Bedeutung der Nachhaltigkeit im Verhältnis zu anderen Kaufkriterien und Kaufbarrieren herauszufinden. Diese Forschung ist für die Marktdurchdringung neuer Verpackungslösungen entscheidend, da sich nachhaltige Verpackungen häufig von konventionellen Verpackungen im Hinblick auf Performance, Optik und Preis unterscheiden. Aus diesem Grund wurden die Kunden*innen nach ihrem Kauf zusätzlich zu einer kurzen Befragung gebeten, um mehr über deren Kaufmotive und Hintergründe zum Kauf der Snacktomaten zu erfahren.

Bei der Auswahl der Verpackungsvarianten wurde auf verschiedene, nachhaltige Aspekte geachtet. Die Literatur, aber auch die Praxis zeigt, dass es keine einheitliche Definition für nachhaltige Verpackungen gibt und dass viele Synonyme wie „umweltfreundliche“, „ökologische“ und „grüne Verpackung“ (Prakash und Pathak 2017) in diesem Kontext auftreten. Steenis et al. (2017) definieren nachhaltige Verpackungen als „Verpackungen mit vergleichsweise geringen Umweltauswirkungen, gemessen anhand von Lebenszyklusbewertungsmodellen“. Han et al. (2018) verfolgen einen etwas breiteren Ansatz und decken drei Ebenen ab: Rohstoffe, Produktionsprozesse und Abfallwirtschaft. In Bezug auf Rohstoffe befürworten die Autoren die Verwendung von recycelten Materialien und nachwachsenden Rohstoffen, um den Verbrauch und die Umweltbelastung durch Erdöl zu verringern. Umweltfreundliche Verpackungen sollten zudem energieeffizient hergestellt und so leicht und dünn wie möglich sein. Am Ende ihres Lebenszyklusses sollten Verpackungen biologisch abbaubar sein, wiederverwendet oder recycelt werden können (Han et al. 2018).

Zur Auswahl der möglichen Alternativmaterialien orientierte sich der Versuchsaufbau an dem Ansatz von Han et al. (2018). In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IVV wurden diverse Materialien in Betracht gezogen, welche einen vergleichbaren Produktschutz bieten und entweder aus recycelten Materialien oder nachwachsenden Rohstoffen hergestellt wurden oder am Ende ihres Lebenszyklusses biologisch abbaubar sind oder recycelt werden können. Darüber hinaus wurden nur Verpackungslösungen in Betracht gezogen, welche auch für den direkten Lebensmittelkontakt zugelassen sind, den Produktschutz sicherstellen und in vergleichbaren Packungsgrößen verfügbar waren. Um auch dem Ansatz von Steenis et al. (2017) gerecht zu werden, wurde für alle getesteten Materialien auch eine holistische Ökobilanz (DIN EN ISO 14040, 2009; DIN EN ISO 14044, 2006) erstellt.

In den Praxistest wurden folgende Materialien/Verpackungslösungen aufgenommen:



Quelle: eigene Aufnahme

Abbildung 9-1:
PET-Schale

PET-Schale (konventionelle Verpackung)

PET ist derzeit der am häufigsten verwendete Kunststoff für Schalen. Es basiert auf Erdöl und ist zu 100 % recycelbar, aber nicht biologisch abbaubar (AGVU - Arbeitsgemeinschaft Verpackung + Umwelt e.V. 2020).



Quelle: eigene Aufnahme

Abbildung 9-2:
Recycling PET-
Schale

R-PET

R-PET ist PET, welches in aller Regel aus recycelten PET-Flaschen hergestellt wurde. Es ist ebenfalls zu 100 % recycelbar (AGVU - Arbeitsgemeinschaft Verpackung + Umwelt e.V. 2020).



Quelle: eigene Aufnahme

Abbildung 9-3:
PLA-Schale

PLA

PLA ist nach DIN EN 13432 ein biologisch abbaubarer Kunststoff, welcher zusätzlich aus nachwachsenden Rohstoffen (Glukosemasse) gewonnen wird (Umweltbundesamt 2020).

Eine mögliche wiederverwertbare Eigenschaft wurde im Experiment nicht erwähnt, da dieser Biokunststoff in Deutschland bisher kaum recycelt wird. Ebenfalls ist die biologische Abbaubarkeit umstritten. PLA baut sich in der Umwelt zwar deutlich schneller ab als herkömmliche Kunststoffe, trotzdem sollte es nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen. Auch für die Kompostierung in industriellen Kompostieranlagen ist der Zersetzungsprozess meist zu langsam (Umweltbundesamt 2020)



Quelle: eigene Aufnahme

Abbildung 9-4:
Papp-Schachtel

Papp-Schachtel

Pappe ist ein Zellstoff, hergestellt aus nachwachsenden Rohstoffen (Holz). Sie ist biologisch abbaubar und zu 100 % recycelbar. Am besten wird Pappe mit dem Altpapier entsorgt, damit es wieder dem Kreislauf zugeführt werden kann (AGVU 2018).

Die Papp-Schachtel ist in diesem Experiment laut Ökobilanz die umweltfreundlichste Alternative, welche auch gänzlich ohne Kunststoffe jeglicher Art auskommt. Diese Verpackungslösung hat jedoch auch einen großen Nachteil: Die Sichtbarkeit des Produktes ist nicht gegeben.

Das Reallabor wurde für sechs Wochen, von Ende Oktober bis Anfang Dezember 2020, in drei vergleichbaren Filialen eines großen Lebensmitteleinzelhandelsunternehmens im Großraum Straubing installiert. Umgepackt wurden dabei Mini-Romatomen 250g aus Marokko, welche zu diesem Zeitpunkt die meistverkauften Snacktomaten im mittleren Preissegment waren. Die unverbindliche Preisempfehlung für diese Tomaten in einer 250g PET-Schale wurde von dem Lebensmittelunternehmen mit 1,27€ angegeben. Dieser Preis wurde im Experiment für die konventionelle PET-Schale übernommen, die nachhaltigen Verpackungsalternativen kosteten im Einkauf 10-12ct je Schale mehr. Im Experiment wurde deshalb für R-PET, PLA und die Papp-Verpackung ein Preis von 1,38€ aufgerufen.



Quelle: eigene Aufnahme

Abbildung 9-5: Regalplatzierung der umgepackten Snacktomaten mit Hinweisschild

Im Versuchszeitraum wurden zwei bis drei Mal pro Woche die angelieferten Snacktomaten in die ausgewählten Versuchsverpackungen umgepackt, etikettiert und die Regalbestände aufgefüllt. So konnten Out-of-Stock Situationen im Versuchszeitraum vermieden werden. Die Messung der Absatzzahlen erfolgte durch so genannte PLU-Nummern (englisch: price look-up codes), welche extra für das Experiment bei der Regionalniederlassung des Lebensmittelhandelsunternehmens beantragt wurden. Zusätzlich wurden

an durchschnittlich zwei Tagen pro Woche die Konsument*innen, welche ein Produkt aus dem Versuchsaufbau gewählt hatten, vor Ort befragt. Die Befragung fand dabei abseits der Obst- und Gemüseabteilung statt und erst nachdem der Kunde/die Kundin das Produkt in den Einkaufswagen gelegt hatte, damit die Kunden*innen während des Einkaufens nicht durch die Forscher*innen beeinflusst wurden.

9.3 Ergebnis

Nach sechs Wochen wurde das Experiment am Point of Sale abgeschlossen und die Absatzzahlen und Befragungsergebnisse ausgewertet. Im Versuchszeitraum wurden insgesamt 1.470 Verpackungseinheiten der Mini-Romatomen 250g verkauft. Davon wurden 698 Schalen mit einer konventionellen PET-Schale verkauft und 772 Einheiten mit einer der umweltfreundlicheren Verpackungslösungen. Dies entspricht einem Verhältnis von 47 % zu 53 % und zeigt, dass Verbraucher*innen durchaus bereit sind, 11ct mehr für eine umweltfreundliche Alternative zu bezahlen.

Die drei Alternativen wurden dabei nahezu gleich gut angenommen. Die Absatzmenge der Tomaten in der PLA-Schale betrug 264 Stück, dicht gefolgt von der Papp-Schale mit 262 Stück und 246 Stück in der Schale aus R-PET. Die veränderten Regalschilder mit zusätzlichen Information zum Verpackungsrohstoff zeigten dabei keinen spürbaren Anstieg in den Absatzmengen der nachhaltigen Verpackungslösungen.

Die zusätzliche Befragung ergab einen sehr deutlichen Verpackungsfavoriten: Die Konsument*innen bewerteten die angebotenen Verpackungslösungen nach dem Schulnotenprinzip (1 sehr gut – 6 ungenügend) und gaben zusätzlich ihre Zahlungsbereitschaft für die jeweilige Tomatenpackung an. Die beiden konventionellen Kunststoffe PET und auch R-PET schnitten dabei am schlechtesten ab, mit Noten von 4,3 und 3,8 sowie einer durchschnittlichen Zahlungsbereitschaft für eine Schale 250g Mini-Romatomen von 1,66€ und 2,00€. Deutlich besser wird die Bewertung für den Biokunststoff PLA, welcher mit einer durchschnittlichen Note von 2,8 bewertet wurde. Die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft für Tomaten in dieser Verpackungslösung stieg an auf 2,15 €. Favorit bei den Befragungsteilnehmer*innen war trotz der mangelnden Transparenz die Papp-Verpackung mit einem Gesamturteil von 2,4. Dabei stieg die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft auf 2,38 € an.

Tabelle 9-1: Überblick der Absatzzahlen und Bewertungen zu den Verpackungslösungen für Tomaten

Verpackungs- material	Aufgerufe- ner Preis (inkl. 250g Mini-Roma- tomaten)	Absatzmenge während des Versuchs- zeitraumes	Gesamt- bewertung	Zah- lungs- bereit- schaft
PET	1,27 €	698 ST	4,3	1,66 €
R-PET	1,38 €	246 ST	3,8	2,00 €
PLA	1,38 €	264 ST	2,8	2,15 €
Pappe	1,38 €	262 ST	2,4	2,38 €

Quelle: Eigene Erhebung

Die Ergebnisse der Befragung zeigten auch, dass die Eigenschaften der Verpackung (Art der Verpackung, Produktsichtbarkeit, ob überhaupt verpackt/unverpackt) und der Preis bei der Produktauswahl von Tomaten eine eher untergeordnete Rolle spielen. Als die drei wichtigsten Entscheidungskriterien wurden der Geschmack, die Qualität und die Produktherkunft genannt.

9.4 Zusammenfassung und Diskussion

Die Ergebnisse dieser Feldstudie zeigen, dass ein großer Teil der Verbraucher*innen bereit ist, durch eine aktive Kaufentscheidung einen nachhaltigen Beitrag zur Vermeidung von Plastikverpackungen zu leisten - auch wenn dies einen Aufpreis verlangt. Im Alltag fehlt aber häufig das Wissen und es stehen meist keine nachhaltigen Verpackungsalternativen zur Verfügung, da herkömmlicher Kunststoff für Händler und Hersteller aufgrund der Stabilität, Langlebigkeit und aufgrund des niedrigen Preises oft die erste Wahl bei Verpackungslösungen ist (Heidbreder et al. 2019).

Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Verbraucher*innen durchaus Interesse an biologisch abbaubaren Kunststoffen (im Experiment: PLA) zeigen und diese den konventionellen Kunststoffen vorziehen. Damit die abbaubaren Kunststoffe den Weg in die Massenproduktion finden und tatsächlich ökonomisch interessant werden, ist aber auch die Politik gefragt: Die biologische Abbaubarkeit ist sicher sinnvoll, falls die Verpackungen unkontrolliert in die Umwelt gelangen, aber durch die Zersetzung gehen wichtige Ressourcen verloren. Aufgrund fehlender Recyclingkapazitäten und wegen zu geringer Mengenströme werden diese derzeit größtenteils über den Restmüll entsorgt, anstatt der Wiederverwertung zugeführt. Besser wäre eine Kreislaufwirtschaft, in der diese Materialien recycelt werden.

Neben politischen Entscheidungen ist auch weitere Forschung nötig, damit Handlungsbarrieren auch auf Seiten der Hersteller und Händler identifiziert und überwunden werden können.

9.5 Literaturverzeichnis

- AGVU - Arbeitsgemeinschaft Verpackung + Umwelt e.V. (2018): Papier-Pappe-Karton (PPK). Online verfügbar unter <https://www.agvu.de/de/papier-pappe-karton-ppk-138/>, zuletzt geprüft am 19.02.2021.
- AGVU - Arbeitsgemeinschaft Verpackung + Umwelt e.V. (2020): Polyethylenterephthalat (PET). Online verfügbar unter <https://www.agvu.de/de/polyethylenterephthalat-pet-144/>, zuletzt geprüft am 19.02.2021.
- Bemporad, R.; Hebard, A.; Bressler, D. (2012): Re:Thinking Consumption-Consumers and the Future of Sustainability. Hg. v. GlobeScan and SustainAbility.
- Bovea, M. D.; Serrano, J.; Bruscas, G. M.; Gallardo, A. (2006): Application of life cycle assessment to improve the environmental performance of a ceramic tile packaging system. In: *Packaging Technology and Science* 19 (2), S. 83–95. DOI: 10.1002/pts.711.
- Decker, T.; Lippl, M.; Menrad, K.; Habermehl, T.; Krieg, H.; van den Adel, F. et al. (2019): Plastikverpackungen in der Lebensmittelindustrie. Eine Analyse aus Sicht von VerbraucherInnen, Industrie und Handel.
- DIN EN ISO 14040, 2009: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen.
- DIN EN ISO 14044, 2006: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen.
- Han, J.-W.; Ruiz-Garcia, L.; Qian, J.-P.; Yang, X.-T (2018): Food Packaging. A Comprehensive Review and Future Trends. In: *Food Science and Food Safety* 17 (4), S. 860–877. DOI: 10.1111/1541-4337.12343.
- Heidbreder, L.; Bablok, I.; Drews, S.; Menzel, C. (2019): Tackling the plastic problem: A review on perceptions, behaviors, and interventions. In: *Science of the Total Environment*. Online verfügbar unter 10.1016/j.scitotenv.2019.02.437.
- Lindh, H.; Williams, H.; Olsson, A.; Wikström, F. (2016): Elucidating the indirect contributions of packaging to sustainable development. A terminology of packaging functions and features. In: *Packaging Technology and Science* 29 (4-5), S. 225–246. DOI: 10.1002/pts.2197.
- Prakash, G.; Pathak, P. (2017): Intention to buy eco-friendly packaged products among young consumers of India: A study on developing nation. In: *Journal of Cleaner Production* 141 (10), S. 385–393. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.09.116.

Steenis, N. D.; van Herpen, E.; van der Lans, I. A.; Ligthart, T. N.; van Trijp, H. C. M. (2017): Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations. In: Journal of Cleaner Production 162 (20), S. 286–298. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.06.036.

Umweltbundesamt (2020): Biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe>, zuletzt geprüft am 16.02.2021.

UNEP (Hg.) (2005): Talk the Walk: Advancing Sustainable Lifestyles through Marketing and Communications.

10 Prozessoptimierung in der textilen Lieferkette zur Reduzierung von Verpackungen

Koch, Julia
Tornow, Maren
Frommeyer, Britta
von Gehlen, Kristina
Schewe, Gerhard

Das folgende Kapitel ist ein gekürzter Auszug aus dem Business Case „Eine betriebswirtschaftliche Analyse des Vermeidungspotentials von Kunststoffverpackungen innerhalb der textilen Lieferkette“. Die ausführliche Version ist abrufbar unter www.fatm.de.

10.1 Einleitung

In der textilen Lieferkette fallen eine Vielzahl an Verpackungen an (Frommeyer et al. 2019a). Die Verpackungen erfüllen hierbei notwendige Transport-, Informations- und Schutzfunktionen (VerpackG 2017; Kaßmann 2014).



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Frommeyer et al. (2019a); Plastikatlas (2019), eigene Erhebungen

Abbildung 10-1: Verwendung von Verpackungen in der textilen Lieferkette

In Abbildung 10-1 werden die verwendeten Verpackungen auf den verschiedenen Verarbeitungsstufen der textilen Lieferkette verdeutlicht (Frommeyer et al. 2019a).

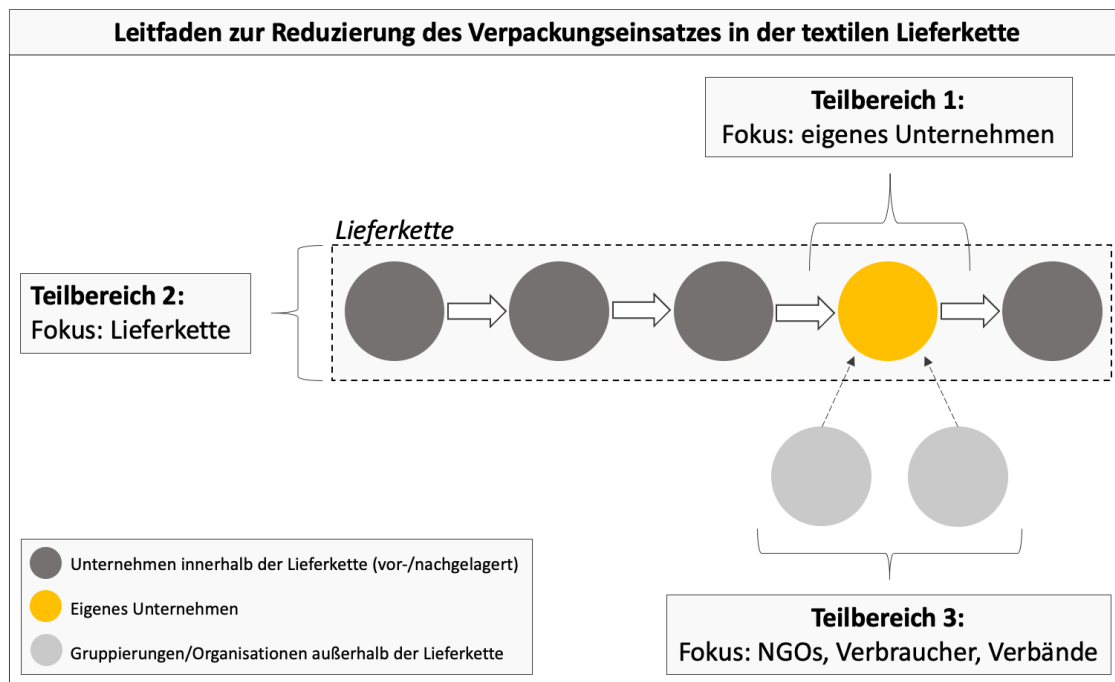
Unterschiedliche Anforderungen, fehlende Vorgaben und Informationsasymmetrien können zwischen den Akteuren zu einem überhöhten Verpackungsaufkommen führen (Frommeyer et al. 2019a). Weiterhin werden Verpackungen in der Lieferkette von bestehenden Leitfäden und Zertifizierungen nur eingeschränkt thematisiert und fokussieren sich nicht auf operative Handlungsempfehlungen, wie Unternehmen ihren Verpackungseinsatz aktiv reduzieren können (vgl. z. B. GRI Standard 2020a, 2020b; Global Organic Textile Standard 2020; OEKO-Tex 2020; OECD 2020).

Aufgrund dessen wird im vorliegenden Bericht ein umfassender Leitfaden präsentiert. Dieser soll als Grundlage dienen, das Verpackungsaufkommen im eigenen Unternehmen und der eigenen Lieferkette zu analysieren sowie überschüssige Verpackungen zu identifizieren. Abschließend werden konkrete Handlungsempfehlungen zur Prozessoptimierung von Verpackungsaufkommen in der textilen Lieferkette aufgezeigt.

10.2 Leitfaden zur Verpackungsreduzierung

Der Leitfaden zur Verpackungsreduzierung in der textilen Lieferkette besteht aus drei einzelnen Teilbereichen, die jeweils auch unabhängig voneinander genutzt werden können. Der *erste Teilbereich* bezieht sich auf die Verpackungen, die im eigenen Unternehmen anfallen. Der *zweite Teilbereich* bezieht sich auf das Verpackungsaufkommen in der gesamten Lieferkette und hilft dabei, das Verpackungsaufkommen bei Lieferanten⁴ und Händlern zu erfassen. Der *dritte Teilbereich* bezieht sich auf die Reduzierungsoptionen in Zusammenarbeit mit verschiedenen weiteren Stakeholdern. In Abbildung 10-2 wird der Leitfaden, aufgeteilt in seine Teilbereiche, dargestellt.

⁴ Die Bezeichnung juristischer Personen wie bspw. Händler, Hersteller, Anbieter richtet sich nach dem grammatischen Geschlecht des Bezugswortes.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 10-2: Übersicht der Teilbereiche des Leitfadens zur Verpackungsreduzierung in der textilen Lieferkette

Teilbereich 1 – Bestimmung des Verpackungsaufkommens im Unternehmen

Eine strategische Verankerung für Nachhaltigkeitsziele bei Unternehmen ist wichtig, um eine Verpackungsreduzierung zu ermöglichen. Insbesondere die Geschäftsführung und das Management sind dafür verantwortlich, dass die beteiligten Akteure geschult werden und genügend Ressourcen zur Verfügung stehen, um eine langfristige Reduktion des Verpackungsaufkommens erreichen zu können (Gardas et al. 2019). Anhand von Experteninterviews, Standortbesichtigungen sowie der Orientierung an bestehenden Leitfäden und Zertifizierungen wurde *Teilbereich 1* des Leitfadens entwickelt. Im ersten Abschnitt finden sich Fragen zur Nachhaltigkeitsstrategie bezüglich Kunststoffverpackungen, um die grundsätzliche Ausrichtung des eigenen Unternehmens und bereits existierende Bestrebungen zur Verpackungsreduktion zu erfassen. Im zweiten Abschnitt befinden sich Fragen zur Verpackungsauswahl durch das Unternehmen. So kann die Menge und die bisher getroffene Auswahl genutzter Verpackungen ermittelt werden. Im letzten Abschnitt sind Fragen nach Einsparmöglichkeiten und deren Realisierung enthalten. Diese dienen zur Ideengenerierung um Verpackungs-

material einzusparen und Zulieferer mit einzubeziehen. Detaillierte Informationen bezüglich des ersten Teilbereichs des Fragebogens befinden sich im oben genannten Business Case.

Teilbereich 2 – Bestimmung des Verpackungsaufkommens in der gesamten Lieferkette

Bezüglich der textilen Lieferkette wurden unter anderem Zulieferer, Hersteller, Konfektionäre, Logistikdienstleister und Händler als bedeutende Stakeholder identifiziert (EURATEX 2004). Eine Reduzierung und der effizientere Einsatz von Verpackungen über die gesamte Lieferkette hinweg kann Vorteile, wie eine Kostenreduzierung durch verminderten Verbrauch oder eine effizientere Logistik, mit sich bringen. Jedoch muss diese Optimierung gemeinsam mit den Stakeholdern sowie mit den bereitgestellten Ressourcen ermöglicht werden.

Einen zentralen Ansatzpunkt zur Prozessoptimierung entlang der Lieferkette bieten Kollaboration und Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Akteuren. Auch im Hinblick auf umweltbezogene Informationen ist der Austausch entlang der Lieferkette von Bedeutung (Khan et al. 2016; Roy & Whelan 1992; Vachon & Klassen 2008). Dieser kann zwischen Händlern und Zulieferern in der textilen Lieferkette bspw. in Form eines Kataloges mit Nachhaltigkeitskriterien oder durch die Unterzeichnung einer Nachhaltigkeitserklärung erfolgen. Allerdings zeigen eigene Recherchen, dass Absprachen zwischen den Akteuren hinsichtlich der Kollaboration und des Informationsaustauschs zur Verpackungsreduktion gegenwärtig kaum existieren. Unternehmen sollten daher ihre gesamte Liefer- und Wertschöpfungskette schrittweise untersuchen. Dazu müssen zunächst Informationen über die Lieferkette gebündelt werden, um so bestehende Informationsdefizite aufdecken zu können und den ineffizient hohen Einsatz von Verpackungsmaterialien, der durch mangelnde Kommunikation und Informationsasymmetrien zwischen Partnern verschiedener Stufen existiert, zu verhindern.

Im Hinblick auf die Verantwortung für den Verpackungseinsatz zeigt sich, dass sich Textilhersteller oftmals nicht als Verursacher des Kunststoffeinsatzes sehen und die Verantwortung den Händlern zuweisen. Diese hingegen betonen, dass die Anforderungen durch die Hersteller vorgegeben werden (Frommeyer et al. 2019a; Frommeyer et al. 2019b). Aus dieser beidseitigen Zuweisung von Verantwortung wird ersichtlich, dass die Kommunikation entlang der Lieferkette verbessert werden muss und die Akteure gemeinsam Verpackungslösungen erarbeiten müssen. Nur so kann das für eine nachhaltige Lieferkette notwendige Verständnis auf den vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen aufgebaut werden (Seuring & Müller

2008). Auch bei den Verbraucher*innen bestehen oftmals Informationsdefizite, da sie im Geschäft nur schwer zwischen nachhaltig und konventionell hergestellten Produkten unterscheiden können (Sarkis et al. 2011). Die für alle Akteure der Wertschöpfungskette entstehenden Informationsasymmetrien werden durch die physische und kulturelle Entfernung zwischen den global verteilten Akteuren zusätzlich verstärkt (Sarkis et al. 2011). Eine Hilfestellung zur Erfassung von Informationsdefiziten bietet *Teilbereich 2* des Fragebogens (siehe Business Case), bei dem die aktuelle Lieferkette des Unternehmens möglichst vollständig durch eine Analyse von Akteuren, Verpackungen und Kommunikation entlang der gesamten Lieferkette abgebildet werden kann. Um detaillierte Informationen zu erhalten, sollte der Fragebogen direkt an sämtliche Partner entlang der Lieferkette versandt werden.

