

# Perspektivwechsel in der Umweltbewertung von Verpackungen: Die Bedeutung und Integration sozialer Praktiken

---

Sarah Julie Otto, Pauline Suski & Justus Caspers

**Zusammenfassung** Methoden der Umweltbewertung wie die Ökobilanz bieten sich an, um ökologische Effekte von Maßnahmen der Verpackungsvermeidung zu quantifizieren. Bisherige Studien betrachten Verpackungen hierbei jedoch als streng technische Phänomene, losgelöst von deren Rolle im Alltag der Menschen. Dies führt zu fehlerhaften Annahmen im Umgang mit Verpackungen und zu Umweltmodellen mit geringer Aussagekraft. Wir stellen einen interdisziplinären Ansatz der Ökobilanz von Verpackungen vor, in dem die sozialwissenschaftliche Analyse von Verpackungen mit technischen Analysen der Wertschöpfungsketten verbunden wird. Durch diesen Perspektivwechsel sollen neue Arten von Umweltpotenzialen im Bereich Verpackungen und Verpackungsvermeidung identifiziert werden, was die Grundlage für eine ambitionierte Umweltpolitik darstellt.

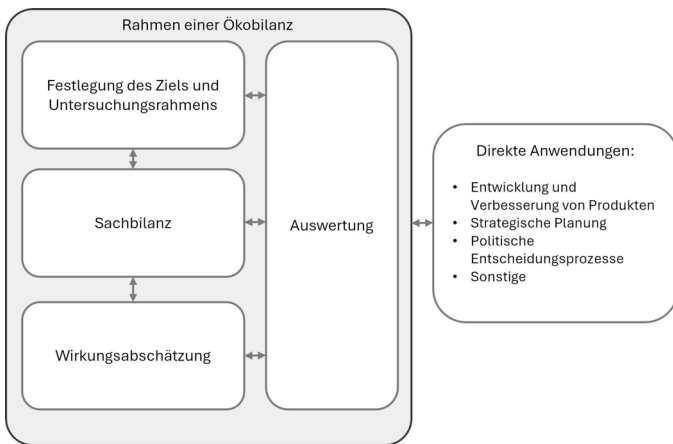
## 1. Einleitung

Die Umweltbewertung ist ein wichtiges Instrument zur Analyse der Auswirkungen von Produkten, Prozessen, Interventionen oder politischen Maßnahmen auf die Umwelt. Verschiedene Methoden stehen zur Verfügung, wobei die Ökobilanz, auch als Life Cycle Assessment (LCA) bekannt, eine weit verbreitete Methode ist. Die Ökobilanz analysiert umfassend die Umweltauswirkungen von Produkten über ihren gesamten Lebenszyklus, von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und Nutzung bis zur Entsorgungsphase. Die Ökobilanz kann Hot Spots identifizieren, in denen Umweltauswirkungen besonders stark auftreten, und zeigt Handlungsfelder für Unternehmen, Verbraucher\*innen und politische Entscheidungsträger\*innen auf.

Die Methode der Ökobilanz durchläuft vier Phasen iterativ (siehe Abbildung 1). Zunächst erfolgt die Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens. Hierbei werden der Zweck der Ökobilanz-Analyse, die funktionelle Einheit und die Systemgrenzen definiert. Systemgrenzen sind klar definierte räumliche, zeitliche und

inhaltliche Grenzen, die für die Analyse eines bestimmten Produkts oder Prozesses festgelegt werden. Als funktionelle Einheit wird die Bezugsgröße für die Bewertung von Umweltauswirkungen eines Produkts oder Prozesses bezeichnet. Anschließend erfolgt die Sachbilanz, in der sämtliche relevante Input- und Output-Ströme eines Produktsystems quantifiziert werden. Dies umfasst Rohstoffe, Energie, Produkte, Abfälle und Emissionen. Die dritte Phase ist die Wirkungsabschätzung, in der die potenziellen Umweltauswirkungen auf Basis der Sachbilanz bewertet werden. Zuletzt erfolgt die Auswertung, in der die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung zusammengeführt und interpretiert werden. Auf dieser Grundlage können Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen abgeleitet werden (ISO 2006). Die ganzheitliche Betrachtung eines Produktsystems soll ermöglichen, sogenannte Verlagerungseffekte zu vermeiden. Verlagerungseffekt bedeutet hierbei, dass die Reduktion der Umweltwirkung an einer Stelle der Wertschöpfungskette zu einer Erhöhung der Umweltwirkung an anderer Stelle führt.