Teilbereich 3 – Analyse des Potentials zur Zusammenarbeit mit verschiedenen Stakeholdern zur Reduzierung von Verpackungen

Zusätzlich zur internen Analyse des Unternehmens sollte erfasst werden, welcher Austausch mit Endverbraucher*innen und NGOs zum Thema Verpackungen bereits besteht. Anschließend kann das Unternehmen Möglichkeiten identifizieren, wie der Kontakt zu Verbraucher*innen und NGOs hergestellt oder ausgebaut werden kann, um das Interesse der Verbraucher*innen in Kunststoffreduzierung und -recycling zu steigern. Für die systematische Erarbeitung dieser Aspekte eignet sich *Teilbereich 3* des Leitfadens zur Verpackungsreduzierung in der textilen Lieferkette. Dieser beinhaltet unter anderem Elemente, um bestehenden Austausch und Kontaktmöglichkeiten über Verpackungen sowie Verbesserungen der bestehenden Konzeptideen zu beschreiben. Diese können dann auf Umsetzung, Kosten und Chancen bewertet werden. Der vollständige *Teilbereich 3* des Fragebogens befindet sich im oben genannten Business Case.

10.3 Operative Handlungsempfehlungen zur Verpackungsreduzierung

Anhand der expliziten Informationserfassung des Leitfadens und der Abbildung des Status Quo können Einsparpotenziale von Verpackungsmaterialien aufgedeckt und in Kosten-Nutzen-Analysen betrachtet werden. Der Leitfaden thematisiert dabei explizit Verpackungen in der textilen Lieferkette. Basierend auf den Erkenntnissen aus Interviews und Standortbesichtigungen werden zudem operative Handlungsempfehlungen gegeben, die sich kurz- oder langfristig umsetzen lassen.

Kurzfristig umsetzbar ist die Überprüfung der Einsparungsmöglichkeiten von Verpackungen, bspw. ob Umreifungsbänder notwendig sind. Weiterhin kann Stretchfolie sparsamer verwendet und auf Füllmaterial verzichtet werden. Auch empfiehlt es sich, Kommissionierungs- und Umverpackungsschritte zu optimieren, um unnötige Verpackungen zu vermeiden. Wenn eine Vermeidung der Verpackung nicht möglich ist, sollte auf deren Recyclingfähigkeit geachtet werden. Zur Verbesserung der Recyclingfähigkeit kann beispielsweise bei der Verwendung von Pappkartons auf Papierklebeband zurückgegriffen werden und bei der Verwendung von Polybags auf eine Bedruckung oder die Verwendung von Aufklebern aus Papier verzichtet werden. Zudem sollte recyceltes Material verwendet werden. Möglich sind hier zum Beispiel die Verwendung von Polybags, Versandtaschen und Stretchfolie aus recyceltem Kunststoff. Weiterhin empfiehlt es sich, einheitliche Vorgaben zur Verpackungsverwendung und Qualität der Verpackungen einzuführen, beispielsweise in Form eines Handbuchs für die Lieferanten.

Bezüglich **mittel- und langfristigen Handlungsempfehlungen** sollte die Verpackungsreduzierung in den Unternehmenszielen verankert werden. Beispielsweise kann ein Kreislaufprinzip implementiert werden, bei dem Mehrweg-Transportboxen und Mehrweg-Versandtaschen eingesetzt werden. Auch kann langfristig eine Reduktion des Verpackungsaufkommens durch die Zusammenlegung von Prozessschritten und die Nutzung von mehrstufigen Betrieben realisiert werden. Zusätzlich wird die Kommunikation mit vor- und nachgelagerten Stufen anhand des Leitfadens, sowie die Kollaboration mit NGOs, Verbänden und Verbraucher*innen empfohlen.

Insgesamt zeigt sich, dass bei den verschiedenen kurz- und langfristigen Maßnahmen sowohl einmalige als auch fortlaufende Kosten entstehen, z.B. in Form von Investitions- oder Materialkosten. Jedoch stehen diesen Vorteile gegenüber, wie beispielsweise eine Kostenreduktion durch die Einsparung von Verpackungsmaterial. Weiterhin kann bei einer stärkeren Zusammenarbeit mit den vor- und nachgelagerten Stufen in der Lieferkette die Kunden- und Lieferantenbindung verstärkt werden. Der verantwortungsvolle Umgang mit Verpackungen kann zu einem positiven Image von Unternehmen führen. Dies kann bspw. etabliert werden, wenn das Unternehmen strategisch sichtbar, z.B. durch Informationen auf der Website oder durch CSR-Berichte, eine Vermeidung von Kunststoffabfällen durch umweltfreundliche und sparsame Verpackungslösungen implementiert.

10.4 Literaturverzeichnis

EURATEX (2004): European Technology Platform for the future of textiles and clothing: A vision for 2020. Brüssel.

- Frommeyer, B.; von Gehlen, K.; Koch, J.; Schmiemann, L.; Schewe, G. (2019a): Kunststoffverpackungen in der textilen Lieferkette. Forschungsbericht.
- Frommeyer, B.; Koch, J.; von Gehlen, K.; Schmitt, P.; Schewe, G.; Habermehl, T.; Lippl, M.; Decker, T.; Lorenz, M. (2019b): Plastikverpackungen in der textilen Lieferkette: Eine Analyse aus Sicht von VerbraucherInnen, Industrie und Handel. Diskussionspapier.
- Gardas, B, B.; Raut, R. D.; Narkhede, B. (2019): Identifying critical success factors to facilitate reusable plastic packaging towards sustainable supply chain management; in: Journal of environmental management 236, S. 81–92. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.01.113.
- Global Organic Textile Standard (2020): Global Organic Textile Standard. Version 6.0. [https://www.global-standard.org/images/resource-library/documents/standard-and-manual/gots_version_6_0_en1.pdf; 05.02.2021].
- GRI Standard (2020a): GRI 306: Abfall. [<https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-german-translations/>; 11.03.2021].
- GRI Standard (2020b): GRI 414: Soziale Bewertung der Lieferanten. [<https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-german-translations/>; .03.2021].
- Kaßmann, M. (Hrsg.) (2014): Grundlagen der Verpackung. Leitfaden für die fächerübergreifende Verpackungsausbildung, Berlin.
- Khan, M.; Hussain, M.; Saber, H. M. (2016): Information sharing in a sustainable supply chain, in: International Journal of Production Economics 181, S. 208–214. DOI: 10.1016/j.ijpe.2016.04.010.
- OECD (2020): OECD-Leitfaden für Due Diligence zur Förderung verantwortungsvoller Lieferketten in der Bekleidungs- und Schuhwarenbranche. [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/oecd-leitfaden-fur-die-erfullung-der-sorgfaltspflicht-zur-forderung-verantwortungsvoller-lieferketten-in-der-bekleidungs-und-schuhwarenindustrie_9789264304536-de; 11.03.2021].
- OEKO-Tex (2020): MADE IN GREEN by OEKO-TEX®. [<https://www.oeko-tex.com/de/unsere-standards/made-in-green-by-oeko-tex>; 05.02.2021].
- Plastikatlas (2019): PlastikAtlas 2019 Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff. [https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/chemie/chemie_plastikatlas_2019.pdf; 20.08.2019].

- Roy, R.; Whelan, R. C. (1992): Successful recycling through value-chain collaboration,in: Long Range Planning 25 (4), S. 62–71. DOI: 10.1016/0024-6301(92)90009-Q.
- Sarkis, J.; Zhu, Q.; Lai, K.-H.(2011): An organizational theoretic review of green supply chain management literature,in: International Journal of Production Economics 130 (1), S. 1–15. DOI: 10.1016/j.ijpe.2010.11.010.
- Seuring, S.; Müller, M. (2008): From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management,in: Journal of Cleaner Production 16 (15), S. 1699–1710. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.04.020.
- Vachon, S.; Klassen, R. D. (2008): Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain,in: International Journal of Production Economics 111 (2), S. 299–315. DOI: 10.1016/j.ijpe.2006.11.030.
- VerpackG. (2017): Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen vom 5. Juli 2017.

11 Betriebswirtschaftliche Analyse von Mehrwegverpackungen in der textilen Lieferkette

Tornow, Maren
Koch, Julia
Frommeyer, Britta
von Gehlen, Kristina
Schewe, Gerhard

Das folgende Kapitel ist ein gekürzter Auszug aus dem Business Case „Eine betriebswirtschaftliche Analyse des Vermeidungspotentials von Kunststoffverpackungen innerhalb der textilen Lieferkette“. Die ausführliche Version ist abrufbar unter www.fatm.de.

11.1 Eigenschaften von Mehrwegverpackungen

Mehrwegverpackungen, beispielsweise Mehrwegboxen, können mehrfach für denselben Zweck ohne funktionelle Einbußen wiederverwendet werden (Mevissen 1996; Birk 1999; VerpackG 2017). Sie stellen daher einen sinnvollen Ansatzpunkt zur Kunststoffreduktion dar und können sowohl im Versand als auch zur Warenverteilung auf vorgelagerten Stufen der Lieferkette eingesetzt werden. Für eine reibungslose Nutzung innerhalb der teilweise stark automatisierten Prozesse bestehen einige grundlegende Anforderungen. Um die nötige hohe Stabilität für die Mehrfachnutzung zu gewährleisten sind Mehrwegverpackungen mehrheitlich aus Kunststoff, wie Polypropylen (PP), hergestellt. Auch sollte das verwendete Material sortenrein sein, damit es recycelbar ist. Wichtig ist auch, dass die Verpackungen repariert, gereinigt und verschlossen werden können. In der Lieferkette zwischen Herstellern⁵ und Händlern (B2B) ist es relevant, dass eine Kompatibilität mit dem Europalettengrundmaß besteht und sie luftdicht und nachverfolgbar sind. Außerdem ist im Versand zu Verbraucher*innen (B2C) über den Online-Handel wichtig, dass die Mehrwegverpackungen einen Diebstahlschutz aufweisen.

⁵ Die Bezeichnung juristischer Personen wie bspw. Händler, Hersteller, Anbieter richtet sich nach dem grammatischen Geschlecht des Bezugswortes.

Die Nutzung von Mehrwegverpackungen lässt sich ohne die Konzeption eines Mehrwegverpackungssystems nicht umsetzen (Mevissen 1996). Erst durch die Verwendung in einem Mehrwegsystem können sie zur Vermeidung von Verpackungsabfällen beitragen (Lange 1998). Die Rückführlogistik, ohne die eine Wiederverwendung nicht möglich ist, beinhaltet die Rückführung, Reinigung, Instandsetzung sowie Zwischenlagerung der Mehrwegverpackungen und sorgt für ihre erneute Bereitstellung beim Abpacker, um in einem neuen Verwendungskreislauf genutzt werden zu können (Lange 1998; Becker 1995). Wie das Mehrwegverpackungssystem ausgestaltet sein muss, ist immer, wie auch die spezifische Gestaltung der Mehrwegbox an sich, von der jeweiligen Branche sowie dem speziellen Verwendungszweck abhängig (Lange 1998).

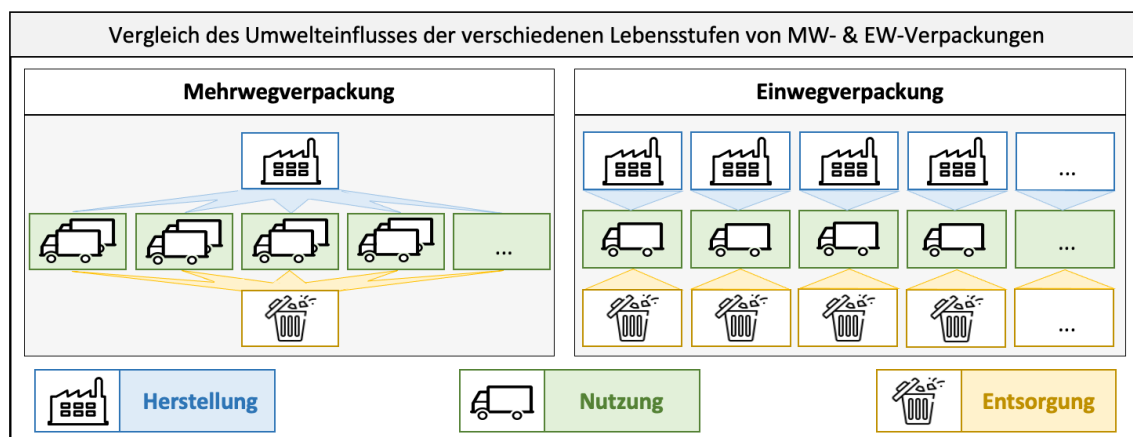
11.2 Einsparpotenzial und Abgrenzung der Mehrwegverpackung zur Einweg-Kartonage

Mehrwegverpackungen führen zu einer direkten Einsparung von Kartonagen, Kunststoff-Versandtaschen sowie deren Verschluss- und Sicherungstechnik. Im Anschluss an die Nutzungsphase können sie meist besser recycelt werden als Pappkartonagen, da diese aufgrund der Nutzung von Klebeband aus Kunststoff für den Recyclingprozess häufig ungeeignet sind. Ein Verzicht auf Polybags innerhalb der Mehrwegbox wird aktuell uneinheitlich bewertet. Ein möglicher Verzicht ist abhängig von den Entfernungen, die die Textilien in der Mehrwegverpackung zurücklegen müssen, sowie von den Kund*innenanforderungen. So erschweren die langen Wege vom Produzenten in Asien bis nach Europa den Verzicht auf Polybags. Auch die Erwartungen vieler Händler oder Verbraucher*innen im Versand von online bestellten Textilien sind ausschlaggebend dafür, dass auf den Einsatz der Polybags nicht verzichtet werden kann (Tornow & Schewe 2021).

Der wesentliche Unterschied hinsichtlich der entstehenden Kosten und Umweltwirkung zwischen Einweg- und Mehrwegsystemen liegt darin begründet, dass Mehrwegverpackungen mehrfache Wiederverwendung finden und Einwegverpackungen im Gegensatz dazu nicht. Für die Anschaffung von Mehrwegverpackungen fallen aufgrund der Wiederverwendung in seltenen Abständen höhere Kosten an, die bei Einwegverpackungen je Einheit deutlich geringer sind, dafür aber über die Zeit in wesentlich größerer Menge notwendig werden. Bei der Verwendung

von Mehrwegverpackungen stehen dem zusätzliche Kosten für das Rückführlogistiksystem gegenüber.⁶

Für einen Vergleich der Umweltwirkung zwischen beiden Verpackungsformen ist die Betrachtung der gesamten Lebensdauer der Mehrwegverpackung aufgrund ihrer Wiederverwendung nicht zielführend. Vielmehr muss ihr anteiliger Einfluss pro Nutzung dem Umwelteinfluss der Einwegverpackung gegenübergestellt werden (s. Abbildung 11-1). Während jeder Einwegverpackung ihr Umwelteinfluss direkt zugerechnet werden kann, wird die Umweltwirkung der Mehrwegverpackung insgesamt durch verschiedene Punkte beeinflusst: Der Umwelteinfluss von Herstellung und Entsorgung nimmt mit jedem weiteren Umlauf ab, da er auf die steigende Anzahl von Nutzungen verteilt wird. Im Vergleich dazu nimmt, mit einer steigenden Umlaufhäufigkeit, der Umwelteinfluss des Rückführlogistiksystems zu. Je länger und häufiger die Mehrwegverpackung genutzt wird, desto stärker wird ihr Gesamtumwelteinfluss durch die Umweltwirkung der Nutzung beeinflusst (Mevissen 1996; Jansen und Külpmann 1997). Dieser Aspekt muss zwingend bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.



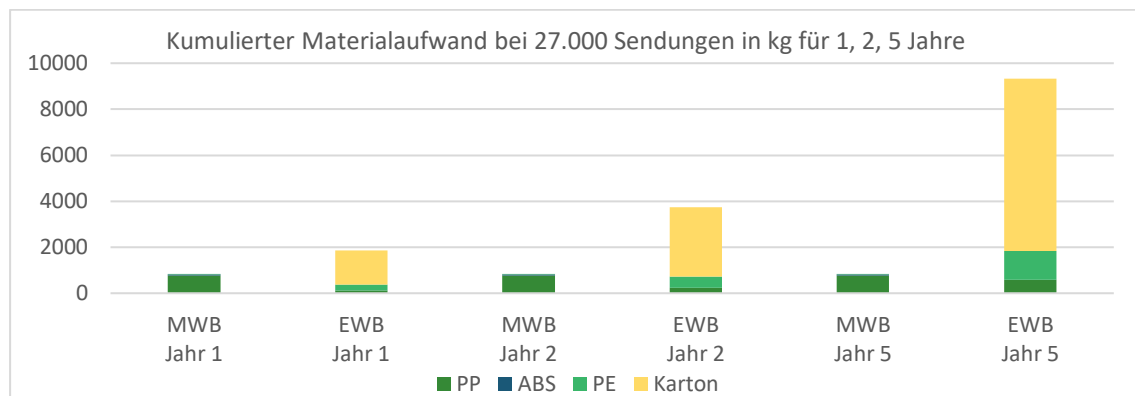
Quelle: Tornow & Schewe (2021)

Abbildung 11-1: Vergleich des Umwelteinflusses von Einweg- und Mehrwegverpackungen

Eine ökobilanzielle Betrachtung zeigt, dass bei der Verwendung von jeweils neuen Einwegverpackungen insgesamt deutlich mehr Verpackungsmaterial anfällt. Aufgrund der bei Kartonagen notwendigen Packhilfsmittel, ist auch im

⁶ Weiterführende Informationen dazu finden sich in im oben genannten Business Case.

Paketversand die eingesetzte Kunststoffmenge bereits nach wenigen Jahren bei der Verwendung von Mehrwegverpackungen geringer als bei Einwegverpackungen. Betrachtet man den Materialaufwand im Verlauf der Jahre, wird deutlich, dass der Verpackungsmaterialeinsatz der Einwegverpackung stark ansteigt, während der Materialaufwand der Mehrwegverpackung konstant bleibt. Abbildung 11-2 zeigt beispielhaft verwendete Materialien in kg bei 27.000 Sendungen pro Jahr in Mehrweg (MWB)- und Einwegboxen (EWB)⁷.



Quelle: eigene Darstellung, eigene Berechnungen)

Abbildung 11-2: Kumulierter Materialaufwand der MWB EWB im Vergleich

Die Umweltwirkung der Rückführlogistik ist nicht im gleichen Maße umweltbelastend, wie die erneute Produktion und Verwendung von Einwegkartonagen. Dies gilt auch bei längeren Transportwegen.⁸ In Tabelle 11-1 werden mögliche Vor- und Nachteile von Mehrwegverpackungen zusammengefasst.

⁷ Referenzgröße: 87 Liter, Versand vom Zentrallager zu 2 Filialen. Weiterführende Informationen finden sich im oben genannten Business Case.

⁸ Weiterführende Informationen dazu finden sich in im oben genannten Business Case.

Tabelle 11-1: Vor- und Nachteile für den Einsatz von Mehrwegverpackungen

	Vorteile	Nachteile
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> - Einsparung von Entsorgungskosten der Einwegverpackungen - Langfristig gleiche Kosten erwartbar wie bei Einwegverpackungen, teilweise auch geringere Kosten möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Anschaffungskosten (einmalig, bzw. ca. alle 10 Jahre)
Prozess & Handling	<ul style="list-style-type: none"> - Beschleunigung und Vereinfachung des Handlings 	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwändige Prozessumstellung - Verringerte Flexibilität hinsichtlich des Produktmaßes - Rückführlogistik - Lagerung der Verpackungen
Verpackung & Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> - Erhebliche Verpackungseinsparung von Kartonnage und Plastik 	<ul style="list-style-type: none"> - Zusätzlicher Transportweg
Stakeholderakzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> - Steigende Mitarbeiterzufriedenheit - Zunehmende Relevanz von Nachhaltigkeit kann Akzeptanz erhöhen 	<ul style="list-style-type: none"> - Mangelnde Lieferanten- & Kundenakzeptanz aufgrund hohem Aufwand möglich

Quelle: Eigene Darstellung

11.3 Anpassungsmöglichkeiten der Mehrwegverpackungen und des -systems

Verpackungen durchlaufen verschiedene Stufen der Lieferkette und werden von verschiedenen Unternehmen und Organisationseinheiten genutzt. Verpackungsänderungen an einer Stelle in der Lieferkette können zu Problemen an einer weit entfernten Stelle führen. Aufgrund dessen muss ganzheitlich in der logistischen Kette gedacht werden (Lange 1998; Twede 1992). Eine Implementierung von lokalen Optimierungen und Insellösungen ist nicht zielführend (Kaluza et al. 2003), sondern erschwert die Einführung eines standardisierten Mehrwegverpackungssystems innerhalb einer Branche. Für die Optimierung der ökologischen und ökonomischen Performance in der gesamten Lieferkette ist eine Standardisierung des Mehrwegsystems zwingend notwendig und muss langfristig das Ziel aller Akteure sein (Becker 1995).

Sowohl für die Mehrwegverpackungen, als auch für das Mehrwegsystem, gibt es verschiedenste Gestaltungsmöglichkeiten und Varianten. Welche am geeignetsten für den konkret vorliegenden Fall ist, muss individuell erörtert

werden. Die nachfolgenden Aspekte wurden im Rahmen von Experteninterviews erhoben und zusammengefasst (siehe Tornow & Schewe 2021). Insbesondere bestehen grundlegende Unterschiede bei den Anforderungen zwischen Mehrwegsystemen im B2B- und B2C-Kontext. Grundsätzlich sollten die Mehrwegverpackung falt- und/ oder stapelbar sein, damit im Lager und bei der Rückführung Platz- und Kosteneinsparungen realisiert werden können. Im B2B-Kontext ist eine faltbare Mehrwegverpackung von besonderer Relevanz, da sie weniger Platz einnimmt und einfacher zur Rückgabestelle transportierbar ist. Zudem sollten *verschiedene Größen* für die Mehrwegverpackung vorhanden sein. So kann zum einen die Anpassbarkeit an verschiedene Produkte gesichert werden, wodurch zum einen der Bedarf nach Füllmaterial reduziert und die Auslastung im Transport gesteigert werden kann. Allerdings können verschiedene Größen auch zu einem höheren Lagerplatzbedarf führen. Zudem sollte, besonders im B2B-Kontext, darauf geachtet werden, die Größen auf Grundlage des Europalettengrundmaßes festzulegen, damit eine möglichst störungsfreie Handhabung in den automatisierten Prozessen gewährleistet bleibt. Grundsätzlich ist es denkbar, dass im B2B-Kontext Mehrwegboxen zum Einsatz kommen, während im B2C-Versand auch Mehrwegversandtaschen eine geeignete Option darstellen können.

Bezüglich des Mehrwegverpackungssystems kann die Errichtung eines *dienstleisterbetriebenen Pool-Systems* in Betracht gezogen werden, bei welchem ein Dienstleister die Rückführung, Kontrolle, Reinigung, Reparatur, Distribution und Verfolgung der Boxen übernimmt (siehe Tornow & Schewe 2021). Dies kann eine gesteigerte Bereitschaft der Unternehmen zur Folge haben das Mehrwegsystem zu nutzen und so die positive Umweltwirkung erhöhen. Je höher die Gesamtzahl der teilnehmenden Unternehmen, desto größer ist die Menge an eingespartem Verpackungsabfall: Zum einen könnte der unternehmensindividuelle Verwaltungsaufwand für die Mehrwegverpackungsnutzung reduziert werden. Zum anderen könnte durch die Nutzung von bereits vorhandenen Logistikzentren des Dienstleisters, welche über ganz Deutschland bzw. Europa verteilt sind, eine bedarfsgerechte Versorgung mit und Entlastung von den Mehrwegverpackungen ermöglicht werden. Zusätzlich könnten sich die Kosten für das einzelne Unternehmen reduzieren, indem die Kosten verbrauchsgerecht beispielsweise über die Nutzungsdauer oder -anzahl von Mehrwegverpackungen verteilt werden (Lange 1998). Im B2B-Bereich könnte zudem der Austausch zwischen den Unternehmern erleichtert werden. Auch bei einem Einsatz von Mehrwegverpackungen im Online-Versandhandel könnte ein Pool-System die Kundenakzeptanz erhöhen. Durch eine Beteiligung von insgesamt mehr Online-Versandhändlern, kann die allgemeine Bekanntheit der Mehrwegverpackung auf Seiten der Verbraucher*innen gesteigert werden. Durch die unternehmensübergreifende Einheitlichkeit in der Handhabung, könnte sich

insgesamt auch die Bereitschaft für ihre Nutzung erhöhen. Grundsätzlich kann eine *Kooperation mit weiteren Teilnehmern* eine Kostenaufteilung und Risikosenkung ermöglichen. Zudem steigen die positiven Umweltauswirkungen mit zunehmender Teilnehmeranzahl. Aus B2B Sicht bietet eine Kooperation auch die Möglichkeit der Nutzung von insgesamt mehr Standorten, wodurch es zu kürzeren Wegen kommt und die Umlaufdauer der einzelnen Mehrwegverpackung sowie die Umweltwirkung reduziert werden können.

11.4 Handlungsempfehlungen und Fazit

Mehrwegverpackungen sind für Unternehmen nicht nur für die Reduktion des Plastikaufkommens, sondern auch ökonomisch sinnvoll. Neben Kosteneinsparungen aus eingespartem Abfallentsorgungsmanagement und geringeren Bruchquoten der Kartons sind ebenso Einsparungen aufgrund von niedrigerem Rohstoffverbrauch sowie Energieeinsatz möglich (Esty & Winston 2009; Hietler & Pladerer 2016; Tornow & Schewe 2021).

Da sowohl die Mehrwegverpackung als auch das Mehrwegverpackungssystem immer den Bedürfnissen der Nutzer angepasst werden sollte, ist das Aussprechen von einheitlichen Umsetzungsempfehlungen schwer. Für eine umweltfreundliche Gestaltung sollten jedoch einige Punkte bei der Verpackungsgestaltung beachtet werden. So ist die Verwendung von sortenreinem Kunststoff, ohne Zusatz von unerwünschten Weichmachern oder Zusätzen wichtig. Um die ökologischen Einflüsse der Mehrwegverpackung zu minimieren, sollten die Boxen außerdem aus recyceltem Kunststoff hergestellt werden. Darüber hinaus sollten helle Farben verwendet und auf eine schwarze Gestaltung verzichtet werden, da diese für die Herstellung von Rezyklat ungeeignet ist und ein Recycling der Mehrwegverpackung nicht möglich wäre. Auch sollte auf materialfremde Aufkleber, wie bspw. aus Papier, verzichtet werden. Die Verwendung von Einstecktaschen der gleichen Kunststoffart kann die Reinheit beim Recycling erhöhen. Durch die Beachtung dieser Punkte kann sichergestellt werden, dass die Verpackung recycelt und zur Herstellung von hochwertigem Rezyklat verwendet werden kann, welches dann als Ausgangsmaterial für neue Mehrwegverpackungen genutzt werden kann.

Auch hinsichtlich des Mehrwegsystems gibt es einige Aspekte, die für eine möglichst umweltfreundliche Gestaltung betrachtet werden sollten. So sollten unternehmensindividuelle Insellösungen vermieden werden, da durch Kooperation mit weiteren Unternehmen oder eine branchenweite Einführung die Gesamtmenge an eingespartem Verpackungsabfall erhöht werden kann (James et al. 2005; Lange 1998; Tornow & Schewe 2021). Im B2C-Versand kann eine brancheneinheitliche Lösung dazu beitragen, dass die Nutzungshemmschwelle durch die Steigerung der allgemeinen Bekanntheit

gesenkt werden kann. Durch die Einrichtung und Nutzung von Verteilzentren innerhalb des Mehrweg-Gebiets können die Wege, auch für die Rückführung, möglichst geringgehalten werden. So können die zusätzlichen Umweltbelastungen durch das Rückführsystem reduziert werden (Hietler & Pladerer 2016). Ermöglicht werden kann dies bspw. durch die Zusammenarbeit mit einem oder mehreren Logistikdienstleistern, die bereits über mehrere solcher Zentren verfügen.

Mit Hilfe eines brancheneinheitlichen Systems können Effizienz und Transparenz entlang der gesamten Lieferkette gesteigert werden. Das Streben nach Nachhaltigkeit in der textilen Lieferkette hat dadurch insgesamt nicht nur positive Wirkungen auf unternehmensindividuelle Kosten und Erlöse, sondern kann auch dazu verhelfen, Innovationen innerhalb der Logistik zu fördern und die gesellschaftlichen Werte durch eine Sensibilisierung der Verbraucher*innen zu prägen.

11.5 Literaturverzeichnis

- Becker, T. (1995): Mehrwegsysteme, in: A. Rinschede und Karl-Heinz Wehking (Hrsg.): Entsorgungslogistik. Berlin, S. 245–268.
- Birk, Dietrich (1999): Entwicklung, Beurteilung und Auswahl alternativer Transportverpackungskonzepte als integraler Bestandteil der Unternehmenslogistik. Dissertation, Universität Tübingen.
- Esty, D. C.; Winston, A. S. (2009): Green to gold. How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build a competitive advantage. Rev. and updated ed. Hoboken, N.J., Chichester: Wiley; John Wiley.
- Hietler, P.; Pladerer, C. (2016): Einsatz von Mehrwegtransportverpackungen in Wien. [http://www.ecology.at/files/Bericht_MTV_2015_final.pdf; 23.08.2019].
- James, K.; Lewis, H.; Fitzpatrick, L.; Sonneveld, K. (2005): Sustainable Packaging Systems Development, in: Walter Leal Filho (ed.): Handbook of sustainability research, Frankfurt am Main.
- Jansen, R.; Külpmann, P. (1997): Umweltgerechte Verpackungssysteme. In: Heinz Brauer (Hrsg.): Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik. Band 2: Produktions- und produktintegrierter Umweltschutz. Berlin, S. 924–999.
- Kaluza, B.; Dullnig, H.; Malle, F. (2003): Principal-Agent-Probleme in der supply chain: Problemanalyse und Diskussion von Lösungsvorschlägen. Diskussionspapier. Universität Klagenfurt - Institut für Wirtschaftswissenschaften. Klagenfurt.

- Lange, V. (1998): Integration und Implementierung von Mehrweg-Transport-Verpackungssystemen in bestehende Logistikstrukturen. Dissertation, Universität Dortmund.
- Mevisen, K. (1996): Mehrwegsysteme für Verpackungen. Probleme und Gestaltungsansätze in der Konsumgüterwirtschaft. Dissertation, Universität zu Köln.
- Tornow, M.; Schewe G. (2021): Mehrwegverpackungen in der textilen Lieferkette. Forschungsbericht. Münster.
- Twede, D. (1992): The process of logistical packaging innovationin: Journal of business logistics 13 (1), S. 69.
- VerpackG (2017): Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen vom 5. Juli 2017.

12 Betriebswirtschaftliche und öko-bilanzielle Betrachtung von Polybeutel-Alternativen

Tornow, Maren
Koch, Julia
Frommeyer, Britta
von Gehlen, Kristina
Schewe, Gerhard

Das folgende Kapitel ist ein gekürzter Auszug aus dem Business Case „Eine betriebswirtschaftliche Analyse des Vermeidungspotentials von Kunststoffverpackungen innerhalb der textilen Lieferkette“. Die ausführliche Version ist abrufbar unter www.fatm.de.

12.1 Polybeutel aus konventionellem Kunststoff

Polybags leisten einen wichtigen Beitrag in der textilen Lieferkette. Sie erleichtern den Transport und schützen die Textilien. Der Verzicht auf Polybags kann dazu führen, dass die Produkte stark beschädigt und unverkäuflich werden (Ma et al. 2020). Die ökologischen Auswirkungen eines unbrauchbar gewordenen Produktes sind höher als die der Verwendung eines Polybags. Aus diesem Grund ist ihr Einsatz aktuell sinnvoller, als das Risiko von Produktbeschädigungen einzugehen (Patagonia 2020; Colabello 2020). Zudem vereinfachen Polybags das Handling der Waren und erfüllen durch angebrachte Label eine wichtige Informationsfunktion im Logistikprozess. Da bezüglich der Verpackung wenig Mehrzahlungsbereitschaft besteht, ist der **Preis** ein weiterer entscheidender Faktor. Polybags sind im Vergleich zu existierenden Alternativen meist günstiger (Ma et al. 2020). Durch die Einzelverpackung jedes Kleidungsstücks entstehen so große Mengen an Kunststoffabfall. Polybags werden zum größten Teil aus Low-Density Polyethylen (LDPE) oder High-Density Polyethylen (HDPE) hergestellt (Frommeyer et al. 2019a). Das Material lässt sich nicht abbauen und bereitet Probleme, wenn es in die Umwelt gelangt. Obwohl Polybags häufig sortenrein sind, werden sie aktuell kaum recycelt, da die entsprechende Infrastruktur fehlt. Weiterhin werden Polybags bei der Einzelsammlung aufgrund ihres geringen Volumens in den Stoffströmen der Recyclinganlagen häufig nicht erkannt. Zudem erschweren Störstoffe, welche die bisherigen Technologien nicht vollständig aus dem Recyclingstrom entfernen können, die Rezyklat-Herstellung (Colabello 2020).

Im Folgenden werden verschiedene Alternativen zu Polybags vorgestellt, auf ihre betriebswirtschaftliche sowie ökologische Eignung hin geprüft und miteinander verglichen. Dies soll dabei helfen, die Entscheidungsfindung hinsichtlich einer Umstellung auf andere Verpackungslösungen zu erleichtern.

12.2 Übersicht der Polybeutel-Alternativen

Polybags aus Rezyklat werden gewonnen, indem alte Kunststoffabfälle in einem Wiederaufbereitungsverfahren zu Rezyklat verarbeitet werden, welches im Anschluss für die Herstellung neuer Produkte aus Kunststoff genutzt wird. Hierdurch kann Kunststoff aus dem Abfallstrom entnommen und die Gesamtmenge an thermisch verwertetem Kunststoff reduziert werden (Fashion for Good 2019; New Plastics Economy Initiative 2020). Weiterhin senken Polybags aus Rezyklat die Nachfrage nach Kunststoff aus fossilen Rohstoffen und verringern die CO₂ Belastung (Fashion for Good 2019b). Zudem entspricht diese Alternative den aktuellen Forderungen des Verpackungsgesetzes (VerpackG) und des European Green Deals (EGD) zur Steigerung des Recyclinganteils bei Verpackungen (Europäisches Parlament und Europäischer Rat 2008; Umweltbundesamt 2019). Nachteilig ist einerseits, dass für das Recycling weiterhin Kunststoff aus fossilen Rohstoffen benötigt wird und andererseits der Preis für recycelten Kunststoff aufgrund der vergleichsweise geringeren Produktvolumina aktuell noch höher ist, als der von neuem Kunststoff (Fashion for Good 2019). Weiterhin ist die Wiederholbarkeit des Recycling-Vorgangs durch Verunreinigungen limitiert (Fashion for Good 2019). Um die Recyclingfähigkeit zu steigern ist es daher notwendig, dass diese bereits beim Verpackungsdesign berücksichtigt wird (Europäisches Parlament und Europäischer Rat 2008). Es sollte möglichst sortenreines Material ohne Störstoffe verwendet werden. Weiterhin können digitale Wasserzeichen verwendet werden, damit Recyclinganlagen diese erkennen und die einzelnen Kunststoffarten effizienter sortenrein trennen können (Ellen MacArthur Foundation 2020). Je reiner die Stoffströme bei der Herstellung des Rezyklats, desto höher ist die Zahl der möglichen Wiederaufbereitungsumläufe. Wünschenswert wäre die Etablierung eines geschlossenen Kreislaufs, bei dem die Polybags gezielt gesammelt und für die Rezyklatherstellung bereitgestellt werden (Fashion for Good 2019). Die Förderung der Kreislaufwirtschaft kann dazu führen, dass die Recyclingraten künftig weiter steigen und die zugehörige Infrastruktur ausgebaut wird. Dadurch können sowohl Zugang zu als auch Kosten für Polybags aus Rezyklat verbessert werden. Insgesamt sind steigende Recyclingraten in Europa und Asien-Pazifik erkennbar (GEP 2019). Durch gesetzliche Forderungen nach dem stärkeren Einsatz von recycelten Anteilen bei Verpackungen sowie dem Aufbau von Recyclingstrukturen wird der Druck auf die EU-Länder weiter erhöht.

Biokunststoffe werden oft als geeignete Möglichkeit zum Ersatz von konventionellem Kunststoff betrachtet, allerdings ist ihre tatsächliche Umweltverträglichkeit bisher nicht eindeutig geklärt. Ebenso ist eine genaue Definition des Begriffes „Biokunststoff“ nicht möglich. Sogenannte Biokunststoffe können in drei Gruppen eingeteilt werden: Gruppe 1 wird ganz oder teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und ist nicht biologisch abbaubar; Kunststoffe aus Gruppe 2 werden ebenso auf nachwachsender Rohstoff-Basis hergestellt oder mithilfe von Mikroorganismen erzeugt, sind aber zusätzlich biologisch abbaubar; Gruppe 3 wird, wie konventionelle Rohstoffe, aus fossilen Rohstoffen hergestellt, kann aber biologisch abgebaut werden. Die Eigenschaften von *Biokunststoffen* sind teilweise vergleichbar mit denen von konventionellen Polybags, jedoch ist ihr Preis aufgrund geringer Produktionskapazität vergleichsweise höher (Umweltbundesamt 2009). Zudem sind Biokunststoffe aktuell in den Recyclingströmen unerwünscht und werden deshalb meist verbrannt, was gemäß der Abfallhierarchie zu einer Einordnung unterhalb der Polybags aus Rezyklat führt (Umweltbundesamt 2018, 2009). In Deutschland werden Biokunststoffe aufgrund der mangelhaften Entsorgungsinfrastruktur bisher nicht als sinnvolle Plastikalternative eingestuft (Umweltbundesamt 2018). *Abbaubare Biokunststoffe* bieten zwar grundsätzlich die Chance, die Kunststoffeinträge in die Umwelt insgesamt zu reduzieren. Da viele Verbraucher*innen jedoch nicht wissen, dass ihre biologische Abbaubarkeit nur unter industriellen Bedingungen gegeben ist, könnte dies zu einer zusätzlichen Umweltbelastung durch unsachgemäße Kunststoffentsorgung führen (Umweltbundesamt 2018; Rethink Plastic Alliance 2020). *Biokunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen* reduzieren den Gesamtbedarf an fossilen Rohstoffen und den CO₂ Ausstoß. Nachwachsende Rohstoffe sind zudem preisstabiler im Vergleich zum volatilen Preis fossiler Rohstoffe (Umweltbundesamt 2009). Jedoch werden diese auf Nutzflächen angebaut, die stattdessen für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden könnten (Fashion for Good 2019). Dies kann besonders in Ländern des globalen Südens problematisch sein. Auch erfolgt ihre Herstellung nicht immer zu 100% aus nachwachsenden Rohstoffen, häufig werden Bestandteile auf Basis fossiler Rohstoffe beigemischt. Da die Hersteller⁹ nicht zu genauen Angaben über die Kunststoffzusammensetzung verpflichtet sind, ist das nur schwer nachvollziehbar (Fashion for Good 2019; Umweltbundesamt 2009, 2017). Der Anteil an Biokunststoffen im Kreislauf ist jedoch entscheidend,

⁹ Die Bezeichnung juristischer Personen wie bspw. Händler, Hersteller, Anbieter richtet sich nach dem grammatischen Geschlecht des Bezugswortes.

denn nur wenn dieser hoch genug ist, würde der Aufbau einer Recyclinginfrastruktur Sinn ergeben und die gegenwärtige Behandlung als Störstoff entfiele. Zusätzlich könnten mit Fortschreiten der Technologie in Zukunft Verpackungen aus 100% nachwachsenden und abbaubaren Rohstoffen entwickelt werden, für deren Herstellung lediglich Reststoffe aus der Nahrungsmittelproduktion benötigt werden. So könnte die Umweltbilanz verbessert und die Flächenkonkurrenz mit dem Nahrungsmittelanbau verringert werden (Umweltbundesamt 2009).

Wiederverwendbare Polybags können ohne funktionelle Beeinträchtigung mehrfach zum gleichen Zweck verwendet werden. Gemäß der Abfallhierarchie der EU wird eine Wiederverwendung stets als Wahl vor dem Recycling angeführt (Fashion for Good 2019; New Plastics Economy Initiative 2020; Umweltbundesamt 2019). Das Kunststoffabfallaufkommen der textilen Lieferkette könnte durch die direkt eingesparten Einweg-Polybags erheblich reduziert werden. Durch die globale Verteilung der einzelnen Stufen der textilen Lieferkette, entstünden für deren notwendige Rückführung aktuell erhebliche zusätzliche Transportwege, was sich zum einen negativ auf die Umweltbilanz auswirken und zusätzliche Kosten verursachen würde (Fashion for Good 2019). Auch müssen Polybags, damit sie mehrfach verwendet werden können und nicht zerreißen, eine dickere Wandstärke aufweisen als herkömmliche Polybags. Dies könnte dazu führen, dass beispielsweise die Menge verpackter Textilien pro Karton verringert werden müsste und sich das Gesamtgewicht erhöht.

Obwohl Papier im Vergleich zu Plastik oftmals als ökologischer vorteilhafter angesehen wird, ist auch die Papierherstellung stark umweltbelastend. Durch **Polybags aus Recyclingpapier** kann der umweltbelastende Einfluss jedoch gesenkt werden. Die Herstellung von Recyclingpapier bedarf lediglich der Hälfte an Energie und nur ein Drittel des Wassereinsatzes im Vergleich zur Papierherstellung aus frischem Zellstoff. Zusätzlich verringert es die Abholzung von Wäldern (Umweltbundesamt 2020). Ein weiterer Vorteil ist, dass Recyclingstrukturen für Papier in den meisten Ländern bereits vorhanden sind (Fashion for Good 2019). Da es kompostierbar ist (Fashion for Good 2019), stellt es bei unsachgemäßer Einbringung in die Umwelt kein Risiko dar. Problematisch hingegen ist, dass die logistischen Anforderungen teilweise nicht erfüllt werden. So sind Polybags aus Recyclingpapier nicht transparent und möglicherweise nicht robust genug, wodurch Produktbeschädigungen zunehmen könnten (Gardas et al. 2019). Außerdem ist der Schutz vor Feuchtigkeit fraglich, wenn das Papier nicht zusätzlich beschichtet ist. Beschichtetes Papier hingegen kann nicht in den gleichen Abfallströmen recycelt werden wie sonstiges Altpapier. Ähnlich wie bei der Herstellung von Kunststoffrezyklat, ist auch die Anzahl möglicher Recyclingvorgänge bei Altpapier limitiert. Mit einer immer besser werdenden Recyclingtechnik ist es möglich, die maximale Aufbereitungszeit von Altpapier zu steigern und dieses

länger im Kreislauf zu halten. Dies trifft besonders auf sortenreines Recyclingpapier zu (Kreplin & Putz 2020). Durch die zunehmende Erforschung alternativer Ressourcen, wie Grasfasern für die Beibringung von frischem Zellstoff, kann der Umwelteinfluss von Papier zusätzlich reduziert werden.

Zusätzlich bestehen **weitere Möglichkeiten zur Reduktion des Kunststoffeinsatzes**. Die Anzahl der eingesetzten Polybags kann durch die Verwendung von Master-Polybags verringert werden, in denen mehrere Produkte gesammelt anstatt einzeln verpackt werden (Colabello 2020; Fashion for Good 2019). Selbst wenn weiterhin jedes Kleidungsstück einzeln verpackt werden muss, lässt sich die Abfallmenge dadurch reduzieren, dass die Kleidung kleiner zusammengefaltet wird. Dadurch wird die Oberfläche der Polybags verringert und entsprechend Kunststoff eingespart (Patagonia 2020).

12.3 Vergleich der Polybeutel-Alternativen

Ein Vergleich der Polybag-Alternativen wird durch deren Gegenüberstellung in Abbildung 12-1 ermöglicht.

Hinsichtlich der betriebswirtschaftlichen Beurteilung der einzelnen Polybag-Alternativen wird die Erfüllung der Funktionalität durch den Polybag betrachtet. Weiterhin wurden auch die generelle Verfügbarkeit am Markt sowie die Kosten für die jeweilige Alternative beurteilt.

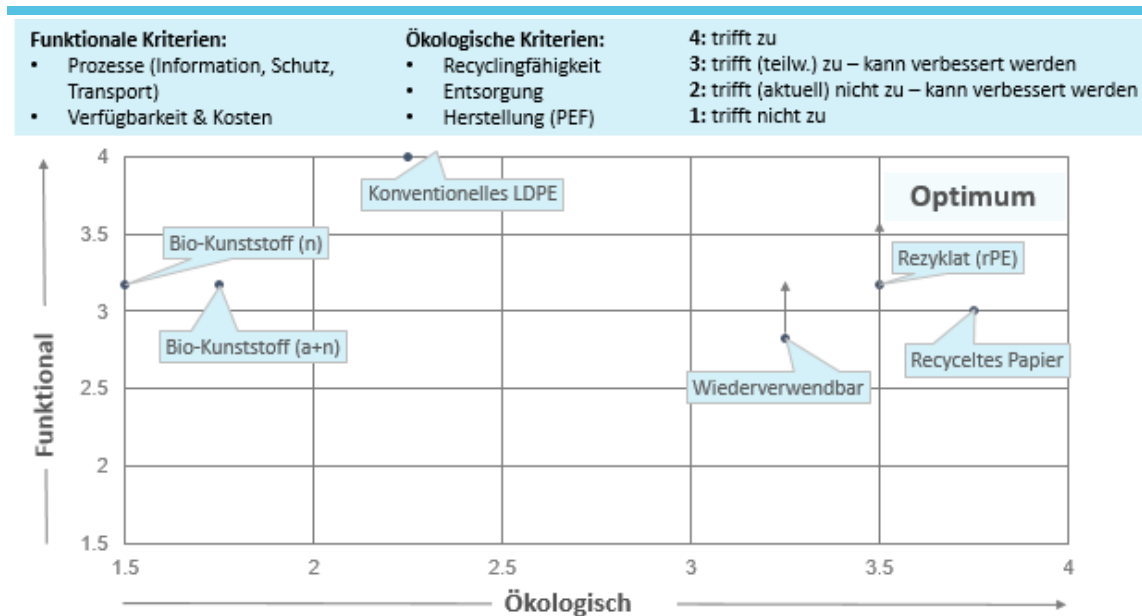
Zur Bewertung der Umweltwirkung der einzelnen Alternativen wurden neben der Recyclingfähigkeit auch die vorhandene Entsorgungsinfrastruktur sowie ihre Herstellung analysiert. Die Herstellung wurde speziell durch die Kalkulation des Product Environmental Footprints (PEF) ökobilanziell betrachtet (Europäische Kommission 2018b).¹⁰

Hinsichtlich der Funktionalität schneiden der konventionelle Polybag aus LDPE, der Polybag aus Rezyklat sowie der aus Bio-Kunststoff ähnlich gut ab. Polybags aus recyceltem Papier und recyceltem Kunststoff sowie der wiederverwendbare Polybag haben eine bessere Umweltwirkung. Biokunststoffe und konventionelles LDPE sind mit Abstand am stärksten belastend für die Umwelt im Vergleich aller Alternativen.

Das Optimum für Funktionalität und Umweltfreundlichkeit erreicht aktuell noch keiner der betrachteten Polybags. Politische Impulse, wie das Europäische Kreislaufwirtschaftspaket, der European Green Deal oder die Plastiksteuer werden voraussichtlich die Wiederverwendung und -verwertung

¹⁰ Die Berechnung stellt lediglich die reine Herstellung dar. Sämtliche Umwelteinflüsse durch Nutzung und Entsorgung fließen nicht mit in die Berechnung ein. Weiterführende Informationen finden sich im oben genannten Business Case.

von Kunststoffen fördern. Somit kann angenommen werden, dass recycelte sowie wiederverwendbare Lösungen in Zukunft wirtschaftlich rentabler werden.

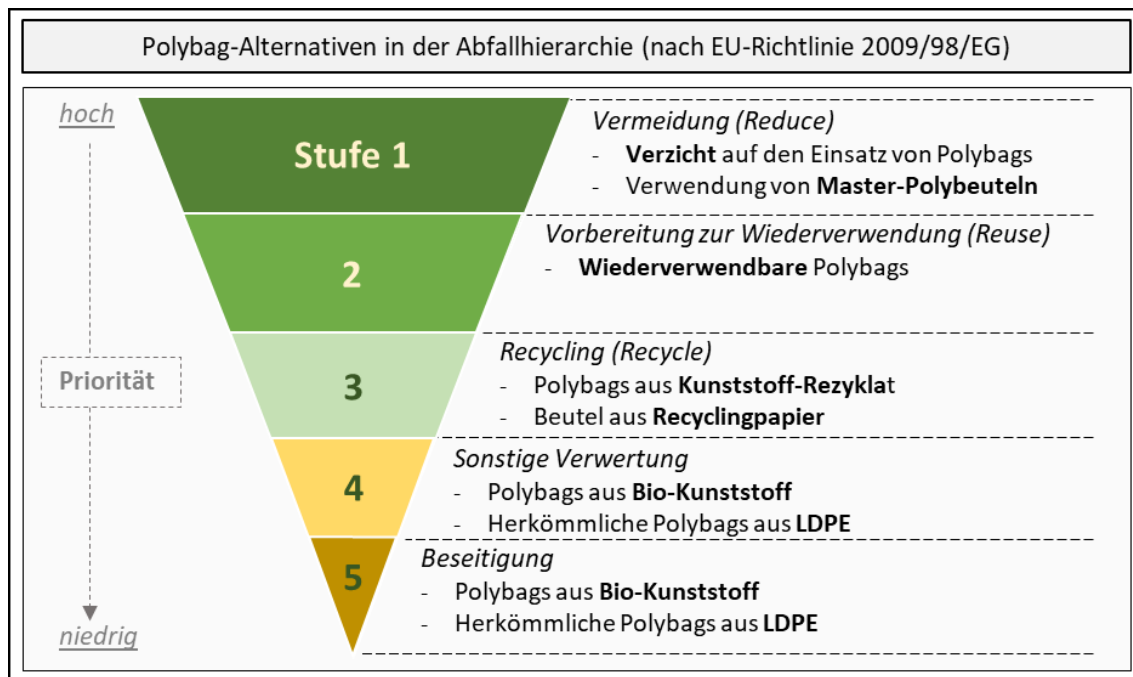


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen

Abbildung 12-1: Vergleich der Polybag-Alternativen in Bezug auf Funktionalität und Umweltwirkung

12.4 Handlungsempfehlungen und Fazit

Welche Maßnahmen geeignet sind, um das Kunststoffaufkommen in der Lieferkette zu reduzieren, ist abhängig von den Prozessen und Abläufen der jeweiligen Unternehmen (Fashion for Good 2019). Aus diesem Grund fällt eine einheitliche Empfehlung schwer. In Abbildung 12-2 ist eine grafische Einordnung der verschiedenen Alternativen gemäß der Abfallhierarchie der EU zu finden.



Quelle: Eigene Darstellung nach EU-Richtlinie 2009/98/EG

Abbildung 12-2: Einordnung der Polybag-Alternativen gemäß der Abfallhierarchie (nach EU-Richtlinie 2009/98/EG)

Geht man nach der Abfallhierarchie der EU, wäre ein **kompletter Verzicht** auf den Polybag als Produkteinzelpackung am besten (*Reduce*). Wie zuvor dargestellt, kann dies aber unter Umständen dazu führen, dass Produkte in den Prozessen so stark verschmutzt oder beschädigt werden, dass diese unbrauchbar werden. Da dies mit einer größeren negativen Umweltwirkung einhergehen würde, als die Verwendung von Polybags, ist dies nur dort ratsam, wo die Produkte trotz Verzicht auf den Polybag weiterhin nutzbar sind. **Master-Polybags** könnten hier zumindest den teilweisen Verzicht ermöglichen, indem die Gesamtmenge eingesetzter Kunststoffverpackung reduziert wird. Auch ihr Einsatz ist aber nur dann sinnvoll, wenn die Produkte in den Prozessen unbeschädigt bleiben.