Abb. 1: Phasen einer Ökobilanz



Quelle: eigene Abbildung nach ISO 2006

Verpackungen stehen in Verbindung mit teils erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt, zum Beispiel durch Ressourcenverbrauch und Abfallaufkommen. Daher bieten sich für Verpackungen Ökobilanzen in vielerlei Hinsicht an, um effektiv Lösungen für den Umweltschutz zu identifizieren. Dabei müssen für eine ganzheitliche Bewertung von Verpackungen verschiedenste Aspekte berücksichtigt werden: Materialien, aus denen die Verpackung besteht, Entsorgungs- und Verwertungswege nach Nutzung der Verpackung sowie potenziell eingesparte (Lebensmittel-)Abfälle, die eine Verpackung durch den Schutz des Produktes (längere Haltbarkeit) her-

beiführt. Auch spielen verschiedene Konsumkulturen rund um die Ernährung und den Gebrauch von Verpackungen eine Rolle, wie zum Beispiel Fast Food und internationale Küchen. All diese Faktoren können die Bewertungsergebnisse stark beeinflussen, da sie mit verschiedenen Umweltauswirkungen verbunden sind.

Die Bedeutung von Verpackungen in unserer Gesellschaft ist vielfältig und mit unterschiedlichen Situationen unseres Alltags verbunden. Verpackungen sind Teil vieler sozialer Praktiken, wie zum Beispiel dem Einkaufen von Lebensmitteln, der Essenszubereitung oder der Einnahme des Mittagessens auf der Arbeit (vgl. Süßbauer/Wenzel/Müller 2020). Soziale Praktiken sind hier als routinierte und wiederkehrende Handlungen zu verstehen, die in sozialen Kontexten stattfinden (vgl. Reckwitz 2002; Shove et al. 2012). Das heißt, die Rolle und Verwendung von Verpackungen beschränkt sich in den Alltagsroutinen nicht auf individuelle Vorlieben. Vielmehr reflektieren diese Routinen gesellschaftliche Aushandlungen, wie die Ausgestaltung von Lieferketten, Hygienestandards, verfügbare Zeitbudgets für das Kaufen, Kochen und Essen oder Ähnliches. In Ökobilanzen zeigt sich jedoch bisher eine Vernachlässigung sozialer Aspekte des Konsums, was sich vor allem in zwei Bereichen manifestiert:

1. Zu eng gesetzte Systemgrenzen und fragwürdige funktionelle Einheiten berücksichtigen zwar die gesamte Wertschöpfungskette von Verpackungen selbst, vernachlässigen jedoch den Einfluss von Verpackungen auf andere Aspekte des Alltags, wie Mobilitätspraktiken oder Zubereitungsarten von Lebensmitteln (bei denen Lebensmittelabfälle entstehen können). Dies liegt zum Teil an realitätsfremden funktionellen Einheiten, in denen die Verpackungen adressiert werden, aber nicht der Nutzen, der damit einhergeht, zum Beispiel Kaffee kapseln, statt einer Tasse Kaffee oder Frühstück. Somit werden viele Verlagerungseffekte nicht berücksichtigt (vgl. Suski/Speck/Liedtke 2021).
2. Die Nutzungs- und Entsorgungsphase von Verpackungen (Nutzungsdauer und -häufigkeit sowie Entsorgungspraktiken und die daraus folgenden Entsorgungswege) sind entscheidend für die Gesamtergebnisse und daraus resultierenden Umweltwirkungen einer Verpackung. Diese werden in der Regel mit generischen Daten oder Schätzwerten, statt wie vorgeschrieben mit Rohdaten berechnet, was zu unsicheren Ergebnissen führen kann (vgl. Caspers et al. 2023a).

In diesem Beitrag werden wir am Beispiel der Nutzungs- und Entsorgungsphase von Verpackungen verdeutlichen, wie gesellschaftlich ausgehandelte Alltagsroutinen, sogenannte soziale Praktiken, Auswirkungen auf die Ökobilanzen von Verpackungen haben, wie diese adäquat ermittelt und in Modellen zur Ökobilanzierung berücksichtigt werden können. Dabei diskutieren wir spezifische Praktiken der Mittagspause auf der Arbeit sowie die Entsorgung von Verpackungen. Wei-

terhin soll der Beitrag ein erweitertes Verständnis für Verpackungen schaffen und dabei auch grundsätzlich Anstöße für die methodische (Weiter-)Entwicklung der Ökobilanz geben. Nur so können ökologische Potenziale korrekt identifiziert und ausgeschöpft sowie negativen Effekten begegnet werden. Generell dient dabei die Ökobilanz einem erhöhten Umweltverständnis von Verpackungen, welches nicht auf die Wertschöpfungskette begrenzt ist. Wir wollen uns in diesem Kapitel auf soziale Aspekte der Ökobilanz beschränken, um auf die Notwendigkeit eines Perspektivwechsels hinzuweisen (vgl. Suski/Speck/Liedtke 2021; Niero 2023). Technische Aspekte wie Produktion und Logistik, die üblicherweise im Fokus von Ökobilanzen stehen, werden dabei bewusst ausgeklammert, in dem Wissen, dass diese natürlich zu jeder Ökobilanz gehören.