Wiederverwendbare Polybags würden gemäß der Abfallhierarchie auf der nächsten Stufe folgen (*Reuse*). Für ihren Einsatz mangelt es bislang an der dafür notwendigen Infrastruktur. Besonders für einen Einsatz bis hin zu den Produktionsorten nach Asien stellt dies aktuell ein großes Hemmnis dar. Vor dem Hintergrund der immer strikter werdenden Gesetzgebung, besonders auf europäischer Ebene, und den zunehmenden Forderungen nach immer nachhaltigeren Lösungen, kann es auch in Hinblick auf die Förderung von Mehrwegsystemen positive Entwicklungen geben.

Auf Stufe drei der Abfallhierarchie sind all diejenigen Polybag-Alternativen einzuordnen, die recycelt sind und sich recyceln lassen (*Recycle*). Dazu zählen sowohl die Polybags aus Kunststoffrezyklat als auch die Polybags aus Recyclingpapier. Hinsichtlich der Funktionalität und im Hinblick auf die Erfüllung der Anforderungen für die logistischen Abläufe eignen sich hierbei die **Polybags aus Rezyklat** besser. Sie ähneln den Eigenschaften herkömmlicher Polybags (LDPE) am stärksten. Besonders der hohe Preis mit ihrer relativ eingeschränkten Verfügbarkeit stellen hier aktuell Hemmnisse für ihre Nutzung dar. Mit der Forderung nach einem steigenden Anteil von Recyclingkunststoff in Verpackungen sowie nach höheren Recyclingquoten insgesamt, kann sich dies in Zukunft bessern. **Polybags aus Recyclingpapier** schneiden im Hinblick auf die Funktionalität schlechter ab. Hier mangelt es an der notwendigen Stabilität, Erfüllung der Transparenz und dem Schutz vor Feuchtigkeit ohne zusätzliche Beschichtung. Transparenz könnte nur durch den Einbau von Sichtfenstern ermöglicht werden. Der Feuchtigkeitsschutz ist vor allem auf langen Transportwegen von Asien nach Europa relevant, bei einem Einsatz innerhalb Europas wäre dieser Aspekt von geringerer Bedeutung.

Auch wenn **Polybags aus Bio-Kunststoffen** die funktionalen Anforderungen ebenso gut erfüllen wie Polybags aus Rezyklat, sind sie aufgrund der mangelhaften Entsorgungsinfrastruktur auf den unteren Stufen der Abfallhierarchie eingeordnet. Da sie weder in den Stoffströmen des Kunststoffrecyclings noch in denen des kompostierbaren Bioabfalls erwünscht sind, werden sie aktuell meist thermisch verwertet.

Wie die vorangegangenen Abschnitte darlegen, gibt es verschiedene Möglichkeiten die eingesetzte Menge an Kunststoffverpackungen in der textilen Lieferkette beziehungsweise deren negative Umweltwirkung zu reduzieren. Dabei kommt es immer auf die unternehmensindividuellen Prozesse und Abläufe an, welche Alternative geeignet ist, die Produkte weiterhin optimal zu schützen. Es ist deshalb wichtig die eigenen Prozesse genau zu analysieren, um im Anschluss die individuell bestmögliche Lösung umzusetzen.

Zusätzlich ist es wichtig den Markt für Kunststoffalternativen weiterhin zu beobachten. Hier muss in Zukunft mit Änderungen und Fortschritten gerechnet werden, besonders auf dem Gebiet der recycelten/recycelbaren sowie bioabbaubaren Kunststoffe. Es kann angenommen werden, dass sich sowohl die Recyclingmethoden, Infrastrukturen als auch die Kunststoffarten weiterentwickeln. Somit könnten die verschiedenen Polybag-Alternativen aus ökologischer und ökonomischer Perspektive eine realistische Alternative zum konventionellen Polybag aus LDPE/HDPE darstellen.

12.5 Literaturverzeichnis

- Colabello, Lia (2020): The outdoor industry needs to cut the cord to polybags. Hg. v. Snwes. [<https://www.snewsnet.com/news/what-can-we-do-about-polybag-proliferation>; 07.07.2020].
- Fashion for Good (2019a): Fashion for Good Launches a Pilot to Produce a Circular Polybag. [https://fashionforgood.com/our_news/fashion-for-good-launches-a-pilot-to-produce-a-circular-polybag/; 15.08.2020].
- Fashion for Good (2019b): Polybags in the Fashion Industry: evaluating the Options. [https://fashionforgood.com/wp-content/uploads/2019/12/FashionforGood_Polybags_in_the_Fashion_Industry_Whitepaper-1.pdf; 07.07.2020].
- Ellen MacArthur Foundation (2020): Upstream Innovation. A guide to packaging solutions. [<https://emf.thirdlight.com/link/agyt3es34kjk2qe8a/@/preview/1?o>; 16.12.2020].
- Europäische Kommission (2018): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. COM (2018)28 28.
- Europäisches Parlament; Europäischer Rat (2008): Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (/3). Abfallrahmenrichtlinie, in: Amtsblatt der Europäischen Union (L312), S. 3–30. [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=DE>; 31.12.2020].
- Frommeyer, B.; von Gehlen, K.; Koch, J.; Schmiemann, L.; Schewe, G. (2019): Kunststoffverpackungen in der textilen Lieferkette. Forschungsbericht.
- Gardas, B. ; Raut, R. ; Narkhede, B. (2019): Identifying critical success factors to facilitate reusable plastic packaging towards sustainable supply chain management, in: Journal of environmental management 236, S. 81–92. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.01.113.
- GEP (2019): Plastic Recycling - Will Companies achieve a Sustainable Circular Economy? [<https://www.gep.com/blog/mind/plastics-recycling-will-companies-achieve-a-sustainable-circular-economy>; 23.07.2020].
- Kreplin, F.; Putz, H.-J. (2020): Ermittlung der Eigenschaftsänderungen von Wellpappe beim mehrfachen Recycling und Abschätzung der maximal möglichen Umläufe. [https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/12681/1/20200624_AiF%2019685%20Schlussbericht_Onlinversion.pdf; 23.09.2020].

- Ma, X.; Park, C.; Moultrie, J. (2020): Factors for eliminating plastic in packaging: The European FMCG experts' view, in: Journal of Cleaner Production 256, S. 120492. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120492.
- Patagonia (2020): Patagonia's Plastic Packaging A Study on the Challenges of Garment Delivery. [<https://eu.patagonia.com/de/de/stories/patagonias-plastic-packaging-a-study-on-the-challenges-of-garment-delivery/story-17927.html>; 03.07.2020].
- Plastikatlas (2019): PlastikAtlas 2019 Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff. [https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/chemie/chemie_plastikatlas_2019.pdf; 20.08.2019].
- New Plastics Economy Initiative (2020): The New Plastics Economy Global Commitment. 2019 Progress Report. [<https://www.newplasticseconomy.org/assets/doc/Global-Commitment-2019-Progress-Report.pdf>; 23.06.2020].
- Rethink Plastic Alliance (2020): More than 400 million tons of plastic are produced worldwide every year. [https://surfrider.eu/wp-content/uploads/2020/07/fbi_bioplastic_en.pdf].
- Umweltbundesamt (2009): Biologisch abbaubare Kunststoffe. [<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3834.pdf>; 08.06.2020].
- Umweltbundesamt (2017): Tüten aus Bioplastik sind keine Alternative. [<https://www.umweltbundesamt.de/themen/tueten-aus-bioplastik-sind-keine-alternative>; 28.01.2021].
- Umweltbundesamt (2018): Gutachten zur Behandlung biologisch abbaubarer Kunststoffe. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/18-07-25_abschlussbericht_bak_final_pb2.pdf; 08.06.2020].
- Umweltbundesamt (2019): Kunststoffe in der Umwelt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/190515_ub_a_fb_kunststoffe_bf.pdf; 08.12.2020].
- Umweltbundesamt (2020): Papier, Recyclingpapier. [<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/haushalt-wohnen/papier-recyclingpapier#unsere-tipps>; 16.12.2020].

13 Akzeptanz umweltfreundlicher Verpackungen im Multichannel-Handel

Koch, Julia
Frommeyer, Britta
von Gehlen, Kristina
Tornow, Maren
Schewe, Gerhard

13.1 Einleitung

Kunststoffabfälle verunreinigen weltweit Landschaften und Gewässer (Jambeck et al. 2015; Thompson et al. 2009). Der stark wachsende Online-Handel sorgt für einen Anstieg an verwendeten Kunststoffverpackungen (HDE 2019; KPMG 2015). Durch die Transport- und Produktverpackung fällt im Vergleich zum stationären Handel zusätzlicher Verpackungsabfall an (Frommeyer et al. 2019). Darüber hinaus ist vor allem der Online-Modehandel von hohen Retourenquoten geprägt, wodurch die Anzahl der Verpackungen weiter steigt (Asdecker 2019). Dabei sind Verpackungen für bis zu ein Drittel aller negativen Umweltauswirkungen verantwortlich (BCG 2019; Prakash & Pathak 2017). Umweltfreundliche Verpackungsalternativen gewinnen daher zunehmend an Bedeutung (PWC 2018). In der vorliegenden Studie werden unter dem Begriff umweltfreundliche Verpackungen solche Verpackungen verstanden, die unnötigen Materialeinsatz vermeiden, die Verwendung von erneuerbaren oder recycelten Materialien maximieren, in geschlossenen Kreisläufen verwendet werden und die während des Lebenszyklus sicher und nicht gesundheitsgefährdend sind (Definition in Anlehnung an Sustainable Packaging Coalition 2021). Umweltfreundliche Verpackungen können die Umweltbelastung reduzieren und den aktuellen umweltschädlichen Entwicklungen im Multichannel-Handel entgegenwirken (Magnier & Schoormans 2015; Prakash & Pathak 2017). Es besteht jedoch trotz eines wachsenden Umweltbewusstseins seitens der Verbraucher*innen immer noch Unklarheit über deren Einstellung gegenüber umweltfreundlichen Verpackungen (Prakash & Pathak 2017).

Im Rahmen einer Marktrecherche und durch Experteninterviews wurde im Rahmen einer Studie daher untersucht, inwiefern alternative Verpackungen bereits im Online-Modehandel verwendet werden. Die Ergebnisse dieser Vorstudien bildeten die Grundlage für eine Online-Befragung, welche Aufschluss darüber gibt, inwiefern die identifizierten Verpackungsalternativen von den Verbraucher*innen akzeptiert werden.

Basierend darauf werden Handlungsempfehlungen für Textilunternehmen im Multichannel-Handel abgeleitet.

13.2 Datenerhebung

Anhand einer systematischen Marktrecherche wurden zunächst die bereits im Multichannel-Handel verwendeten alternativen Verpackungsmaterialien identifiziert. Dabei wurden insgesamt 67 Online-Shops für Bekleidung erfasst, darunter 31 konventionelle Online-Shops, 21 Outdoor-Händler und 15 nachhaltige Online-Shops.

Neben dem Ziel, Verpackungsoptionen zu identifizieren, die den Einsatz von Primärkunststoff reduzieren, wurden auch die Kosten der umweltfreundlichen Verpackungsoptionen im Vergleich zu den konventionellen Optionen analysiert. Hierfür wurden die Verpackungsoptionen von 10 nachhaltigen Anbietern¹¹ mit den Optionen von 7 konventionellen Anbietern verglichen.

Parallel zur Marktrecherche wurden leitfadengestützte Interviews mit 8 Multichannel-Onlinehändlern durchgeführt. Die Händler wurden beispielsweise zu bestehenden Verpackungsoptionen, den Auswahlkriterien, zum Retouren-Handling, zu innovativen Verpackungslösungen und zur Wahrnehmung der Verpackungen durch die Kund*innen befragt. Im Anschluss an die Interviews wurden diese transkribiert und anhand eines vorab definierten Kodierschemas systematisch ausgewertet.

Anschließend wurde durch eine Online-Befragung die Akzeptanz der identifizierten Verpackungsalternativen aufseiten der Verbraucher*innen erfasst. Die demographischen Charakteristika der in diesem Zuge erhobenen Stichprobe sind in Abbildung 13-1 dargestellt.

1491 Personen, die regelmäßig Online-Käufe tätigen, wurden im Juni/Juli 2020 befragt



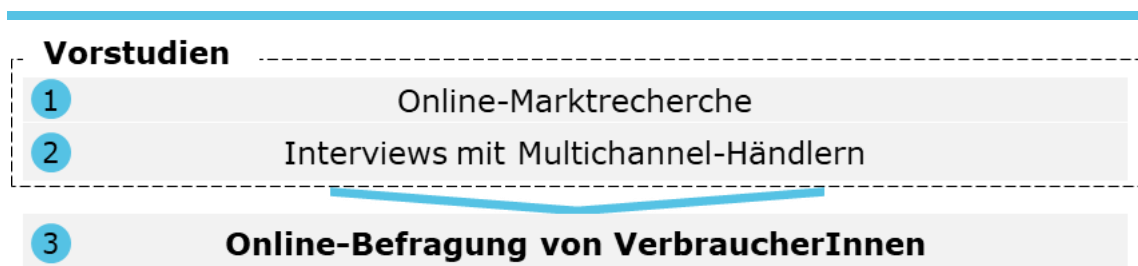
► Stichprobe **repräsentativ** für die deutsche Bevölkerung im erwerbstätigen Alter

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 13-1: Demographische Charakteristika der Stichprobe

¹¹ Die Bezeichnung juristischer Personen wie bspw. Händler, Hersteller, Anbieter richtet sich nach dem grammatischen Geschlecht des Bezugswortes.

Die Datenauswertung erfolgte über Mittelwertvergleiche und Häufigkeitsanalysen. Diese erlauben es, die Präferenzen der Verbraucher*innen für die betrachteten Verpackungsalternativen zu ermitteln. Dabei wurden sowohl konventionelle als auch umweltfreundliche Verpackungsoptionen zur Auswahl gestellt. Die Präferenzen der Befragten wurden separat für die Produktverpackung, die Transportverpackung und das Füllmaterial erfasst. Darüber hinaus wurden Daten zum Bestellverhalten, zur Zahlungsbereitschaft, der Verpackungsentsorgung, der Verfügbarkeit von Informationen über Verpackungen und zum eigenen Umweltbewusstsein erhoben. Abbildung 13-2 verdeutlicht die verschiedenen Stufen der Datenerhebung.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 13-2: Prozess der Datenerhebung

13.3 Ergebnisse

Die Online-Marktrecherche ergab, dass nur 16% der betrachteten Online-Shops die Verbraucher*innen über die verwendeten Verpackungen informieren. Des Weiteren nutzen nur 10% der Online-Shops umweltfreundliche Verpackungsalternativen - hauptsächlich recycelte oder bioabbaubare Kunststoffbeutel sowie wiederverwendbare Kunststoffbeutel. Als umweltfreundliche Füllmaterialoptionen wurden recyceltes Papier, recycelter oder bioabbaubarer Kunststoff sowie pflanzenbasierte Materialien wie Maisstärke erfasst. Bei den nachhaltigen Transportverpackungen wählten Online-Shops zwischen Versandtaschen aus recyceltem oder bioabbaubarem Kunststoff. Zu den wiederverwendbaren Optionen gehören Mehrweg-Versandtaschen und Mehrweg-Kunststoffboxen, die in ein Pfandsystem eingebunden sind. Ein direkter Kostenvergleich der umweltfreundlichen Verpackungsalternativen mit den konventionellen Optionen gestaltete sich schwierig, da die exakten Preise von einer Vielzahl unterschiedlicher Determinanten abhängen. Insgesamt deuten die erhobenen Daten jedoch darauf hin, dass die umweltfreundlichen Verpackungsalternativen ungefähr drei- bis viermal so teuer sind wie konventionelle Verpackungsoptionen.

Die Befragung der Multichannel-Händler ermöglichte tiefgehende Einblicke in den Markt. So zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Multichannel-Händlern mit nachhaltiger und konventioneller Unternehmensstrategie. Konventionelle Multichannel-Händler verwenden zumeist Kunststoffbeutel mit Recyclinganteil sowie Kartonage. Diese Händler bieten zudem in der Regel einen kostenlosen Rückversand der Pakete an und weisen Retourenquoten im Bereich zwischen 30% und 50% auf. Nachhaltig orientierte Multichannel-Händler bieten hingegen häufig Verpackungen aus recyceltem Papier an. Sie ermöglichen zumeist keinen kostenfreien Rückversand und haben eine Retourenquote zwischen 12% und 15%. Es zeigt sich, dass Multichannel-Händler mit kostenpflichtigem Rückversand geringere Retourenquoten aufweisen als Händler mit kostenlosem Rückversand.

Bei der Frage nach innovativen Verpackungslösungen zur Kunststoffvermeidung wurden von allen Multichannel-Händlern Mehrwegverpackungen genannt. Allerdings besteht Ungewissheit, inwieweit Kund*innen zur Nutzung von Mehrwegverpackungen bereit sind. Weitere mögliche Hindernisse für die Nutzung von Mehrwegverpackungen sind hohe Kosten, eine mangelhafte Infrastruktur und die Unsicherheit über deren Umweltwirkung. Bei Kunststoffalternativen sieht die Mehrzahl der Händler das größte Potential in bioabbaubaren Kunststoffbeuteln. Die Händler sind jedoch unsicher, welche umweltfreundlichen Verpackungsalternativen von den Verbraucher*innen bevorzugt werden. Weiterhin sind sich die Händler im Unklaren darüber, wie hoch das Bewusstsein der Konsument*innen in Bezug auf die Kunststoffproblematik in der textilen Lieferkette ist. Mithilfe der Online-Befragung konnten detaillierte Erkenntnisse zu den Verpackungspräferenzen der Verbraucher*innen gewonnen werden, deren Ergebnisse in Abbildung 13-3 zusammengefasst werden.

Produktverpackung	Transportverpackung	Füllmaterial
1. Pack-/Altpapier Beutel m= 4,45	1. Beutel aus Pack-/ Altpapier m= 3,69	1. Pack-/ Altpapier m= 3,47
2. Bioabbaubare Kunststoffbeutel m= 3,53	2. Mehrweg-Versandtaschen m= 2,97	2. Kein Füllmaterial m= 3,25
3. Recycelte Kunststoffbeutel m= 3,36	3. Bio-abbaubare Versandtaschen m= 2,76	3. Pflanzliche Materialien m= 3,06

Anmerkung: Die Unterschiede der Mittelwerte (m) sind signifikant.

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 13-3: Verpackungspräferenzen der Verbraucher*innen

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die Verpackungen einige Grundvoraussetzungen erfüllen müssen. Es ist den Befragten wichtig, dass das Verhältnis von Größe und Inhalt der Transportverpackung angemessen

ist. Diese Aussage ist kongruent mit der der Multichannel-Händler, denen die Vermeidung von Leervolumen wichtig ist. Auch wird ein angenehmer Geruch des Kleidungsstücks und Ware, die frei von Staub und Verpackungsresten ist, als wichtig bewertet.

Darüber hinaus verlangen Verbraucher*innen Informationen zum Recycling und zur Entsorgung von Verpackungen. Ebenso halten sie es für relevant, dass eine fachgerechte Entsorgung der Verpackung leicht erkennbar ist. Gewünscht ist daher recyclingfähiges Verpackungsmaterial, welches mit Hinweisen zur korrekten Entsorgung versehen ist. Die Marktrecherche zeigte, dass bereits einige umweltfreundliche Verpackungen Informationen bezüglich der richtigen Entsorgung und des Recyclings der Verpackung enthalten. Weniger wichtig hingegen sind den Verbraucher*innen Wahlmöglichkeiten zwischen verschiedenen Verpackungsalternativen. Eine explizite Auswahlmöglichkeit hinsichtlich Material oder Menge wird neutral bewertet. Auch faltenfreie Kleidungsstücke haben keine hohe Priorität. Als unwichtig eingeschätzt wurde ein ansprechendes Verpackungsdesign und die sofortige Tragbarkeit der Kleidungsstücke. Auch ein Ausgleich für die Nutzung einer umweltfreundlichen Verpackung durch Rabatte oder Gutscheine wird als unwichtig bewertet. Entgegen den Erwartungen hat die unmittelbare Zustellung der Bestellung lediglich eine geringe Priorität.

Wie der im Rahmen der Marktrecherche durchgeführte Kostenvergleich zeigt, sind umweltfreundliche Verpackungen deutlich teurer als konventionelle Optionen. Bezüglich der Bereitschaft, einen Preisaufschlag für umweltfreundliche Einwegverpackungen zu zahlen, geben die Hälfte der Befragten an, dass sie im Durchschnitt einen Aufpreis von 1,46€ akzeptieren würden. Bei Mehrwegverpackungen ist die Hälfte der Befragten bereit durchschnittlich einen Aufpreis von 1,90€ oder ein Pfand von 3,25€ zu zahlen. Eine höhere Zahlungsbereitschaft besteht bei Personen, die häufig bestellen, rückversenden und in Großstädten leben.

Je höher das Umweltbewusstsein der Verbraucher*innen ist, desto weniger werden konventionelle Kunststoffverpackungen ausgewählt. Jedoch besteht kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Umweltbewusstsein und der Rangfolge der zur Auswahl stehenden Verpackungsalternativen. Auch umweltbewusste Personen scheinen unsicher zu sein, welche Verpackungen aus ökologischer Sicht zu bevorzugen sind. Insgesamt bewerten umweltbewusste Personen jedoch konventionelle Kunststoffverpackungen negativer.

13.4 Handlungsempfehlungen

Basierend auf den Ergebnissen können konkrete Handlungsempfehlungen für den Multichannel-Handel abgeleitet werden. Diese geben Anhaltspunkte für eine plastikvermeidende Gestaltung der Verpackungsoptionen.

Die Online-Befragung zeigt, dass sich die Verbraucher*innen im Unklaren sind, welche Verpackungsalternativen aus ökologischer Sicht zu präferieren sind. Daher sollten Informationen über die verwendeten umweltfreundlichen Verpackungen bereitgestellt werden. Weiterhin sollten Verbraucher*innen in Bezug auf Verpackungen und deren Umweltauswirkung aufgeklärt werden, um bestehende Informationsasymmetrien abzubauen.

Auch wünschen sich die Verbraucher*innen Informationen zur korrekten Entsorgung von Verpackungen. Daher sollten Händler darauf achten, dass die von ihnen genutzten Verpackungsalternativen leicht zu entsorgen sind und Hinweise zur korrekten Entsorgung beinhalten. Multichannel-Händler sollten zudem sicherstellen, dass bei allen Verpackungsalternativen die von den Verbraucher*innen gestellten Grundanforderungen wie Sauberkeit oder Geruchsneutralität gewährleistet sind.

Insgesamt sollen die Ergebnisse der vorliegenden Studie Multichannel-Händler in der Bekleidungsindustrie ermutigen, Alternativen zu konventionellen Kunststoffverpackungen auszuprobieren und verschiedene Auswahlmöglichkeiten in ihren Online-Shops zu testen. Es kann angenommen werden, dass intrinsisch motivierte und umweltbewusste Verbraucher*innen umweltfreundliche Verpackungen wählen und eine entsprechende Zahlungsbereitschaft für diese mitbringen.

Bei der Interpretation der in diesem Kapitel vorgestellten Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass der Fokus der Studie auf der Erfassung der Verbraucher*innenpräferenzen für umweltfreundliche Verpackungslösungen im Multichannel-Handel und der Gegenüberstellung mit dem Umsetzungsstand aufseiten der Händler liegt. Eine ganzheitliche Beurteilung von umweltfreundlichen Verpackungsalternativen kann allerdings nur unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Umweltwirkungen erfolgen. Nähere Informationen zur Umweltwirkung unterschiedlicher Verpackungsoptionen finden sich im *Business Case „Eine betriebswirtschaftliche Analyse des Vermeidungspotentials von Kunststoffverpackungen innerhalb der textilen Lieferkette“*.

13.5 Literaturverzeichnis

Asdecker, B. (2019): Statistiken Retouren Deutschland – Definition. [http://www.retourenforschung.de/definition_statistiken-retouren-deutschland.html; 20.01.2021].

BCG Boston Consulting Group (2019): A Circular Solution To Plastic Waste. [<https://www.bcg.com/de-de/publications/2019/plastic-waste-circular-solution>; 19.01.2021].

- Bertram, R. F.; Chi, T. (2018): A study of companies' business responses to fashion e-commerce's environmental impact, in: *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 11(2), S. 254–264. DOI: 10.1080/17543266.2017.1406541.
- Bitkom (2018): Jeder achte Online-Kauf wird zurückgeschickt. [<https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Jeder-achte-Online-Kauf-wird-zurueckgeschickt;19.01.2021>].
- Frommeyer, B.; Von Gehlen, K.; Koch, J.; Schmiemann, L.; Schewe, G. (2019): Kunststoffverpackungen in der textilen Lieferkette. Forschungsbericht.
- HDE Handelsverband Deutschland (2019): Online Monitor 2019. [https://einzelhandel.de/images/publikationen/Online_Monitor_2019_HDE.pdf; 19.01.2021].
- Jambeck, J. R.; Geyer R.; Wilcox, C.; Siegler, T. R; Perryman, M.; Andrady, A.; Narayan, R.; Law, K. L. (2015): Plastic waste inputs from land into the ocean, in: *Science*, 347(6223), S. 768–771. DOI: 10.1126/science.1260352.
- KPMG (2015): Fashion 2025 Studie zur Zukunft des Fashion-Markts in Deutschland. [<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2015/12/fashion-studie-dez-2015.pdf; 19.01.2021>].
- Magnier, L.; Schoormans, J. (2015): Consumer reactions to sustainable packaging: the interplay of visual appearance, verbal claim and environmental concern, in: *Journal of Environmental Psychology*, 44, S. 53–62. DOI: 10.1016/j.jenvp.2015.09.005.
- Prakash, G.; Pathak, P. (2017): Intention to buy eco-friendly packaged products among young consumers of India: a study on developing nation, in: *Journal of Cleaner Production*, 141(1), S. 285–393. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.09.116
- PWC (2018): Verpackungen im Fokus – Die Rolle von Circular Economy auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit. [<https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/pwc-studie-verpackungen-im-fokus-februar-2018-final.pdf; 20.01.2021>].
- Sustainable Packaging Coalition (2021): Our approach and our definition of sustainable packaging. [<https://sustainablepackaging.org/about-us; 27.01.2021>].

Thompson, R.C.; Moore, C. J.; Vom Saal, F. S.; Swan S. H. (2009): Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends, in: Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Science, 364(1526), S. 2153–2166. DOI: 10.1098/rstb.2009.0053.

Umweltbundesamt (2016): Schwerpunkte 2016. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/sp2016_web.pdf; 19.01.2021].

Umweltbundesamt (2019): Nachhaltige Produkte – attraktiv für Verbraucherinnen und Verbraucher?. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-19_texte_11-2019_nachhaltige-produkte.pdf; 19.01.2021].

14 Status Quo: Kunststoffrecycling in der Textilindustrie

Frommeyer, Britta
von Gehlen, Kristina
Koch, Julia
Tornow, Maren
Schewe, Gerhard

Das folgende Kapitel ist ein gekürzter Auszug aus dem Business Case „Eine betriebswirtschaftliche Analyse des Einsatzes von 3D-Druck im Kontext des Kunststoffrecyclings innerhalb der textilen Lieferkette“. Die ausführliche Version ist abrufbar unter www.fatm.de.

14.1 Einleitung

Die Abfallrahmenrichtlinie ist elementarer Bestandteil der Abfallwirtschaft und findet sich im deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) wieder. Darin bildet die fünfstufige Abfallhierarchie ein Kernelement. An dritter Stelle dieser Hierarchie steht das Recycling, welchem nach der Vermeidung und der Wiederverwendung eine hohe Priorität in der Abfallverwertung zukommt. Gerade in Bezug auf Kunststoffabfälle ist Recycling von hoher Bedeutung. Die Europäische Union machte den Umgang mit Kunststoffabfällen zu einem Schlüsselthema des Aktionsplans „Circular Economy Package“ (European Commission 2018). Anstatt linearer Systeme sollen bei der Circular Economy hochwertige und geschlossene Kreisläufe für Materialien geschaffen werden (Korhonen et al. 2018). Durch den Kreislauf können bestehende Materialien wiederverwertet und gleichzeitig auf die Verwendung von neuen Rohstoffen verzichtet werden. In der Circular Economy sollen mithilfe eines „Closed-Loop“-Recyclings bestenfalls gleichwertige Produkte hergestellt werden (Geissdoerfer et al. 2017). Im Gegensatz dazu werden beim „Open-Loop“-Recycling minderwertigere Produkte hergestellt (Ragaert et al. 2017). Dies wird auch als „Downcycling“ bezeichnet (Iacovidou et al. 2017).

Die Textilindustrie stellt ein interessantes Forschungsfeld in Bezug auf Kunststoffrecycling dar, da entlang der Lieferkette große Mengen von Kunststoffverpackungen verwendet werden, deren Entsorgungswege bislang kaum analysiert wurden. Aus diesem Grund wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung eine systematische Erhebung des Status Quo zum Kunststoffrecycling entlang der textilen Lieferkette durchgeführt. Zunächst werden dabei die rechtlichen Rahmenbedingungen aufgezeigt, die

in diesem Kontext von Bedeutung sind. Anschließend werden Einflussfaktoren auf den Status Quo des Kunststoffrecyclings entlang der Lieferkette aufgezeigt und ein besonderer Fokus auf die Situation am Point of Sale (PoS) gelegt. Dabei wird auf umfassende Literaturrecherchen und Interviews mit zentralen Akteuren der textilen Lieferkette als Datengrundlage zurückgegriffen. Abschließend werden aus den Erkenntnissen die bestehenden Herausforderungen beim Recycling entlang der Lieferkette herausgestellt und darauf aufbauend Handlungsempfehlungen abgeleitet.

14.2 Gesetzliche Vorgaben

In Deutschland bildet das KrWG die Grundlage für das Kunststoffrecycling. Auf diesem Gesetz beruht auch das zum Jahresbeginn 2019 in Kraft getretene Verpackungsgesetz (VerpackG) (Umweltbundesamt 2019). Durch das VerpackG sollen die Auswirkungen von Verpackungsabfällen auf die Umwelt verringert werden (VerpackG §1 Abs. 1). Mit Inkrafttreten des Gesetzes gelten unter anderem höhere verpflichtende Recyclingquoten (VerpackG §16 Abs. 2). Die in §21 VerpackG beinhaltete „ökologische Gestaltung der Lizenzentgelte“ stellt einen Anreiz dar, durch den die Recyclingfähigkeit bereits bei der Verpackungsgestaltung berücksichtigt werden soll. Hersteller¹² und Vertreiber von Verpackungen werden in die Pflicht genommen, über Lizenzgebühren die Entsorgung der in Verkehr gebrachten Verpackungsmaterialien zu finanzieren und werden dazu angehalten, hochwertig verwertbare Erzeugnisse herzustellen (KrWG §23 & §25 Abs. 1). Die Lizenzkosten für die Registrierung von Verpackungen in dualen Systemen sollen umso niedriger sein, je mehr der Aspekt der Wiederverwertung im Produktdesign berücksichtigt wird (VerpackG §21; Humml 2018). Durch diese Regelungen sollen die Voraussetzungen für ein hochwertiges Recycling von Verpackungen an deren Lebensende geschaffen werden.

14.3 Einflussfaktoren auf das Recycling entlang der Lieferkette

Um den Status quo des Kunststoffrecyclings in der Textilindustrie zu ermitteln, wurde in einem ersten Schritt analysiert, welche Faktoren die Recyclingaktivitäten entlang der Lieferkette im Allgemeinen beeinflussen. Während Kunststoff in der Modeindustrie lange Zeit insbesondere in Form von Kunststofffasern eine Rolle spielte (Ellen McArthur Foundation 2017), steht

¹² Die Bezeichnung juristischer Personen wie bspw. Händler, Hersteller, Vertreiber richtet sich nach dem grammatischen Geschlecht des Bezugswortes.

mittlerweile auch der aus dem hohen Bedarf von Verpackungen resultierende Kunststoffabfall im Mittelpunkt. 2018 wurde durch das UN Environment Programme in Kooperation mit der Ellen MacArthur Foundation das „New Plastics Economy Global Commitment“ zur Bekämpfung von Kunststoffabfällen eingeführt. Mehrere große Unternehmen in der Modeindustrie wie z. B. die H&M Group bekennen sich im Rahmen der Initiative dazu, bis 2025 Verpackungen zu eliminieren, die nicht wiederverwendbar, recycelbar oder kompostierbar sind (Ellen MacArthur Foundation & UN Environment Programme 2019).

Allgemein wird das Recycling von Verpackungen als Bestandteil der nachhaltigen Entwicklung innerhalb der Modeindustrie hauptsächlich von internen, marktbasieren, regulatorischen Einflussfaktoren und dem Einfluss von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) bestimmt (Caniato et al. 2012; Seuring & Müller 2008; Li et al. 2014). Bei den internen Einflussfaktoren zählen Unternehmenswerte, z.B. eine Fokussierung auf verringerte Ressourcennutzung, als Treiber. Demgegenüber stehen Kosten als Hindernisse für eine nachhaltige Entwicklung (Caniato et al. 2012). Die energetische Verwertung weist derzeit so niedrige Kosten auf, dass höherwertige Verfahren, wie z. B. Recycling, im Vergleich häufig unwirtschaftlich sind (DGAW 2015). Dies steht der Umsetzung eines hochwertigen Recyclings in der textilen Lieferkette entgegen. Weitere Hemmnisse für ein hochwertiges Kunststoff-Recycling sind die globalen Recyclingmärkte (Umweltbundesamt 2016a) und die niedrigen Ölpreise, da beide Faktoren eine kostengünstige Produktion von Primärkunststoff fördern (Umweltbundesamt 2016b). Aus ökonomischer Perspektive scheint Primärkunststoff deshalb zumindest kurzfristig das optimale Verpackungsmaterial in der textilen Lieferkette zu sein (Frommeyer et al. 2019). Der Einsatz von Recyclingverpackungen ist zum aktuellen Zeitpunkt weniger wirtschaftlich als die Verwendung von Verpackungen aus Primärkunststoff.

Marktbasierte Einflussfaktoren sind die von Industrie- und Endkund*innen gestellten Anforderungen (Caniato et al. 2012). Industriekund*innen könnten beispielsweise spezifische Recyclingquoten als Anforderung stellen. Die Analysen im Rahmen des Projekts zeigen jedoch, dass seitens der Akteure in der textilen Lieferkette kaum Anforderungen in Bezug auf Recycling von Verpackungsmaterialien bestehen. Auch der Einfluss der Endkund*innen ist bislang eher gering. Dies könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass häufig eine Diskrepanz zwischen der geäußerten Absicht und der tatsächlichen Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens aufseiten der Verbraucher*innen besteht (Goworek 2011; BTE et al. 2015).

Regulatorische Einflussfaktoren beziehen sich auf aktuelle oder zukünftige gesetzliche Regelungen (Caniato et al. 2012). Im Vergleich zu anderen Industrien ist die Gesetzgebung in der Modeindustrie jedoch bislang weniger streng (Caniato et al. 2012). Zudem ist die textile Lieferkette global verteilt

(Seuring & Müller 2008; Caniato et al. 2012), weswegen die Kreisläufe des Kunststoffrecyclings durch die nationale Gesetzgebung nur schwer beeinflussbar sind. Zwar verpflichtet das Corporate Social Responsibility-Richtlinie Umsetzungsgesetz (CSR-RUG) in Deutschland Großunternehmen zu einer nicht-finanziellen Berichterstattung (CSR-RUG 2017), konkrete Inhaltsvorgaben werden aber nicht gemacht. Außerdem existieren in der deutschen Modeindustrie hauptsächlich kleine und mittelständische Unternehmen (Gesamtverband textil+mode 2017), die nicht dazu verpflichtet sind, das Gesetz zu implementieren (CSR-RUG 2017). Regulatorische Eingriffe, wie das VerpackG, können zwar helfen, Lücken in der Verwertung von Kunststoffabfällen zu schließen und Anreize zur Verwendung von nachhaltigen Verpackungen zu setzen (Stiftung Zentrale Stelle 2019). Jedoch gelten diese nur für einen kleinen Anteil der Textilunternehmen und bleiben bislang unkonkret.

Kampagnen von NGOs spielen eine immer wichtigere Rolle bei der Entwicklung nachhaltiger Geschäftskonzepte in der Modeindustrie (Grappi et al. 2017; Lorek & Spangenberg 2014). Wenn NGOs öffentlich Missstände von Unternehmen in der Modeindustrie anprangern, kann dies durch eine Image-Schädigung negative wirtschaftliche Folgen für betroffene Unternehmen haben (Grappi et al. 2017). Auch in Bezug auf den Einsatz von Kunststoffverpackungen und deren Recycling wäre eine effektive Einflussnahme seitens der NGOs denkbar, bislang ist dies jedoch nicht beobachtbar.

14.4 Situation am Point of Sale

Zur Erfassung der Situation am PoS wurden im Rahmen des Projektes insgesamt 12 qualitative Interviews mit Bekleidungseinzelhändlern geführt. Die Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass der Handel ein ineffektives und ineffizientes Recycling von Kunststoffverpackungen am PoS beklagt. Problematisch ist aus Sicht der Befragten, dass jeder Hersteller eine individuelle Verpackungslösung wählt. Dadurch entstehen am PoS viele Verpackungsabfälle aus unterschiedlichen Kunststoffen, deren Materialart nicht immer direkt ersichtlich ist. Für die Händler ist es dadurch zu schwierig und zeitaufwändig, die jeweilige fachgerechte Entsorgungsart der unterschiedlichen Verpackungen zu identifizieren. Aufgrund dieser hohen Komplexität werden Kunststoffverpackungen vor der Entsorgung zumeist nicht sortenrein getrennt.

Insbesondere in Bezug auf Kleiderbügel sehen die Befragten ein großes Potenzial für ein hochwertiges Recycling. Viele Hersteller versenden ihre Produkte als Hängeware und nutzen dafür Kleiderbügel aus Kunststoff. Alternativ werden Produkte als Liegeware versendet, jedoch in vielen Fällen Kleiderbügel aus Kunststoff zur Präsentation der Ware am PoS mitgeliefert.

Da viele Händler eigene Kleiderbügel für eine einheitliche Warenpräsentation nutzen, werden die mitgelieferten Kleiderbügel der Hersteller in der Regel umgehend entsorgt. Kleiderbügel bestehen zumeist aus reinem Polyethylen oder Polypropylen und bieten hervorragende Voraussetzungen für ein hochwertiges, sortenreines Recycling. Dieses Potenzial geht jedoch verloren, da die Mehrheit der befragten Händler Kunststoffabfälle über die Wertstoffsammlung entsorgt, innerhalb derer eine sortenreine Trennung unterschiedlicher Kunststoffe meist nicht stattfindet.

Anders verhält es sich bei Kunststoffverpackungen wie z.B. Polybags oder Stretchfolie. Diese sind häufig durch Aufkleber oder andere Störstoffe wie Beschriftungen oder Silikagele verunreinigt. Eine sortenreine Trennung in die unterschiedlichen Materialbestandteile ist für das Personal am PoS im Tagesgeschäft zu zeitaufwändig, sodass diese Verpackungen aktuell aufgrund des hohen Verschmutzungsgrads ohne eine vorherige Trennung entweder über die Wertstoffsammlung oder bei starker Verschmutzung über den Restmüll entsorgt werden.

14.5 Herausforderungen und Lösungsansätze

Trotz der Abfallhierarchie des KrWG werden in Deutschland Abfälle aus Kunststoff noch überwiegend energetisch verwertet, seit Jahren stagniert das Kunststoff-Recycling auf einem niedrigen Niveau (Umweltbundesamt 2021). Gemischter oder verschmutzter Kunststoffabfall macht Recycling nicht nur komplex und teuer, sondern schränkt auch die Wiederverwendbarkeit von Rezyklaten ein. Die mangelhafte Abfalltrennung ist ein zentraler Faktor für die geringen Mengen an recycelten Abfällen aus Kunststoffen (Baum & Pehnelt 2017). Die Datenerhebung am PoS zeigt, dass auch in der Textilindustrie erheblicher Handlungsbedarf für eine Verbesserung des Kunststoffrecyclings besteht. Die Händler beklagen mangelnde Informationen über die Verpackungsmaterialien und deren fachgerechte Entsorgung. Darüber hinaus bewerten sie die bestehende Entsorgungsinfrastruktur am PoS als unzureichend, da diese keine sortenreine Trennung ermöglicht und ein hochwertiges Recycling der Kunststoffabfälle verhindert. Zwar besteht am PoS das Potenzial, hochwertige Recyclingprozesse zu etablieren, bislang kann dieses jedoch noch nicht realisiert werden.

Als ein zentraler Lösungsansatz lässt sich aus den Erkenntnissen die Notwendigkeit zur Verwendung einheitlicher Verpackungen in der Textilindustrie ableiten. Durch eine Verringerung der eingesetzten Kunststoffmaterialien könnte die sortenreine Trennung der Abfälle am PoS vereinfacht werden. Für eine geringe Anzahl von Kunststoffarten wäre eine getrennte Sammlung und der Aufbau einer entsprechend hochwertigen Recyclinginfrastruktur denkbar. Dafür müssten die genutzten Verpackungen allerdings aus Monomaterialien hergestellt werden. Auf Verbundmaterialien

müsste zur Sicherstellung der Sortenreinheit gänzlich verzichtet werden. Eine weitere Voraussetzung für die Etablierung eines hochwertigen Recyclings ist die Vermeidung der Verschmutzung durch Störstoffe. So sollten Hersteller darauf achten, Verpackungen möglichst wenig zu beschriften oder durch Aufkleber zu verschmutzen. Denkbar wäre es, Beschriftungen und Barcodes nicht direkt auf die Verpackungen zu kleben, sondern die entsprechenden Etiketten und Lieferscheine lose in die Verpackung zu legen. So könnte eine Trennung der Materialien am PoS deutlich vereinfacht werden.

Insgesamt wäre somit beispielsweise eine separate Entsorgung von Kleiderbügeln und Polybags möglich. Beide sind aus hochwertigem Kunststoff und fallen am PoS in großen Mengen an. Mittels der vorgeschlagenen Verbesserung der Entsorgungsinfrastrukturen bietet sich hier erhebliches Potenzial für ein hochwertiges Recycling im Sinne der Kreislaufwirtschaft.

14.6 Literaturverzeichnis

Baum, H.; Pehnelt, G. (2017): The Economics of Recycling revisited: Less might be more. Factbook, CEC (Circular Economy Coalition) for Europe. Wien.

BTE; IFH Köln; KPMG (2015): KPMG Fashion 2025: Studie zur Zukunft des Fashion-Markts in Deutschland. Bundesverband des deutschen Textileinzelhandels e. V., IFH Institut Für Handelsforschung GmbH und KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.

Caniato, F.; Caridi, M.; Crippa, L.; Moretto, A. (2012): Environmental sustainability in fashion supply chains: An exploratory case based research, in: International Journal of Production Economics, 135(2), S. 659–670. DOI: 10.1016/j.ijpe.2011.06.001.

CSR-RUG (2017): Gesetz zur Stärkung der nichtfinanziellen Berichterstattung der Unternehmen in ihren Lage- und Konzernlageberichten.

DGAW (2015): Position der DGAW zur Reform der Entsorgung von wertstoffhaltigen Abfällen in Deutschland. Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V. Berlin.

Ellen MacArthur Foundation (2017): A new textiles economy: Redesigning fashion's future. [<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy-redesigning-fashions-future>; 23.08.2020].

Ellen MacArthur Foundation, UN Environment Programme (2019): The new plastics economy global commitment – 2019 progress report. [<https://www.newplasticseconomy.org/assets/doc/Global-Commitment-2019-Progress-Report.pdf>; 17.01.2021].

- European Commission (2018): Implementation of the Circular Economy Action Plan. [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.html; 23.08.2020].
- Frommeyer, B.; von Gehlen, K.; Koch, J.; Schmiemann, L.; Schewe, G. (2019): Kunststoffverpackungen in der textilen Lieferkette. Forschungsbericht.
- Geissdoerfer, M.; Savaget, P.; Bocken, N. M. P.; Jan, E. (2017): The Circular Economy - A new sustainability paradigm?, in: *Journal of Cleaner Production*, 143, S.757–768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.
- Gesamtverband textil+mode (2017): Mit jeder Faser intelligent – Die deutsche Textil- und Modeindustrie in Zahlen. [https://www.verband-textil-bekleidung.de/fileadmin/Daten/Rundschreiben-Wirtschaft/RS-2017-Wirtschaftspolitik/zahlen2017_web.pdf; 17.01.2021].
- Goworek, H. (2011): Social and environmental sustainability in the clothing industry: a case study of a fair trade retailer, in: *Social Responsibility Journal*, 7(1), S. 74–86. DOI: 10.1108/174711111111114558.
- Grappi, S.; Romani, S.; Barbarossa, C. (2017): Fashion without pollution: How consumers evaluate brands after an NGO campaign aimed at reducing toxic chemicals in the fashion industry, in: *Journal of Cleaner Production*, 149, S. 1164–1173. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.02.183.
- Humml, S. (2018): Plastikabfall – So verändert China die weltweiten Müllströme;in: *Spiegel*, [<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/plastik-muell-china-leitet-weltweite-abfallstroeme-um-a-1214074.html>; 23.08.2020].
- Iacovidou, E.; Velis, C. A.; Purnell, P.; Zwirner, O.; Brown, A.; Hahladakis, J.; Millward-Hopkins, J.; Williams, P. T. (2017): Metrics for optimising the multi-dimensional value of resources recovered from waste in a circular economy : A critical review,in: *Journal of Cleaner Production*, 166, S. 910–938. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.100.
- Korhonen, J.; Nuur, C.; Feldmann, A.; Eshetu Birkie, S. (2018): Circular economy as an essentially contested concept,in: *Journal of Cleaner Production*, 175, S. 544–552. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.111.
- KrWG (2012): Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der um-weltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 01. Juni 2012.
- Li, Y.; Zhao, X.; Shi, D.; Li, X. (2014): Governance of sustainable supply chains in the fast fashion industry, in: *European Management Journal*, 32(5), S. 823–836. DOI: 10.1016/j.emj.2014.03.001.

- Lorek, S.; Spangenberg, J. H. (2014): Sustainable consumption within a sustainable economy–beyond green growth and green economies,in: Journal of cleaner production, 63, S. 33–44. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.08.045.
- Ragaert, K.; Delva, L.; Van Geem, K. (2017): Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste, in: Waste Management, 69, S. 24–58.
- Seuring, S.; Müller, M. (2008): From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management,in: Journal of Cleaner Production, 16(15), S.1699–1710. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.07.044.
- Stiftung Zentrale Stelle (2019): Positive Bilanz nach 10 Monaten Verpackungsregister – Verpackungsgesetz entfaltet beabsichtigte Wirkungen. Verpackungsregister. [<https://www.verpackungsregister.org/information-orientierung/neuigkeiten-presse/aktuelles/detail-ansicht-newseintraege/news/positive-bilanz-nach-10-monaten-verpackungsregister-verpackungsgesetz-entfaltet-beabsichtigte-wirkungen>; 23.08.2020].
- Umweltbundesamt (2016a): Position: Steigerung des Kunststoffrecyclings und des Rezyklateinsatzes. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/170601_uba_pos_kunststoffrecycling_dt_bf.pdf; 17.01.2021].
- Umweltbundesamt (2016b): Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen – mit Schwerpunkt Sekundärkunststoffe. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_65_2016_steigerung_einsatz_sekundaerrohstoffe.pdf; 17.01.2021].
- Umweltbundesamt (2019): Abfallrecht. [<https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/abfallrecht>; 23.08.2020].
- Umweltbundesamt (2021): Kunststoffabfälle. [<https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/kunststoffabfaelle#kunststoffe-produktion-verwendung-und-verwertung>; 17.01.2021].
- VerpackG (2017): Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen vom 5. Juli 2017.

15 Recycling von Kunststoffabfällen mittels 3D-Druck

Frommeyer, Britta
von Gehlen, Kristina
Scagnetti, Carla
Lorenz, Manuel
Koch, Julia
Tornow, Maren
Schewe, Gerhard

Das folgende Kapitel ist ein gekürzter Auszug aus dem Business Case „Eine betriebswirtschaftliche Analyse des Einsatzes von 3D-Druck im Kontext des Kunststoffrecyclings innerhalb der textilen Lieferkette“. Die ausführliche Version ist abrufbar unter www.fatm.de.

15.1 Einleitung

Das hohe Aufkommen von Kunststoffabfällen in der textilen Lieferkette ist bislang aufgrund fehlender Alternativmaterialien nur teilweise vermeidbar. Zudem beklagen Händler¹³ den aktuellen Recyclingprozess als ineffizient und ineffektiv. Auch in Bezug auf die Sensibilisierung von Verbraucher*innen hinsichtlich Kunststoffabfällen in der textilen Lieferkette und im stationären Handel besteht Handlungsbedarf.

Das FATM-Konzept, entwickelt als ein regionales Konzept anwendbar auf unterschiedliche Städte und Regionen, ermöglicht ein innovatives Recycling der am PoS anfallenden Kunststoffabfälle mittels 3D-Druck. Gleichzeitig werden Verbraucher*innen mit dem Thema Kunststoffabfall konfrontiert. Für die Umsetzung des Konzepts schließen sich mehrere regionale Textilhändler zusammen, deren Kunststoffabfall gesammelt, recycelt und schließlich in neue Produkte umgewandelt wird. Da diese Produkte aus dem 3D-Drucker stammen, ist eine individuelle Produktgestaltung möglich. So können beispielsweise nützliche Alltagshelfer oder Ersatzteile hergestellt werden.

¹³ Die Bezeichnung juristischer Personen wie bspw. Händler, Hersteller, Vertreiber richtet sich nach dem grammatischen Geschlecht des Bezugswortes.

Die öffentlichkeitswirksame Weiterverarbeitung der Kunststoffabfälle direkt am PoS erhöht die Sichtbarkeit der Kunststoffabfälle in der textilen Lieferkette. Dies führt wiederum zu einer Bewusstseins-schaffung bei Verbraucher*innen für die Thematik Kunststoffabfall. Gleichzeitig kann die Recyclinganlage zur Attraktivitätssteigerung der Innenstadt beitragen, indem Recycling vor Ort erlebbar gemacht wird.

Die im Folgenden dargestellten Anforderungen an den Betrieb der Recycling-Anlage wurden in Kooperation mit dem 3D-Druck Unternehmen Urbanmaker entwickelt, welches langjährige Erfahrung im Bereich der additiven Fertigung besitzt. Alle getroffenen Annahmen basieren auf Einschätzungen von Expert*innen im Bereich 3D-Druck mittels Fused Filament Fabrication-Verfahren (FFF-Verfahren).

15.2 Voraussetzungen für den Betrieb der Recycling-Anlage

Damit eine Umsetzung des FATM-Konzepts möglich ist, werden ausreichend Kunststoffabfälle von passender Qualität, eine Recyclingmaschine zur Herstellung von 3D-Druck-Filament sowie ein 3D-Drucker benötigt. Darüber hinaus ist auch eine geeignete Infrastruktur und qualifiziertes Personal von hoher Bedeutung.

Die im 3D-Druck hergestellten Produkte werden aus recyceltem Filament produziert, welches aus *Kunststoffabfällen vom PoS* besteht. Dafür müssen die Kunststoffabfälle zunächst gesäubert und geschreddert werden. Im Anschluss werden sie dann zu Granulat und abschließend zu Filament weiterverarbeitet. Damit aus den Kunststoffabfällen Filament hergestellt werden kann, müssen diese sortenrein sortiert werden und einen geringen Verschmutzungsgrad sowie eine geringe Anzahl an Störstoffen aufweisen.

Im Rahmen des Projekts wurde die *Eignung von Polybags und Kleiderbügel zur Herstellung von 3D-Druck-Filament* erforscht. Da Polybags meist mit Aufklebern in Papierform versehen sind, ist die Anforderung der Sortenreinheit nicht erfüllt und eine manuelle Sortierung durch Mitarbeiter*innen am PoS zu aufwändig. Zudem sind Polybags aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung mit dem aktuellen Stand der Technik nicht gut für eine Verarbeitung im 3D-Druck geeignet und wurden daher nicht weiter betrachtet. Die im Projekt getesteten Kleiderbügel bestanden aus zwei unterschiedlichen Materialien (Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS)). Daher ist die manuelle sortenreine Sortierung durch das Einzelhandelspersonal grundsätzlich möglich. Darüber hinaus eigneten sich die Kleiderbügel aus PP und PS gut zur Herstellung von 3D-Druck-Filament. Bei der Herstellung von Recycling-Filament aus PS war jedoch das Hinzufügen eines Anteils von 20% des Primärkunststoffs High Im-

pact Polystyrene (englisch, Abk. HIPS) notwendig, um die gewünschte Stabilität des Produkts zu erreichen. Um einen effektiven Recyclingprozess zu gewährleisten wird schätzungsweise eine monatliche Mindestmenge von knapp 400 Kleiderbügeln benötigt.

Für den Standort der *Recyclingmaschine* wird ein trockener Ort mit wenig Staubbildung benötigt. Die Maschine selbst muss mit Starkstrom betrieben werden und benötigt eine Fläche von ungefähr 30 m². Einschließlich Lagerplatz für die Abfälle wird insgesamt eine Fläche von ungefähr 200 m² benötigt. Aus diesem Grund eignet sich eine Lage in einem Industriegebiet am Stadtrand, welches gut an die Innenstadt angebunden ist. Die Bedienung der Recyclingmaschine muss von erfahrenen Maschinenführer*innen übernommen werden.

Der *3D-Drucker* produziert aus dem recycelten Filament mithilfe von CAD-Dateien neue Produkte. Dafür benötigt dieser eine Fläche von ungefähr 4m² und eine stabile WLAN-Verbindung. Als Standort eignet sich ein exponierter Ort in der Innenstadt. Die Bedienung des 3D-Druckers ist verhältnismäßig einfach und kann von Personal aus dem Einzelhandel übernommen werden. Hierfür sollte ein grundlegendes Verständnis für den 3D-Drucker vorhanden sein und auch Kenntnis von Lösungen bei nicht-schwerwiegenden Betriebsproblemen der Anlage. Neben der Bedienung des Druckers fällt auch Produktberatung und -verkauf sowie Aufklärung über den 3D-Druck und über Kunststoffverpackungen in den Aufgabenbereich der Mitarbeiter*innen.

Zudem ist eine durchdachte und funktionierende *Infrastruktur* erforderlich. So muss die Möglichkeit gegeben sein, anfallende Kunststoffabfälle zumindest für eine kurze Zeit zu sammeln, idealerweise durch eine zentrale Sammelstelle in der Innenstadt. Dies hat den Vorteil, dass Händler keinen zusätzlichen Stauraum für die Lagerung der Abfälle bereitstellen müssen und der entstehende Kunststoffabfall für Verbraucher*innen sichtbar gemacht wird. Da die benötigte Recyclingmaschine aus Platzmangel nicht in der Innenstadt aufgestellt werden kann, muss der Transport der Kunststoffabfälle von der Sammelstelle hin zur Recyclingmaschine und schließlich auch der Transport des hergestellten Recycling-Filaments zum Standort des 3D-Druckers gewährleistet werden. Hierfür eignet sich das Beauftragen eines lokal ansässigen Unternehmens, welches in regelmäßigen, sich wiederholenden Abständen diese Touren fährt.

15.3 Umsetzbarkeit des FATM-Konzeptes

15.3.1 Praktische Umsetzbarkeit

Das FATM-Konzept ist als regionales Konzept zu verstehen, welches auf unterschiedliche Rahmenbedingungen angepasst werden kann. Um eine praxisorientierte Analyse der Umsetzbarkeit des Konzeptes vorzunehmen, diente die Stadt Straubing als Reallabor. Zudem wurde das Konzept sowie Einsatzbereiche und Anwendungsfälle auf einem Praxisworkshop mit verschiedenen Herstellern und lokalen Händlern diskutiert.

So wurde herausgearbeitet, dass ein Zusammenschluss von mehreren Händlern nötig ist. Der Austausch mit Praxispartnern am Standort Straubing hat ergeben, dass bei einem Händler eine durchschnittliche monatliche Abfallmenge von ungefähr 167 Kleiderbügel entsteht. Um die monatliche Mindestmenge an Kunststoffabfällen zu erreichen, müssen also mindestens drei Einzelhändler das Konzept gemeinsam umsetzen.

Für die manuelle Sortierung der Kleiderbügel durch das Einzelhandelspersonal werden entsprechende Kenntnisse über die verschiedenen Materialarten benötigt. Zudem sollten Mitarbeiter*innen in der Lage sein, Kleiderbügel aus PP und PS zu erkennen, zu benennen und zu trennen. Um dies zu erreichen bedarf es einer einmaligen Schulung zu Beginn der Umsetzung des FATM-Konzepts.

Für die Produkte, die mittels 3D-Druck entstehen, wurden im Austausch mit Herstellern und Händlern verschiedene Anwendungsfelder identifiziert. Da der Prozess der Produkterstellung von den Konsument*innen miterlebt und mit einer nur geringen Wartezeit verbunden werden soll, sollte die Druckdauer maximal 10 Minuten betragen. Das erzeugte Produkt sollte daher von eher geringer Größe sein, damit diese Druckdauer eingehalten werden kann. Insbesondere die Herstellung von individualisierbaren Produkten als Marketing-Aktion für Unternehmen oder die Stadt Straubing sowie die Herstellung spezifischer Ersatzteile wie Rucksackschnallen, welche die Lebensdauer von Produkten verlängern könnten, erscheinen vielversprechend. Grundsätzlich können aufgrund der CAD-Dateien sehr spezifische Produkte gedruckt werden und die Produktpalette durch das Hinzufügen neuer CAD-Dateien jederzeit an die Anforderungen der Konsument*innen angepasst werden.

Neben der Herstellung und dem Verkauf der Produkte wurden zudem vor allem das Potential der Bewusstseins-schaffung bei den Konsument*innen und der Aspekt der regionalen Vermarktung als vielversprechend angesehen. So könnten Führungen über die Funktionsweise der Recyclinganlage und des 3D-Druckers vom Personal vor Ort angeboten werden. Zudem könnte das recycelte Filament sowie der 3D-Drucker von Unternehmen, Schulen, Vereinen und sonstigen Institutionen für verschiedene Aktionen genutzt werden.

15.3.2 Betriebswirtschaftliche Bewertung

Durch eine gemeinschaftliche Umsetzung des Konzepts im Rahmen eines Verbunds mehrerer Einzelhändler lässt sich grundsätzlich ein wirtschaftlicher Prozess etablieren. So kann nicht nur die benötigte Menge an Kunststoffabfällen bereitgestellt werden, sondern Anschaffungs- und Betriebskosten der Recycling-Anlage sowie Schulungskosten für das Personal auf die Beteiligten umgelegt werden.

Den umfangreichsten Kostenpunkt stellen die Personalkosten dar. Mit der Recyclingmaschine zur Granulat- und Filamentverarbeitung sowie mit dem 3D-Drucker gehen weitere Kosten einher. Auch die vorgeschriebenen jährlichen Instandhaltungen und Wartungen der Maschinen sind kostenintensiv.

Eine Deckung der entstehenden Kosten kann durch eine Kombination von Produktverkäufen und Führungen angestrebt werden. Darüber hinaus bestehen verschiedene Möglichkeiten zur Beantragung staatlicher Fördergelder. Weiterhin kann zukünftig von stark sinkenden Fixkosten ausgegangen werden, da aufgrund des technologischen Fortschritts voraussichtlich neuartige Maschinen mit vergleichsweise geringeren Anschaffungskosten für die Filamentproduktion zur Verfügung stehen werden.

15.3.3 Ökobilanzielle Bewertung

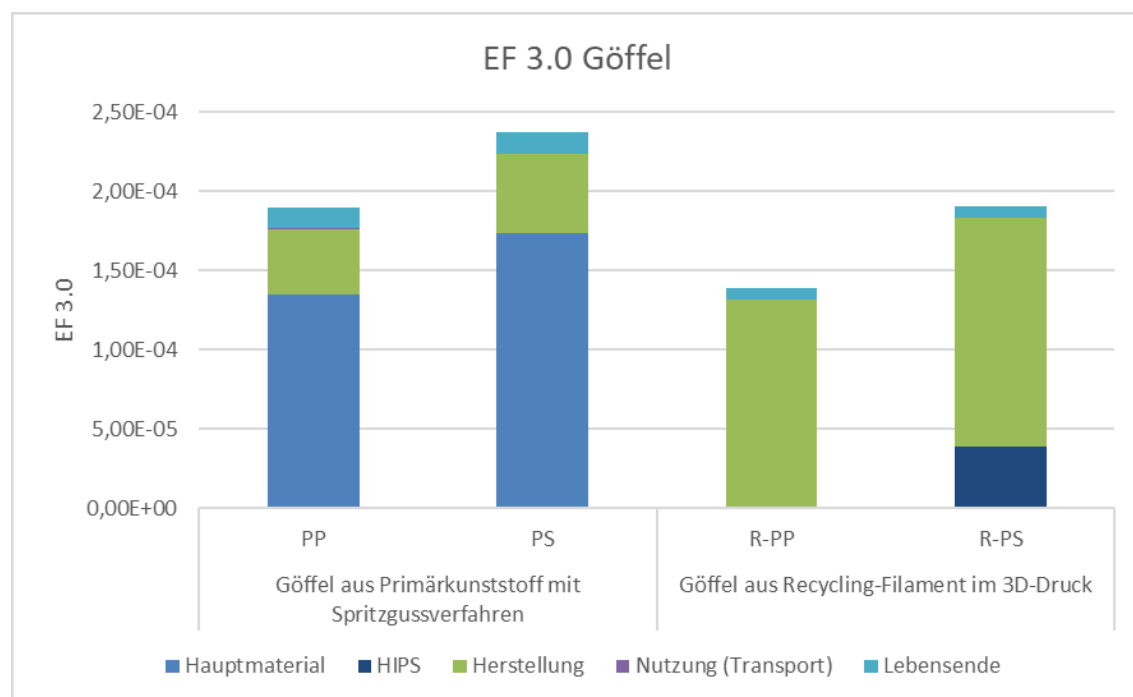
Anhand eines Ökobilanzscreenings wurde überprüft, ob die vorgeschlagene Recycling-Anlage auch in Bezug auf ihre Umweltwirkung als vorteilhaft einzustufen ist. Die Bewertung erfolgte durch ein Ökobilanzscreening nach der vom Umweltbundesamt (UBA) (Finkbeiner et al. 2019) und der EU Kommission (Europäische Kommission 2012; Zampori & Pant 2019) empfohlenen Herangehensweise des Environmental Footprint EF 3.0 und des daraus abgeleiteten CO₂-Fußabdrucks. Dabei wurden die Umweltwirkungen von zwei Beispielprodukten miteinander verglichen. Beide Produkte können sowohl im 3D-Druck-Verfahren aus den recycelten Kleiderbügeln aus Polypropylen (R-PP) und Polystyrol (R-PS), d.h. aus Sekundärkunststoff, als auch im herkömmlichen Spritzgussverfahren aus Primärkunststoff hergestellt werden.

Beispielprodukt Göffel:

Der „Göffel“ ist ein Gebrauchsgegenstand, der häufig beim Camping zum Einsatz kommt. Es handelt sich um eine Hybridlösung aus Gabel und Löffel, die je nach Bedarf flexibel eingesetzt werden kann. Die Geometrie des Göffels ermöglicht eine Herstellung im 3D-Druck-Verfahren. In dieser Szenarioanalyse wird die Herstellung eines Göffels aus Primärmaterial (PP und PS) im konventionellen industriellen Spritzgussverfahren mit der Herstellung eines Göffels aus R-PP und R-PS im 3D-Druck-Verfahren verglichen. Wie zuvor erwähnt, enthalten die Produkte aus R-PS zusätzlich 20% des Primärkunststoffs

HIPS, welcher ebenfalls bei der Berechnung der Umweltwirkung berücksichtigt wurde.

Die Ergebnisse des Ökobilanzscreenings anhand der EF 3.0 Methodik (siehe Kapitel 5.3.2) zeigen den allgemeinen Umweltfußabdruck (eng. *Environmental Footprint*, EF) sowie den Beitrag zum Klimawandel in kg-CO₂-Äquivalenten der verschiedenen Lebenszyklusphasen. Der EF der verschiedenen Szenarien ist in Abbildung 15-1 dargestellt.¹⁴



Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 15-1: Environmental Footprint Screening für das Produkt Göffel

Die Ergebnisse des Ökobilanzscreenings zeigen, dass für beide Kunststoffarten (PP und PS) die Herstellung des Göffels aus Recyclingfilament im 3D-Druck mit weniger Umweltwirkungen verbunden ist als die Herstellung des Göffels aus Primärkunststoff im Spritzgussverfahren. Diese Tendenz zeigt sich auch in den Ergebnissen des CO₂-Fußabdrucks.

¹⁴ Die Ergebnisse des CO₂-Fußabdrucks können dem oben genannten Business Case entnommen werden.

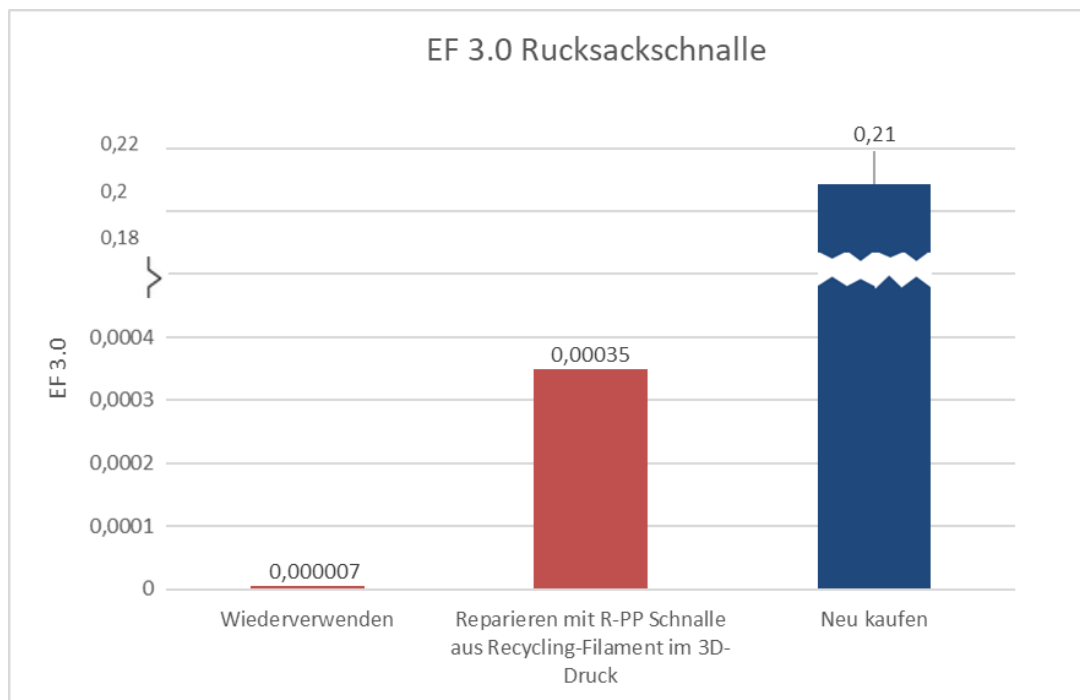
Zwar ist die Umweltwirkung des Herstellungsprozesses beim 3D-Druck größer als beim Spritzgussverfahren, die Umweltwirkung des Recyclingmaterials jedoch im Vergleich zu Primärkunststoff deutlich geringer. In der vorliegenden Szenario-Analyse wird das Sekundärmaterial (R-PP und R-PS) aus Abfallmaterial gewonnen, welches ansonsten der Müllverbrennung zugeführt werden würde. Daher wurde ein „Avoided Burden“-Ansatz mit lastenfreiem Materialeinsatz gewählt.

Auch im Falle der Beurteilung der Umweltwirkung anhand des CO₂-Fußabdrucks zeigen die Ergebnisse, dass die Herstellung des Göffels aus Recyclingfilament vorteilhaft gegenüber der Herstellung des Göffels aus Primärmaterial im Spritzgussverfahren ist.

Beispielprodukt Rucksackschnalle:

Bei der Betrachtung des Beispielprodukts Rucksackschnalle wird von einer Nutzung der Schnalle als Ersatzteil ausgegangen. Für den Umgang mit einer kaputten Rucksackschnalle ergeben sich drei Szenarien. Entweder kann (1) der Rucksack trotz kaputter Schnalle weitergenutzt werden, (2) eine neue Schnalle aus R-PP im 3D-Druck hergestellt und der Rucksack somit repariert werden, oder (3) ein neuer Rucksack gekauft werden. Die Umweltwirkung der verschiedenen Szenarien ist in Abbildung 15-2 anhand des EF 3.0 Screenings dargestellt.¹⁵

¹⁵ Die Ergebnisse des CO₂-Fußabdrucks können dem oben genannten Business Case entnommen werden.



Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 15-2: Ergebnisse des EF für das Beispielprodukt Rucksackschnalle

Die Ergebnisse des Ökobilanzscreenings anhand der EF 3.0 Methodik zeigen, dass die Herstellung einer Rucksackschnalle aus R-PP im 3D-Druck und die damit einhergehende Verlängerung der Nutzungsdauer des Produkts mit deutlich weniger Umweltwirkungen verbunden ist als der Kauf eines neuen Rucksacks. Der Kauf eines neuen Rucksacks ist mit der 600-fachen Umweltwirkung (EF) und mit dem 760-fachen CO₂-Fußabdruck verbunden. Die zusätzliche Umweltauswirkung durch die Herstellung der Schnalle ist im Vergleich zum Szenario der Weiterverwendung des Rucksacks mit kaputter Schnalle als marginal einzustufen.

Im ersten Szenario ergibt sich die Umweltbelastung aus der Verbrennung der Kleiderbügel, die nicht recycelt werden. Im zweiten Szenario ergeben sich die Umweltbelastungen hauptsächlich aus dem Energieverbrauch des 3D-Druckprozesses, zu dem auch das Recycling (Schreddern, Granulat- und Filamentherstellung) der Kleiderbügel gehört.

15.4 Fazit

Das FATM-Konzept ist ein neuartiges Konzept mit Signalwirkung, von dem sowohl Händler, Kund*innen als auch die jeweiligen Städte profitieren können. Es bietet einen interaktiven Rahmen, in dem anfallender Kunststoffabfall effizient und effektiv wiederverwendet wird. Konsument*innen werden auf

die Problematik von Kunststoffabfällen in der textilen Lieferkette aufmerksam gemacht und erhalten Einblicke in die Funktionsweise des Kunststoffrecyclings. Durch den öffentlichkeitswirksamen Betrieb des 3D-Druckers leistet das FATM-Konzept einen Beitrag zur Attraktivitätssteigerung von Innenstädten. Gleichzeitig zeigt die betriebswirtschaftliche und ökobilanzielle Bewertung, dass eine praktische Umsetzung der konzipierten Recyclinganlage sowohl ökonomisch als auch ökologisch vorteilhaft sein kann.

15.5 Literaturverzeichnis

Europäische Kommission (2012): Product Environmental Footprint (PEF) Guide. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. H08 Sustainability Assessment Unit. Ref. Ares(2012)873782 - 17/07/2012. Ispra, Italy.

Finkbeiner, M., Bach, V., Lehmann, A. (UBA) (2019): Environmental Footprint: Der Umwelt-Fußabdruck von Produkten und Dienstleistungen. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.

Zampori, L., Pant, R. (Europäische Kommission) (2019): Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method. Joint Research Centre, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

16 Produktionsverfahren für Textilien aus Rezyklaten und PHB im 3D Druck

Frommeyer, Britta
von Gehlen, Kristina
Koch, Julia
Tornow, Maren
Schewe, Gerhard

Das folgende Kapitel ist ein gekürzter Auszug aus dem Business Case „Eine betriebswirtschaftliche Analyse des Einsatzes von 3D-Druck im Kontext des Kunststoffrecyclings innerhalb der textilen Lieferkette“. Die ausführliche Version ist abrufbar unter www.fatm.de.

16.1 Einleitung

Die Technologie des 3D-Drucks und die Vielfalt der dabei verwendeten Materialien werden kontinuierlich verbessert. In der Folge besitzt das Verfahren das Potenzial, die Produktion und den Konsum der Zukunft zu revolutionieren (Kim et al. 2019; Vettesse Forster 2017). 3D-Druck bietet auch für die Textilindustrie verschiedene Vorteile. Da für das Verfahren weniger manuelle Arbeitskraft benötigt wird, könnte die Auslagerung der Produktion in Niedriglohnländer verringert und so weite Transportwege eingespart werden. Mit einem optimierten Prozess könnten Unternehmen zudem Kosten einsparen und flexibler auf die Bedürfnisse der Konsument*innen reagieren. Diese Vorteile der 3D-Druck Technologie haben auch verschiedene Designer*innen, Textilhersteller¹⁶ und Startups entdeckt, welche die Einsatzmöglichkeiten von 3D-Druck in der Textilherstellung erforschen (Peleg 2020; Daviy 2020; Ministry of Supply 2020; Modeclix 2020; Sirch 2016; von Pentz 2017; 3Dnatives 2019). Jedoch existieren in der Textilindustrie noch keine einheitlichen Produktionsverfahren. Hohe Kosten und Materialmängel verhindern bislang eine kommerzielle Verbreitung des 3D-Drucks. Massentaugliche Produktionsverfahren konnten bisher lediglich in der Sportschuhindustrie entwickelt werden

¹⁶ Die Bezeichnung juristischer Personen wie bspw. Händler, Hersteller, Vertreiber richtet sich nach dem grammatischen Geschlecht des Bezugswortes.

(Carbon 2020; Essop 2019; Formlabs 2020; Koslow 2016; Lord 2018; Spiewak 2017; Thum 2018; Zierer 2020; 3Druck 2018). Beobachtbar sind hier insbesondere Kooperationen zwischen Textilunternehmen und Unternehmen mit Expertise im 3D-Druck (Spiewak 2017). Insgesamt ergeben sich für Unternehmen und Designer*innen jedoch noch immer viele Unsicherheiten in Zusammenhang mit den technologischen Möglichkeiten des 3D-Drucks zur Herstellung von Bekleidung. Regelmäßig stellen Unternehmen ihre Forschungsarbeiten aufgrund von Problemen mit der Technologie oder mangelnder Nachfrage ein (Cooper 2017; Goehrke 2018; Pasricha & Greeninger 2018; Stevenson 2019).

Die bestehende Forschung zur Textilherstellung mittels 3D-Druck konzentriert sich insbesondere auf die Verwendung von thermoplastischem Polyurethan (TPU). TPU ist aufgrund der hohen Flexibilität und seiner Textur gut geeignet zur Herstellung von Bekleidung. Allerdings kann 3D-gedruckte Kleidung aus TPU im Vergleich zu konventioneller Kleidung leicht brechen oder sich lösen, was die Trageeigenschaften mindert. Darüber hinaus haftet TPU häufig an der Düse des Druckers und verstopft diese (Han & Kim 2018; Kim et al. 2019; Lee 2015). Neben TPU wurde auch die Eignung von PLA (Polylactic Acid) und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere (ABS) zur Herstellung von Bekleidung erforscht. Beide Materialien eignen sich jedoch weniger gut als TPU (Kim et al. 2019).

Insgesamt zeigt sich, dass zwar viele Ansätze zur Herstellung von Bekleidung aus dem 3D-Drucker verfolgt werden, es jedoch noch großen Forschungsbedarf in Bezug auf geeignete Filamente gibt (Pei et al. 2015). Im Rahmen dieses Projektes wurden daher vier Filamente, TPU, R-PP (Recycling-Polypropylen), R-PS (Recycling-Polystyrol) und PHB (Polyhydroxybuttersäure) auf ihre Eignung zur Herstellung von Textilien mittels 3D-Druck-Verfahren getestet. TPU wurde ausgewählt, da es aufgrund vorheriger Studien als vielversprechendes Material für die Herstellung flexibler Strukturen im 3D-Druck gilt. Die Filamente aus R-PP und R-PS wurden getestet, da sie im Zuge des Projektes aus Kunststoffabfällen vom Point of Sale recycelt wurden und somit großes Potenzial für die Etablierung eines geschlossenen Recyclingkreislaufs bieten. Darüber hinaus wurden Drucktests mit dem bioabbaubaren Kunststoff PHB durchgeführt, welcher bislang nicht zur Verwendung im 3D-Druck Verfahren erforscht wurde.

16.2 Anforderungen an die Beschaffenheit 3D-gedruckter Bekleidung

Die Anforderungen an Bekleidung, die mittels 3D-Druck hergestellt wird, sind insgesamt hoch. Die gedruckte Bekleidung muss flexibel, drapierbar, dehnbar und bequem sein (Bingham et al. 2007; Materialise 2013; Pei et al. 2015).

Daher darf die Struktur des Materials nicht porös oder brechbar sein. Diese Eigenschaften dürfen sich auch im Zeitverlauf nicht ändern, damit die Haltbarkeit der Bekleidung über einen längeren Zeitraum gewährleistet ist (Pei et al. 2015). Weiterhin darf die Kleidung nicht zu schwer sein, um einen hohen Tragekomfort sicherzustellen (Salonitis & Al Zarban 2015). Darüber hinaus müssen auch 3D-gedruckte Kleidungsstücke atmungsaktiv und waschmaschinentauglich sein.

16.3 Eignung von PHB zur Verwendung im 3D-Druck

Da PHB bislang kaum für die Verwendung im 3D-Druck genutzt wird, war zum Zeitpunkt der Drucktests kein entsprechendes Filament auf dem Markt erhältlich. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Projekts zunächst erforscht, ob sich aus dem verfügbaren Granulat PHB-Filament herstellen lässt. Es wurden zwei verschiedene Typen von Polyhydroxyalcanoaten (PHAs) getestet: PHBV (Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)) und PHB. PHB gilt insbesondere aufgrund der biologischen Abbaubarkeit (Brandl et al. 1990; Avérous & Pollet 2012; Dill 2020) als vielversprechendes Material und kann aufgrund seiner Eigenschaften vielfältig eingesetzt werden.

Aus dem PHBV-Granulat konnte bei einer Extrusionstemperatur von 180-190°C aus 7kg Granulat erfolgreich eine 5kg Spule Filament extrudiert werden. Im Zuge der Drucktests zeigte sich jedoch auf allen verfügbaren Oberflächen eine mangelhafte Druckbetthaftung. Getestet wurde die Druckbetthaftung auf Glas-, BuidTak-, MT-Plus- und tefka-Oberflächen. Aufgrund der mangelhaften Druckbetthaftung war kein Aufbau einer Geometrie möglich. Das getestete PHBV ist somit für die Verwendung im 3D-Druck nicht geeignet.

Auch das PHB konnte erfolgreich zu Filament extrudiert werden. Bei einer Extrusionstemperatur von 180-190°C konnte aus 5kg Granulat insgesamt 2,4kg Filament hergestellt werden. Die Verwendung des Filaments im 3D-Druck zeigte, dass der Aufbau einer Geometrie möglich ist. Die beste Druckbetthaftung wurde auf MT-Plus- und tefka-Oberflächen erreicht. Im Zuge der Drucktests gelang es, unterschiedliche Produkte aus PHB herzustellen, deren Qualität überzeugte. Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten lassen darauf schließen, dass der bioabbaubare Kunststoff PHB für die Nutzung im 3D-Druck Verfahren grundsätzlich geeignet ist.

16.4 Ergebnisse der 3D-Drucktests

Der 3D-Drucktest mit TPU zeigte, dass aus TPU unterschiedliche Muster und Strukturen hergestellt werden können. Die gedruckte Netzstruktur verfügt insgesamt über einen sehr hohen Flexibilitätsgrad. Das gedruckte Material lässt sich sehr gut biegen und formen, ist nicht porös und bricht nicht. Es lässt sich flexibel drapieren, verformt sich jedoch ohne weitere Befestigung wieder zurück in den Ausgangszustand. Weiterhin ist das Material nach dem Druck nicht dehnbar. Die Netzstruktur ist luftdurchlässig, wie in Abbildung 16-1 sichtbar ist. Für die Messung des Gewichts wurde bei allen Materialproben eine Größe von 9,5*9,5cm betrachtet. Das Gewicht des TPU-Materials beträgt etwa 1,5g. Zudem zeigte sich das Material im Test waschtauglich.



Quelle: Eigene Aufnahmen

Abbildung 16-1: Ergebnisse der Drucktests mit TPU

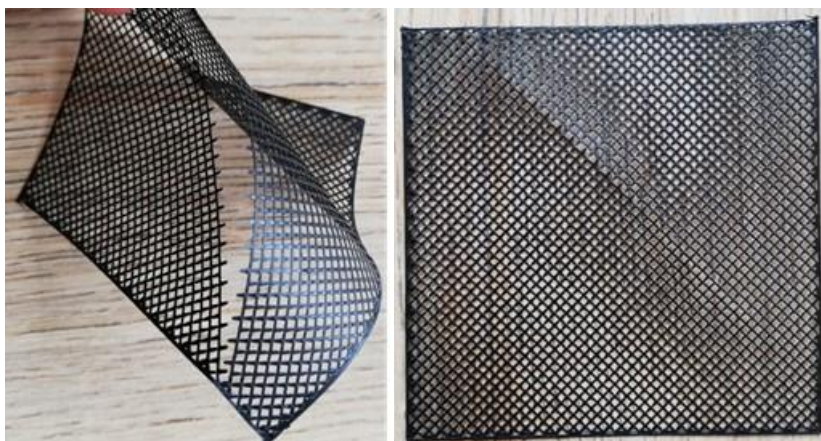
Aus dem 3D-Drucktest mit dem Filament R-PP ging hervor, dass die gedruckte Netzstruktur, wie in Abbildung 16-2 sichtbar, insgesamt sehr porös ist und leicht bricht. Das gedruckte Material lässt sich nicht biegen, formen oder drapieren und ist nicht dehnbar. Die Netzstruktur ist luftdurchlässig. Das Gewicht dieser Materialprobe beträgt etwa 2g. Das Material ist nicht waschtauglich.



Quelle: Eigene Aufnahmen

Abbildung 16-2: Ergebnisse der Drucktests mit R-PP

Aus den Drucktests mit dem Filament R-PS lässt sich erschließen, dass unterschiedliche Muster und Strukturen im 3D-Druck hergestellt werden können. Die gedruckte Netzstruktur ist jedoch insgesamt sehr porös und bricht leicht. Das gedruckte Material lässt sich nicht biegen, formen oder drapieren und ist nicht dehnbar. Die Netzstruktur ist luftdurchlässig. Das Gewicht der Materialprobe beträgt etwa 2g. Wie das Filament aus R-PP, ist auch dieses Material nicht waschtauglich. Die Drucktests sind in Abbildung 16-3 dargestellt.



Quelle: Eigene Aufnahmen

Abbildung 16-3: Ergebnisse der Drucktests mit R-PS

Aus PHB können unterschiedliche Muster und Strukturen im 3D-Druck hergestellt werden (siehe Abbildung 16-4). Die gedruckte Netzstruktur zeigt insgesamt einen hohen Flexibilitätsgrad. Das gedruckte Material lässt sich gut

biegen und formen, ist nicht porös und bricht nicht. Es lässt sich flexibel drapieren, verformt sich jedoch ohne weitere Befestigung wieder zurück in den Ausgangszustand. Auch dieses Material ist nach dem Druck nicht dehnbar. Wie auch bei den anderen getesteten Filamenten ist die Netzstruktur luftdurchlässig. Mit 1,25g ist diese Materialprobe die leichteste der getesteten Filamente. Das Material zeigte sich, wie auch die Materialprobe aus TPU, im Test waschtauglich.



Quelle: Eigene Aufnahmen

Abbildung 16-4: Ergebnisse der Drucktests mit PHB

16.5 Fazit zur Eignung der getesteten Kunststoffe

Insgesamt zeigen die durchgeführten 3D-Drucktests, dass bei Verwendung von TPU und PHB zwar die wesentliche Anforderung der Flexibilität erreicht werden kann, die übrigen Anforderungen allerdings noch nicht erfüllt werden können. Das im Rahmen des Projekts hergestellte R-PP und R-PS eignet sich im Vergleich zu TPU und PHB weniger gut für die Herstellung von Bekleidung. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der bioabbaubare Kunststoff PHB grundsätzlich zur Herstellung von Bekleidung mittels 3D-Druck in Betracht gezogen werden sollte. Dennoch sind die gedruckten Strukturen hinsichtlich ihrer Eigenschaften insgesamt noch nicht vergleichbar mit klassischen Textilprodukten. Die Ergebnisse der Drucktests zur Herstellung von Bekleidung mittels 3D-Druck werden in Tabelle 16-1 zusammengefasst. Zukünftige Forschungsprojekte können auf den hier präsentierten Erkenntnissen aufbauen, um die verwendeten Filamente weiter für den Einsatz zur Herstellung von Bekleidung zu optimieren.

Tabelle 16-1: Beurteilung der getesteten Kunststoffalternativen

Anforderungen	TPU	R-PP	R-PS	PHB	Baumwollstoff
Flexibilität	+	-	-	+	++
Dehnbarkeit	--	--	--	--	+
Gewicht (9,5*9,5 cm)	1,5g	2g	2g	1,25g	<1g
Atmungsaktivität	+	+	+	+	++
Waschbarkeit	+	--	--	+	++

Anmerkung: Die Beurteilung der Eigenschaften erfolgte anhand einer 5-stufigen Skala von -- = „Anforderung gar nicht erfüllt“ bis ++ = „Anforderung vollständig erfüllt“

Quelle: Eigene Darstellung

16.6 Literaturverzeichnis

- Avérous, L.; Pollet, E. (2012): Biodegradable polymers. Environmental silicate nano-biocomposites, S. 13–39. London.
- Bingham, G. A.; Hague, R. J.; Tuck, C. J.; Long, A. C.; Crookston, J. J.; Sherburn, M. N. (2007): Rapid manufactured textiles, in: International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 20(1), S. 96–105. DOI: 10.1080/09511920600690434.
- Brandl, H.; Gross, R. A.; Lenz, R. W.; Fuller, R. C. (1990): Plastics from bacteria and for bacteria: poly (β -hydroxyalkanoates) as natural, biocompatible, and biodegradable polyesters, in: Microbial Bioproducts, S. 77–93. Berlin, Heidelberg.
- Carbon (2020): Digital Light Synthesis™. [<https://www.carbon3d.com/3d-printer-models-carbon/our-technology/>; 29.12.2020].
- Cooper, D. (2017): How Electroloom's clothes-printing revolution died. Engadget. [<https://www.engadget.com/2017-09-14-electroloom-clothes-printing-startup-death-aaron-rowley.html>; 29.12.2020].
- Daviy, J. (2020): Turning Innovation Into Legacy. [<https://juliadaviy.com/about-3d-printers/>; 28.12.2020].
- Dill, S. (2020): Verarbeitung und Charakterisierung von Polyamid 6-Polyhydroxybutyrat-Blends. Universitätsverlag der TU Berlin. Schriftenreihe Kunststoff-Forschung, 86.

- Essop, A. (2019): New Balance and Formlabs reveal Triplecell sneaker with upgraded 3D printed forefoot. 3D Printing Industry. [https://3dprintingindustry.com/news/new-balance-and-formlabs-reveal-triplecell-sneaker-with-upgraded-3d-printed-forefoot-162012/;29.12.2020].
- Formlabs (2020): Leading the Future of Performance Products With Customized Manufacturing. [https://formlabs.com/customer-stories/newbalance/;29.12.2020].
- Goehrke, S. A. (2018): 3DS' New Fabricate Application: 4 Steps to Wearable Fashion Right Off a Cube 3D Printer. 3D Print. [https://3dprint.com/94618/3ds-cubify-fabricate/;29.12.2020].
- Han, Y.; Kim, J. (2018): A Study on the Mechanical Properties of Knit Fabric Using 3D Printing Focused on PLA, TPU Filament, in: *Journal of Fashion Business*, 22(4), S. 93–105. DOI: 10.12940/jfb.2018.22.4.93:
- Kim, H. (2018): Market analysis and the future of sustainable design using 3D printing technology, in: *Archives of Design Research*, 31(1), S. 23–35. DOI: 10.15187/adr.2018.02.31.1.23.
- Kim, S.; Seong, H.; Her, Y.; Chun, J. (2019): A study of the development and improvement of fashion products using a FDM type 3D printer, in: *Fashion and Textiles*, 6(9), S. 1–24. DOI: 10.1186/s40691-018-0162-0.
- Koslow, T. (2016): Adidas to Release Sneakers Created from Recycled Ocean Waste This Month. 3D Print. [https://3dprint.com/154713/adidas-recycled-ocean-waste/;29.12.2020].
- Lee, S. H. (2015): Morphology and Properties of Textiles Manufactured by Three-Dimensional Printing Based on Fused Deposition Modeling, in: *Textile Science and Engineering*, 52(4), S. 272–279. DOI: 10.12772/TSE.2015.52.272.
- Materialise (2013): Iris van Herpen Debuts Wearable 3D Printed Pieces at Paris Fashion Week. [https://www.materialise.com/en/cases/iris-van-herpen-debuts-wearable-3d-printed-pieces-at-paris-fashion-week; 30.12.2020].
- Ministry of Supply (2020): 3D-Print-Knit. [https://www.ministryofsupply.com/technologies/3d-print-knit; 29.12.2020].
- Modeclix (2020): About | Modeclix: The Modular Textile. [https://www.modeclix.com/?page_id=2; 29.12.2020].
- Pasricha, A.; Greeninger, R. (2018): Exploration of 3D printing to create zero-waste sustainable fashion notions and jewellery, in: *Fashion and Textiles*, 5(1), S. 1–18. DOI: 10.1186/s40691-018-0152-2

- Pei, E.; Shen, J.; Watling, J. (2015): Direct 3D printing of polymers onto textiles: experimental studies and applications, in: *Rapid Prototyping Journal*, 21(5), S. 556–571. DOI: 1108/RPJ-09-2014-0126.
- Peleg, D. (2020): About us. [<https://danitpeleg.com/about>; 28.12.2020].
- Salonitis, K.; Al Zarban, S. (2015): Redesign optimization for manufacturing using additive layer techniques, in: *Procedia CIRP*, 36, S. 193–198. DOI: 10.1016/j.procir.2015.01.058.
- Sirch, E. M. (2016): 3D-Druck: The Future of Fashion. [<https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/3d-druck-the-future-of-fashion/>; 28.12.2020].
- Spiewak, A. (2017): 3D drawing disrupts shoe production with more efficiency - Reebok and BASF collaborate on latest innovation that is changing footwear creation. BASF. [<https://www.basf.com/us/en/media/featured-articles/Technology/Reebok-Liquid-Speed.html>; 29.12.2020].
- Stevenson, K. (2019): No Really, It's The End Of The Line For Cubify. Fabbaloo. [<https://www.fabbaloo.com/blog/2019/10/20/no-really-its-the-end-of-the-line-for-cubify>; 29.12.2020].
- Thum, M. (2018): Zukunft liegt im 3D-Druck: Adidas installiert 50 3D-Drucker von Carbon und plant 100.000 Schuhe mit 3D-Sohlen bis Jahresende. 3D-grenzenlos Magazin. [<https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/kurznachrichten/adidas-carbon-3d-druck-ansbach-27343873/>; 29.12.2020].
- Vettese Forster, S. (2017): 3D Printable Recycled Textiles: Material Innovation and a Resurrection of the Forgotten "shoddy" Industry, in: *Journal of Textile and Design Research and Practice*, 5(2), S. 138–156. DOI: 10.1080/20511787.2018.1449073.
- Von Pentz, L. (2017): Nachhaltigkeit aus dem 3D-Drucker (Teil 2). CleanEnergy Project, [<https://www.cleanenergy-project.de/umwelt/ressourcenmanagement/nachhaltigkeit-aus-dem-3d-drucker-teil-2/>; 29.12.2020].
- Wang, S.; Daelemans, L.; Fiorio, R.; Gou, M.; D'hooge, D. R.; De Clerck, K.; Cardon, L. (2019): Improving mechanical properties for extrusion-based additive manufacturing of poly (lactic acid) by annealing and blending with poly (3-Hydroxybutyrate), in: *Polymers*, 11(19), S. 1529. DOI: 10.3390/polym11091529.

- Wang, S.,; De Clerck K.; Cardon, L. (2018): Polylactic acid/poly-3-hydroxybutyrate applications in Extrusion based Additive Manufacturing. Paper presented at the 2018 International Conference on Polymers and Moulds Innovations-PMI. Institute of Polymers and Composites, University of Minho, Portugal.
- Zierer, M. (2020): NIKE FLYPRINT: Ein Upper aus dem 3D-Drucker. Keller Sports. [<https://www.keller-sports.de/guide/nike-flyprint/>;29.12.2020].
- 3Dnatives (2019): Designer Julia Daviy on disrupting and bringing sustainability to the fashion industry. [<https://www.3dnatives.com/en/julia-daviy-280520194/>;29.12.2020].
- 3Druck (2018): Nike erweitert Sortiment 3D-gedruckter Schuhe. [<https://3druck.com/case-studies/nike-erweitert-sortiment-3d-gedruckter-schuhe-2777100/>;29.12.2020].

17 Ergebnisse & Handlungsempfehlungen

Im Folgenden werden verschiedene wichtige Handlungsempfehlungen zum Umgang mit und zur Vermeidung von Plastikverpackungen für die Branchen Lebensmittel und Textil aufgezeigt.

Allgemein kann festgestellt werden, dass die Produkte der untersuchten Bereiche unterschiedliche Anforderungen an die Verpackungen stellen: Lebensmittel haben deutlich komplexere Ansprüche (z. B. Wasserdampfbarriere, Sauerstoffbarriere, Fettdichtigkeit) als Textilien (z.T. Wasserdampfbarriere und Schutz vor Verunreinigung). Es bestehen also prinzipielle Unterschiede im Verpackungsbereich zwischen Food und Non-Food-Produkten.

Die Substitution von Plastikverpackungen ist im Lebensmittelbereich schwieriger als im Textilbereich und mögliche negative Effekte wie z.B. Qualitätsminderung bei unverpackten Lebensmitteln, mehr Lebensmittelverluste und schlechtere Rezyklierfähigkeit der Verpackung fallen stärker ins Gewicht. Jede Branche muss also hinsichtlich ihrer Verpackungsvermeidungsstrategien separat betrachtet werden.

17.1 Verbraucher*innen

Verbraucher*innen werden oftmals als die entscheidende Gruppe für die Vermeidung von Plastikverpackungen genannt. Aufgrund ihres Kaufverhaltens bestimmen sie maßgeblich, welche Produkte gekauft und welche Verpackungen damit einhergehend miterworben werden. Diese Haltung mag auf den ersten Blick stimmen. Wird sich aber vertieft mit Plastikverpackungen beschäftigt, so zeigt sich, dass Verbraucher*innen mit ihrem Konsumverhalten zwar zum Plastik-Verpackungsaufkommen beitragen, dieses jedoch nur zu einem gewissen Teil beeinflussen können. Verbraucher*innen dürfen hierbei sicherlich nicht generell aus der Verantwortung genommen werden. Vielmehr ist es essenziell, sie als Teil einer „Verpackungswertschöpfungskette“ anzusehen, deren Mitglieder alle gemeinsam zur Reduktion von Plastikverpackungen beitragen müssen.

Warum Verbraucher*innen eine Reduzierung der Verwendung von Plastikverpackungen nicht alleine schaffen können, wird im Folgenden erklärt:

Die Einsparung von Plastikverpackungen ist nur ein Aspekt im Hinblick auf das Ziel, sich möglichst umweltschonend zu verhalten. Als weitere Beispiele seien beispielsweise die Reduzierung des Wasserbrauchs, geringe Emission von Treibhausgasen sowie die Aufrechterhaltung der Biodiversität genannt. Diese Ziele tangieren auch die Reduktion von Plastikverpackungen, stehen

teils sogar in einem Widerspruch zu dieser. So werden beispielsweise zur Produktion von Lebensmitteln große Mengen an Wasser und Ressourcen benötigt und CO₂ emittiert. Darüberhinaus gehen etwa ein Drittel aller weltweit produzierten Lebensmittel vom Acker, in der Lieferkette und bei den Konsument*innen verloren oder werden weggeworfen (FAO 2011). Es gilt, die Verluste zu minimieren und die Ressourcen zur Lebensmittelproduktion zu schonen. Das Lebensmittel soll also vom Hersteller, über den Handel bis zu den Konsument*innen in einem einwandfreien Zustand gelagert bzw. transportiert werden, um Lebensmittelverluste zu reduzieren. Optimierte Verpackungen können eine der Lösungen sein, um Verluste zu reduzieren (Willie 2015; Wohner et al. 2019). Hierbei ist zu beachten, dass der bilanzielle Wert der Verpackungen um einiges niedriger anzusetzen ist, als der Wert des Lebensmittels. Bei verpackten Nahrungsmitteln werden für die Produktion und Verarbeitung der Lebensmittel um Faktor 10, in Einzelfällen bis Faktor 50 mehr Ressourcen als für die Verpackung selbst verbraucht (Anonym 2009, Diers 1999, Müller-Lindenlauf 2013, Reiz 2020). Anders ausgedrückt: Die Wahrscheinlichkeit des Lebensmittelverderbs darf durch eine Substitution oder ein Weglassen von Verpackungen nicht erhöht werden. Daher ist es sinnvoll, verpackte Lebensmittel als Gesamtsystem zu betrachten. Höhere Lebensmittelverluste auf Grund von Unterverpackung können zu einer negativen Gesamtbilanz führen. Was für Lebensmittel gilt, ist auch für viele weitere Produkte anwendbar: Auch bei Textilien wünschen sich Verbraucher*innen eine einwandfreie Ware (z.B. kein Schmutz, kein Schimmel). Auch hier werden für das zu schützende Textil viel mehr Ressourcen und Energie benötigt als für die Plastikverpackung.

Hinsichtlich alternativer Verpackungsmaterialien werden oftmals Biokunststoffe genannt. Hierbei ist es für Verbraucher*innen zum einen schwer zu wissen, was Biokunststoffe überhaupt sind, bzw. welche Eigenschaften diese aufweisen. Weitläufig wird davon ausgegangen, dass Biokunststoffe auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden und sich auch automatisch, sofern sie unkontrolliert in die Umwelt gelangen, zersetzen. Dies ist aber falsch. Vielmehr können Biokunststoffe biologisch abbaubar, biobasiert oder beides sein. Im Hinblick auf Plastikverpackungen ist eine biologische Abbaubarkeit aber nur dann wünschenswert, wenn der Abbau der Verpackung erst nach der Produktverwendung beginnt. Außerdem ist die biologische Abbaubarkeit eines Kunststoffes nur dann potentiell vorteilhaft, wenn dieser Kunststoff unkontrolliert in die Umwelt gelangt. Dies sollte eigentlich nach Möglichkeit sowieso verhindert werden. Selbst wenn biologisch abbaubare Kunststoffe in die Umwelt gelangen, ist eine Abbaubarkeit nicht gewährleistet. Es ist nämlich zu beachten, dass eine Vielzahl der vermeintlich biologisch abbaubaren Kunststoffe sich nur unter industriellen Bedingungen zersetzen. Des Weiteren ist es auch wichtig zu wissen, dass für die Rohstoffproduktion und Weiterverarbeitung biobasierter

Kunststoffe erhebliche Mengen Ressourcen und Energie benötigt werden, da ein Großteil der nachwachsenden Rohstoffe aus der konventionellen Landwirtschaft stammt.

Diese Aspekte seien nur als Beispiele dafür genannt, dass das Thema Vermeidung von Plastikverpackungen nicht eindimensional betrachtet werden darf.

Umso schwieriger ist es für Verbraucher*innen, das „Richtige“ zu tun. Eine Vermeidung von Plastikverpackungen darf nicht zu einer vermehrten Umweltbelastung (in anderen Bereichen) führen. Verbraucher*innen fehlt hierfür zum einen das Wissen, diese Aspekte beurteilen zu können. Zum anderen fehlt auch die Zeit und der Wille, sich hiermit zu befassen bzw. Routinen beim Einkauf zu ändern. Des Weiteren müssten auch von Seiten des Handels Produkte in alternativen Verpackungen angeboten werden, sodass Verbraucher*innen überhaupt die Möglichkeit haben, zu wählen.

Verbraucher*innen können zusammengefasst durch ihr Handeln nur zu einem gewissen Teil zur Reduktion von Plastikverpackungen beitragen. Vielmehr benötigen sie Hilfestellungen bzw. Rahmenbedingungen von Seiten der Unternehmen sowie auch der Politik, um einen Beitrag zur Vermeidung von Plastikverpackungen zu leisten.

Im Nachfolgenden werden verschiedene Möglichkeiten genannt, wie Verbraucher*innen zur Vermeidung von Kunststoffverpackungen beitragen können. Hierbei sollte aber darauf geachtet werden, dass die dort genannten Aktivitäten nicht zu Lasten anderer Umweltaspekte gehen.

Vermeidung von Lebensmittelverschwendung und Lebensmittelverlusten

- » Konsument*innen sollten nur die Menge an Lebensmitteln einkaufen, die in einer Zeit, bevor diese verderben, voraussichtlich im Haushalt verbraucht werden können. Je weniger verpackte Lebensmittel im Haushalt verderben und somit entsorgt werden, desto weniger verpackte Lebensmittel müssen „nachgekauft“ werden und desto weniger Verpackungen werden benötigt.
- » Kunststoffverpackungen schützen Lebensmittel durch Barriere vor Verderb und leisten einen Beitrag für den hygienischen Verkauf. Beispielsweise wird im Fall von Papier-Kunststoffverbänden für Backwaren durch den Kunststoff das Austrocknen bei mehrtägiger Lagerung vermieden (siehe Kapitel 4.3.1). Allerdings können Konsument*innen durch angepasstes Verhalten auf eine komplexe Verpackung verzichten, indem sie Mehrwegbehälter zur Aufbewahrung der Lebensmittel im häuslichen Bereich einsetzen. Diese Strategie ist vielversprechend, wenn Konsument*innen entsprechend informiert und zu Verhaltensänderungen bereit sind.

Einkauf im Online-Handel: Gezielter bestellen und Retouren vermeiden

- » Bei der Untersuchung im textilen Einzelhandel zeigte sich, dass bei über 95 % der Retouren die Versandpackung beim Hin- und Zurückschicken identisch war. Dennoch verursachen Retouren aufgrund des Transports Umweltwirkungen, welche es zu vermeiden gilt.
- » Aufgrund dessen ist es wichtig, dass sich Verbraucher*innen im Vorfeld über genaue Größenangaben des zu kaufenden Textils informieren (können). Somit können Mehrfach- und Fehlbestellungen vermieden werden.

Aufklärungs- und Informationsangebote aktiv nutzen oder einfordern

- » Aufgrund der Komplexität der Bewertung von Umweltwirkungen und spezifischer Eigenschaften der verschiedenen Verpackungen ist es aktuell für Verbraucher*innen kaum möglich, die umweltfreundlichste Variante zu erkennen und zu wählen. Für diese Bewertung ist umfangreiches Fachwissen notwendig. Dieses kann Verbraucher*innen in einfacher Form, beispielsweise in dem vom Projekt entwickelten Plastik-Index (PLIX; siehe Kapitel 6), zur Verfügung gestellt werden.¹⁷ Sinnvoll wäre eine Erweiterung um Angaben zu den verpackten Lebensmitteln (im Hinblick auf den entsprechenden Ressourcenverbrauch bzw. klimarelevante Emissionen).
- » Für Konsument*innen sind darüber hinaus Informationen zur optimalen Lagerung sinnvoll, z.B. über Kühlung, angepasste Aufbewahrungsbehälter wie haltbarkeitsverlängernde Brotkästen. Unterstützend können hierfür z.B. Verbraucherzentralen/-beratung wirken.

*Verbraucher*innen sollten beim stationären Einkauf möglichst mehrere benötigte Käufe durchführen*

- » Beim Kauf eines einzelnen Produktes ist der Versandhandel oft umweltfreundlicher als die Autofahrt zum Einzelhandel.
- » Falls ein Automobil mit Verbrennungsmotor für den Transport genutzt wird, ist es somit empfehlenswert, möglichst viele Einkäufe zusammen zu erledigen.

¹⁷ Um die PLIX-Informationen zu transportieren, wurde eine Verbraucher-Informationen-App entwickelt (siehe Kapitel 6). Ziel dieser App ist es, dass Verbraucher*innen am PoS jene Verpackung identifizieren können, welche das vergleichsweise geringste Plastik-Verpackungsaufkommen hat. Aufgrund einer ungenügenden Datenverfügbarkeit konnte im Projektrahmen nur für eine begrenzte Anzahl an Lebensmittel-Produkten ein entsprechender PLIX berechnet und dementsprechend auch kommuniziert werden.

- » Am umweltfreundlichsten sind mehrere Einkäufe im lokalen Einzelhandel: Die Produkte sollten nach Möglichkeit unverpackt sein und die lokalen Einzelhändler sollten mit dem Fahrrad, zu Fuß oder mit dem ÖPNV erreicht werden.

17.2 Unternehmen

Verbraucher*innen sehen meist nur jene Plastikverpackungen, welche am Point of Sale anfallen. Zusätzlich zu diesen Verpackungen fallen aber auch große Mengen an Verpackungen entlang der verschiedenen Stufen in den Wertschöpfungsketten an. Unternehmen nehmen somit eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Strategien zur Vermeidung von unnötigen Plastikverpackungen ein. Oftmals fehlt aber ein ausreichend großer Anstoß, sich mit dem Thema Plastikreduktion intensiv zu beschäftigen oder gar Alternativen wie Mehrweg umzusetzen. Bei Unternehmen welche ihre Produkte vorwiegend an private Kund*innen verkaufen, ist das Thema Vermeidung von Plastikverpackungen nicht zuletzt aufgrund des Drucks von Verbraucher*innen (und den Medien) vor allem bei ausgewählten Lebensmittelprodukten angekommen. Verschiedene Aktivitäten zu einer (vermeintlichen) Reduktion des Plastik-aufkommens werden und wurden durchgeführt, die meist nur ausgewählte Produkte betreffen (oftmals jene, welche vermehrt im Fokus der Öffentlichkeit stehen).

Daher gilt es, dass möglichst alle an einer Wertschöpfungskette beteiligten Unternehmen mit in die Vermeidung von unnötigen Plastikverpackungen einbezogen werden müssen. Ein möglicher Anstoß, alternative Verpackungen einzuführen, kann von den Einzelhändlern kommen. Sie können auf die Anforderungen der Verbraucher*innen hinsichtlich einer Plastikreduktion reagieren und diese Anforderungen an die Produzenten bzw. Verpackungshersteller weitergeben. Hierbei ist aber zu beachten, dass der eingeschlagene Weg zur Plastikreduktion keine negativen Umweltfolgen in anderen Bereichen mit sich bringt. Maßnahmen müssen ganzheitlich durchdacht werden. Auch müssen mögliche Folgewirkungen betrachtet werden. Eine Umstellung hin zu einer alternativen Verpackungslösung sollte nur dann geschehen, wenn die ökologische Sinnhaftigkeit auch gegeben ist.

Hierbei ist zu beachten, dass Verbraucher*innen durchaus bereit, alternative Verpackungen zu wählen und dafür auch mehr zu bezahlen (siehe Kapitel 8 & 9).

Des Weiteren fallen entlang einer Wertschöpfungsketten sehr viele Transportverpackungen, meist aus Karton und Wellpappe, an. Hierbei gilt es jene zu identifizieren, welche vermieden werden können. Eine Kommunikation zwischen den einzelnen Mitgliedern der Wertschöpfungskette ist essentiell. Ist eine Vermeidung nicht möglich, so besteht die Möglichkeit der Implementierung eines Mehrwegsystems. Sofern auch diese nicht

durchführbar sind, ist es wichtig, alle Materialien und insbesondere das anfallende Plastik sortenrein zu sammeln und anschließend einem hochwertigen Recycling zuzuführen. Rohstoffe werden somit im Kreislauf gehalten und Verpackungen können auf Basis von recycelten Kunststoffen hergestellt werden.

*Durch die Bereitstellung von alternativen Verpackungen können Verbraucher*innen beim plastikreduzierenden Einkauf vom Einzelhandel unterstützt werden*

- » Auch wenn Verbraucher*innen dazu bereit sind, möglichst umweltschonend einzukaufen und auf Kunststoffverpackungen zu verzichten, mangelt es jedoch häufig noch an entsprechenden Umsetzungsmöglichkeiten. Daher ist die Schaffung verpackungsreduzierter Alternativen bzw. alternativer Verpackungslösungen durch die Unternehmen der Wertschöpfungskette und den Handel relevant, um Verbraucher*innen ein entsprechendes Konsumverhalten zu ermöglichen.
- » Eigene Untersuchungen haben gezeigt, dass beim Online-Einkauf Interventionen beim Bestellprozess (bspw. durch Voreinstellungen) hilfreich sein können, um Verbraucher*innen bei der Verpackungsreduktion zu unterstützen. Hatten Verbraucher*innen die Wahl zwischen verschiedenen Verpackungsarten (und damit auch verschiedenen Versandarten), „entschieden“ sie sich meist für die bereits voreingestellte Variante. Händler sollten demnach nachhaltige Verpackungslösungen als Standardversand festlegen oder nur diese Verpackungsform anbieten. Diese kann des Weiteren mit verschiedenen Informationen zur Reduktion des Verpackungsaufkommens ergänzt werden.

*Informationsbereitstellung für Verbraucher*innen zu verschiedenen Verpackungen*

- » Die Verbraucher*innenbefragung zu Verpackungen im Online-Handel von Bekleidung hat gezeigt, dass Konsument*innen „scheinbar“ ökologische Verpackungen aus Altpapier gegenüber anderen Optionen bevorzugen. Allerdings zeigte sich auch, dass selbst umweltbewusste Personen häufig nicht wissen, welche Verpackungen aus ökologischer Sicht zu bevorzugen sind. Daher sollten Hersteller und Handel den Konsument*innen Informationen zur Umweltwirkung der jeweiligen Verpackungen zur Verfügung stellen. Dies kann unter anderem im persönlichen Kund*innengespräch und insbesondere über Informationen auf den Homepages erreicht werden. (siehe Kapitel 13).

- » Weiter könnten Siegel oder Zertifizierungen sowie eine graphische Darstellung wie bspw. die in Kapitel 3 vorgeschlagene Verpackungsampel potenzielle Möglichkeiten bieten, um Verbraucher*innen bzgl. des Verpackungsaufkommens und ihrer Umweltwirkungen zu informieren.

Wenn Plastik nicht vermieden werden kann: Implementierung eines hochwertigen Recyclings der eingesetzten Verpackungen

- » Unternehmen könnten zentrale Sammelstellen für Kunststoffverpackungen aus der textilen Lieferkette einrichten, die auch von Verbraucher*innen genutzt werden können. Dabei muss sichergestellt werden, dass die Abfälle sortenrein getrennt werden und einer entsprechenden Verwertung zugeführt werden (siehe Kapitel 14).
- » Auch Entsorgungs- und Recyclingunternehmen können weiterhin starke Anreize für den Einsatz von sortenreinen Verpackungen und zur fachgerechten Entsorgung setzen. Durch Ablehnung von nicht-sortenreinen getrennten Abfällen und Sanktionierung bei Nichteinhaltung der Trennung können Unternehmen und Endverbraucher*innen in die Verantwortung genommen werden, die Voraussetzungen für ein hochwertiges Recycling durch das eigene Handeln zu verbessern.
- » Innerhalb der Industrie sind einheitliche Materialstandards und damit einhergehend eine einheitliche Verwendung von Verpackungsmaterialien anzustreben. Daher sollten auf Branchenebene Maßnahmen zur Bündelung der verschiedenen Initiativen zur Vermeidung von Verpackungen in der textilen Lieferkette ergriffen werden. Das Ziel dabei sollte die Entwicklung einheitlicher Verpackungsstandards unter Mitwirkung der Textilunternehmen sein (siehe Kapitel 14).
- » Die Vorgaben des Verpackungsgesetzes sollen weiterhin umgesetzt werden. Insbesondere soll die Recycelbarkeit von Verpackungen weiter verbessert werden und die im Verpackungsgesetz vorgeschriebenen Recyclingquoten sollen eingehalten werden. Dazu bedarf es einer Zusammenarbeit aller Akteure der Wertschöpfungs- und Entsorgungskette. Die Bewertung und Kontrolle der Umsetzung durch unabhängige Stellen ist zu fördern.
- » Hinweise und Leitfäden für das Design recycelbarer Verpackungen sollen Anwendung finden, z.B. Circular Packaging Design Guideline der FH Campus Wien, Institut Cyclos HTP, RecyClass, Mindeststandard für die Bemessung der Recyclingfähigkeit von systembeteiligungspflichtigen Verpackungen gemäß § 21 Abs. 3 VerpackG vom 31. August 2020.

- » Selbstverpflichtungen mit Quoten zum Einsatz von Recyclat für neue Verpackungen durch Unternehmen sind sinnvoll und sollen erweitert und an Verbraucher*innen kommuniziert werden.

Online-Handel: Einführung eines kostenpflichtigen Rückversands

- » Eigene Erhebungen zeigen, dass durch Retouren im Online-Bekleidungs-handel zusätzliches Verpackungsmaterial benötigt wird. Meist sind die Verpackungen der retournierten Artikel, insbesondere Polybags, beschädigt, sodass diese ausgetauscht werden müssen (siehe Frommeyer et al. 2019).
- » Händler, die einen kostenlosen Rückversand anbieten, verzeichnen Retourenquoten zwischen 30 und 50 %. Nachhaltig-orientierte Onlinehändler bieten teilweise einen kostenpflichtigen Rückversand an. Neben Kosteneinsparungen setzen diese Händler auf bewusstere Kaufentscheidungen durch Konsument*innen. Diese Händler haben eine deutlich geringere Retourenquote zwischen 12 und 15 % (siehe Kapitel 13).
- » Wichtig wäre, dass für Verbraucher*innen detailliertere und einheitlichere Größen- und Maßangaben bereitgestellt werden. Somit können im Vorfeld Mehrfach- oder Fehlbestellungen vermieden werden. Dabei könnten bspw. auch Tools wie Online-Screenings oder Produktvideos hilfreich sein.

Textile Lieferkette: Identifikation der Einsparungspotenziale von Verpackungen entlang der textilen Lieferkette mit Hilfe einer systematischen Erfassung der Verpackungsprozesse

- » Ohne ein detailliertes Wissen über die Prozesse und Einsatzbereiche von Verpackungen kann keine systematische Analyse von Einsparungspotenzialen vorgenommen werden. Unternehmen aus der Textilbranche sollten daher anhand des Leitfadens zur Prozessoptimierung (siehe Kapitel 10) eine systematische Erfassung der Verpackungsprozesse vornehmen und darauf aufbauend Lösungsoptionen implementieren, z.B. Umstellung von Hänge- auf Liegeversand, Verwendung von Polybag-Alternativen oder Mehrwegverpackungen (siehe Kapitel 11 & 12).
- » Ein entsprechender Leitfaden als Hilfestellung kann auf der Homepage der Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster (www.fatm.de) im Reiter „unsere Arbeit“ in der Rubrik Publikationen (→ Forschungsberichte) verwendet werden.

17.3 Politik

Um unnötige Plastikverpackungen zu reduzieren, ist die Politik letztlich der wichtigste Akteur zur Gestaltung der dafür notwendigen Rahmenbedingungen. Sie kann regulatorische Rahmenbedingungen schaffen, um Unternehmen zu incentivieren, Plastikverpackungen zu reduzieren und somit einzusparen. Ohne sinnvolle „Rahmenbedingungen“, wird nur ein begrenzter Teil der Unternehmen Maßnahmen zur Reduzierung von Plastik ergreifen. Hierbei gilt es auch jene Unternehmen anzusprechen, welche abseits von der öffentlichen Wahrnehmung optimierbare Plastikverpackungen in Umlauf bringen.

Um gezielt den unkontrollierten Eintrag von Plastikverpackungen in die Umwelt einzudämmen ist es nötig, zum einen die Eintragspfade zu kennen, zum anderen aber auch über transparente Informationen zu verfügen, die das Plastikaufkommen innerhalb von verschiedenen Wertschöpfungsketten sowohl auf qualitativer als auch auf quantitativer Ebene betreffen.

Durch effektives Recycling sollen weniger Plastikteile unkontrolliert in die Umwelt gelangen und darüber hinaus wird der Rohstoff in einem Kreislauf gehalten. Dies schont somit nicht nur die Natur, sondern auch Rohstoffe. Es ist daher wichtig, dass Verpackungen bereits im Gedanken an ein mögliches Recycling designt werden. Darüber hinaus muss auch eine effektive Recyclinginfrastruktur geschaffen werden, um den anfallenden Abfall auch wirklich in den Rohstoffkreislauf zurückzuführen. In eine ähnliche Richtung geht die Forderung, dass Mehrwegverpackungen unterstützt werden sollten. Ein großes Problem von Plastikverpackungen ist die Tatsache, dass diese Verpackungen meist nur einmal verwendet werden. Mit Hilfe der Förderung von Mehrwegverpackungen kann diesem Umstand entgegengetreten werden. Diese Förderung kann sowohl im B2B als auch im B2C Bereich erfolgen. Vor allem der B2B Bereich birgt hier große Möglichkeiten, da zwischen den Unternehmen meist ein kontinuierlicher Warenfluss besteht, sodass hier die Mehrwegverpackungen ohne großen zusätzlichen Transportaufwand relativ einfach wiederverwertet werden können.

Bei all den Maßnahmen ist nicht nur die nationale Gesetzgebung, sondern vor allem die internationale Gesetzgebung gefragt, da die Verschmutzung der Umwelt mit Plastik ein internationales Problem ist.

Förderung der sortenreinen Trennung von Plastikverpackungen und der Nutzung von Rezyklaten aus Post-Consumer-(Kunststoff-)abfällen

- » Generell sollten Bedingungen gefördert werden, die die Wettbewerbsfähigkeit von recycelbaren Verpackungen und von Rezyklaten sinnvoll verbessern. Dies ist relevant, um die Vorgaben zu Recyclingquoten für Kunststoffverpackungen des Verpackungsgesetzes zu erfüllen (siehe Kapitel 14).

- » So sollte die im Verpackungsgesetz dargestellte Lenkungswirkung zur Förderung der guten Recyclingfähigkeit stärker als bisher umgesetzt werden. Sinnvoll sind Anreize zur Nutzung von Rezyklaten in Verpackungen, um Märkte für diese Materialien zu schaffen. Umwelt- und ressourcenschonende Standards bei Verpackungen und die Schaffung finanzieller Anreize für sinnvolle Verpackungsvermeidung sollten weiterhin gefördert werden. (siehe Kapitel 14).
- » Zwar wäre es ideal, wenn Verpackungslösungen sowohl sehr guten Produktschutz als auch hohe Materialeffizienz und gute Rezyklierfähigkeit miteinander verbinden. Zu beachten ist aber, dass eine Verbesserung der Schutzfunktion das Recycling erschweren kann. Oft ist der Nutzen von verbesserter Schutzfunktion (z. B. durch Mehrschichtaufbau, Materialverbunde) höher als der Nachteil verringerter Rezyklierfähigkeit (Reitz 2018). Durch angepasste Vermarktungsstrategien und Einkaufsverhalten relativiert sich jedoch der Nutzen und die Notwendigkeit von Verpackungen.
- » Design-for-Recycling bei Verpackungen wird durch das Verpackungsgesetz gefördert und muss daher weiter umgesetzt werden. Bei Workshops zu Verpackungen (November 2018, Juni 2019, November 2019, September 2020) innerhalb des Projektes wurden unzureichende Entsorgungshinweise als wichtiger Aspekt erkannt. Problematisch können fehlende Angaben zur Entsorgung, zu kleine Schriften und bei mehrteiligen Verpackungen die schwierige Trennbarkeit der Einzelbestandteile sowie der fehlende Hinweis auf die Trennbarkeit sein. Wünschenswert sind daher bessere Hinweise zur ordentlichen Trennung und Entsorgung von Verpackungen. Diese Hinweise sollten die Weiterentwicklung von Trenn- und Sortiersystemen berücksichtigen.
- » Die Kunststoffverpackungen müssen mit deutlicher Kennzeichnung bzw. Angabe der verwendeten Material- bzw. Kunststoffsorte versehen werden.
- » Versand- und Verpackungsrichtlinien sollten hohen Wert auf den Einsatz sortenreiner Verpackungsmaterialien legen, damit ein hochwertiges Recycling ermöglicht wird. Dies bedeutet u. a. Aufkleber auf Verpackungen zu minimieren, den Verzicht auf aufwändige Bedruckung von Verpackungen und die Vermeidung des Einsatzes von Verpackungen aus gefärbten, insbesondere schwarzem, Kunststoff.
- » Auf europäischer Ebene sollten zur Erreichung der im European Green Deal festgelegten Ziele einheitliche und verbindliche Richtlinien zu umwelt- und ressourcenschonendem Verhalten definiert und entsprechende finanzielle Anreizstrukturen geschaffen werden.

Hier ist neben der bereits beschlossenen Besteuerung von Einwegverpackungen auch eine Umlegung der "Plastiksteuer", die momentan von der Bundesrepublik an die Europäische Gemeinschaft gezahlt wird, auf Neukunststoffe in Betracht zu ziehen. Eine besondere Bedeutung sollte der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Kunststoffzyklen beigemessen werden.

Schaffung von präziseren, rechtlichen Bestimmungen zum Einsatz von Plastikverpackungen, um geeignete Anreize für alle Akteure zu setzen

- » Innerhalb der Textilindustrie wird eine Beschränkung der für die Verpackungsherstellung zulässigen Kunststoffmaterialien, eine Verpflichtung zur Verwendung von Monomerschichtmaterialien sowie ein Verbot von Farbstoffen in Verpackungen empfohlen (siehe Kapitel 14).
- » Die Einhaltung von Versand- und Verpackungsrichtlinien für Zulieferer und Handel soll sicherstellen, dass der Einsatz von Verpackungen minimiert wird. Dabei sollte auf das damit einhergehende Potenzial zur Kostenreduktion hingewiesen werden, um einen ökonomischen Anreiz zur Umsetzung der Versand- und Verpackungsrichtlinien sicherzustellen (siehe Kapitel 10).

Schaffung geeigneter Anreizstrukturen zur Implementierung von Mehrwegverpackungen

- » Der Rücktransport von Mehrwegverpackungen kann günstiger und ökobilanziell vorteilhafter sein, als der regelmäßige Neukauf von Einwegverpackungen (siehe Kapitel 11).
- » Die finanzielle und strukturelle Förderung von Mehrwegsystemen sollte deshalb in Betracht gezogen werden, um die Integrationsschwelle und hohe Investitionskosten zu senken. Mehrwegsysteme können dabei sowohl in den Lieferketten, am Point of Sale als auch beim Online-Versandhandel eingesetzt werden (siehe Kapitel 11).

Schaffung eines politischen Rahmens für Transparenz und Nachhaltigkeit in den Lieferketten

- » Die Verfügbarkeit von Daten zu verwendeten Plastikmengen in der Produktion und Lieferkette ist sowohl im Bereich Lebensmittel als auch im Bereich Textil gering. Diese Daten sind jedoch für eine umfassende Bewertung der Umweltwirkungen notwendig (siehe Kapitel 5.3).
- » Um das vermeidbare Einwegverpackungsaufkommen reduzieren zu können, ist es notwendig, die gesamte Wertschöpfungskette – vom Erzeuger, über die Logistik, den Einzelhandel und Verbraucher*innen – einzubinden und Wertschöpfungsketten zu hinterfragen. Die Schutzfunktion der Verpackung kann durch angepasste Logistik und Lagerung beim Verkauf übernommen werden.

- » Es ist somit sinnvoll, Umweltverträglichkeitsprüfungen und öffentlich zugängliche Ökobilanzdaten einzuführen.

Sichtbarmachung aller Verpackungen entlang der unterschiedlichen Lieferketten

- » Das Primärverpackungsaufkommen kann für einzelne Produkte am PoS in hoher Genauigkeit recherchiert werden. In den jeweiligen Lieferketten sind jedoch oftmals keine produktspezifischen Verpackungsmengen quantifizierbar.
- » Die Analyse generischer Lieferketten ermöglicht es, allgemeingültige Daten zum Verpackungsaufkommen zu bestimmen. Diese heben die Relevanz einer Lieferkettenbetrachtung enorm hervor. Es müssen alle anfallenden Verpackungen entlang der Wertschöpfungskette erfasst werden, um eine Verlagerung der Verpackungsmenge zu verhindern und eine Reduzierung zu erreichen.
- » Als Instrument der Verbraucher*innenaufklärung sollte eine einheitliche Kennzeichnung der Umweltwirkung von Verpackungen angestrebt werden (siehe Kapitel 14). Eine Lebensweganalyse kann Stärken und Schwächen im Plastikaufkommen der Wertschöpfungsketten aufzeigen. Eine Möglichkeit hierfür wäre der entwickelte PLIX (siehe Kapitel 5).

Systeme zur Einberechnung externalisierter Kosten in den Preis von Verpackungen

- » Verpackungen können bei der Herstellung und bei unsachgemäßer Entsorgung zu Umweltwirkungen führen. Die Kompensation dieser Umweltwirkungen verursacht Kosten, die momentan nicht in die eigentlichen Kosten von Verpackungen eingepreist sind. Wünschenswert wäre die Etablierung von Berechnungsprinzipien für die Erstellung von Einpreisungssystemen externalisierte Kosten.

17.4 Literaturverzeichnis

Anonym (2009): Table for one; the energy cost to feed one person; © INCPEN 2009.

Diers, A.; Langowski, H.-C.; Pannkoke, K.; Hop, R. (1999): Produkt-Ökobilanz vakuumverpackter Röstkaffee. LCA Documents, Vol. 3. ecomed-Verlag, Landsberg.

- ecoplus; ofi; denkstatt; BOKU (Hg.) (2020): Lebensmittel – Verpackungen – Nachhaltigkeit: Ein Leitfaden für Verpackungshersteller, Lebensmittelverarbeiter, Handel, Politik & NGOs. Entstanden aus den Ergebnissen des Projekts „STOP waste – SAVE food“ Wien, Februar 2020 Online verfügbar unter https://boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H81000/H81300/upload-files/Forschung/Lebensmittel/Leitfaden_StopWaste_A4_final_web.pdf, zuletzt geprüft am 09.03.2021.
- FAO (2011): Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome.
- Frommeyer, B.; von Gehlen, K.; Koch, J.; Schmiemann, L.; Schewe, G. (2019a): Kunststoffverpackungen in der textilen Lieferkette. Forschungsbericht.
- Müller-Lindenlauf, M. u.a. (2013): CO2-Fußabdruck und weitere Umweltwirkungen von Gemüse aus BadenWürttemberg. Endbericht, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH.
- Reitz, Alexander (2018): Nutzen von Verpackungen: „Verpackungen nutzen – auch in ökologischer Hinsicht“ Im Auftrag der: AGVU Arbeitsgemeinschaft Verpackung und Umwelt e.V.; Mainz; 2018. Online verfügbar unter <https://www.agvu.de/wp-content/uploads/2018/09/Verpackungen-nutzen-auch-in-%C3%B6kologischer-Hinsicht.pdf>, zuletzt geprüft am 09.06.2020.
- U.S. Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery (Hg.) (2010): Evaluating the Environmental Impacts of Packaging Fresh Tomatoes Using Life-Cycle Thinking & Assessment: A Sustainable Materials Management Demonstration Project - FINAL REPORT; 2010 Online verfügbar unter <https://nepis.epa.gov/>, zuletzt geprüft am 09.06.2020.
- Wille, Danny (OVAM) (2015): Food loss and packaging. Report. Unter Mitarbeit von Studio Spark, VITO und Pack4Food. 2015. Online verfügbar unter <http://www.refreshcoe.eu/wp-content/uploads/2017/06/2015-Report-OVAM-Food-loss-and-packaging-DEF.pdf>, zuletzt geprüft am 20.07.2020.
- Wohner, B.; Pauer, E.; Heinrich, V.; Tacker, M. (2019): Packaging-Related Food Losses and Waste: An Overview of Drivers and Issues. In sustainability; 11 (2019), 1; Aufsatz-Nr. 264.