Der Beitrag beginnt mit der zentralen Fragestellung, inwiefern bestehende Ökobilanzen ausreichend die sozialen Aspekte, insbesondere im Kontext von Verpackungen, berücksichtigen und warum diese Einbeziehung von entscheidender Bedeutung ist (Kapitel 2). Hierbei beleuchten wir spezifische soziale Praktiken, die mit der Nutzung und Entsorgung von Verpackungen verbunden sind. Im Anschluss präsentieren wir Ansätze zur Integration sozialer Aspekte in die Ökobilanz von Verpackungen (Kapitel 3). Dabei werden Einflussfaktoren auf soziale Praktiken anhand von zwei konkreten Beispielen erörtert, die bisher in Evaluationsansätzen zu wenig Beachtung finden. Des Weiteren stellen wir erprobte Methoden vor, darunter auch solche, die im Rahmen des *PuR*-Projekts erfolgreich getestet wurden (Kapitel 4; siehe auch Beitrag von Wenzel und Kolleg\*innen in diesem Band). Die methodische Einbindung sozialer Praktiken orientiert sich im Verlauf des Beitrags an den oben vorgestellten Phasen einer Ökobilanz. Abschließend erfolgt eine Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse (Kapitel 5) sowie ein Fazit, das zentrale Erkenntnisse zusammenfasst (Kapitel 6).

## 2. Soziale Praktiken in der Wertschöpfungskette von Verpackungen

Die Umweltauswirkungen verschiedener Verpackungen für Take-away-Speisen wurden in zahlreichen Ökobilanzen erforscht, die bis ins Jahr 1994 zurückreichen (vgl. Hocking 1994). Im Rahmen der »Single-Use Plastic Products Studies« der Life Cycle Initiative, welche im Auftrag des Umweltprogramms der Vereinten Nationen erstellt wurden, sind Ökobilanzen von Take-away-Verpackungen überblicksartig dargestellt (vgl. Miliutenko/Sandin/Liptow 2020). Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass wiederverwendbare Behälter und kompostierbare Biokunststoffe bei richtiger Nutzung und Entsorgung eine geringere Umweltauswirkung haben können als fossilbasierte Einweg-Plastikverpackungen. Die Umweltvorteile hängen jedoch von Faktoren wie Material, Nutzungs- beziehungsweise Konsummustern und Entsorgungspraktiken ab. Die Alltagsroutinen, insbesondere in Bezug auf die

Nutzung und Entsorgung von wiederverwendbaren Bechern, wurden als entscheidender Einflussfaktor auf das Ergebnis einer Ökobilanz identifiziert (vgl. Lewis et al. 2021). Caspers und Kolleg\*innen (2023a) untersuchten 19 Ökobilanzen von Verpackungen mit einem Fokus auf Take-away Speisen und Getränken, die zwischen 2007 und 2021 veröffentlicht wurden. Analysiert wurde unter anderem, inwiefern 1.) Konsument\*innen in der Nutzungsphase, 2.) Littering und 3.) das Verhalten von Konsument\*innen in der Entsorgungsphase berücksichtigt wurden. Littering stellt hierbei das unerlaubte Wegwerfen von Abfall und somit der Eintrag in nicht dafür vorgesehene Orte wie Straßen, Parks oder Naturschutzgebiete dar. Eine entscheidende Erkenntnis dieser Studie ist die unterschiedliche Einbeziehung von sozialen Praktiken in Ökobilanzen. Einige Ökobilanzen setzen sich intensiv mit Konsum- und Entsorgungspraktiken auseinander; andere Ökobilanzen beschäftigen sich hiermit nur am Rande oder überhaupt nicht. In den folgenden Abschnitten erläutern wir, inwieweit soziale Praktiken am Beispiel von Take-away-Verpackungen bei bereits durchgeführten Ökobilanzen berücksichtigt werden. Weiterhin erläutern wir anhand der Nutzungsphase und Entsorgung von Verpackungen Hintergründe zu bestehenden sozialen Praktiken und warum eine Berücksichtigung für die Ökobilanz relevant ist.

## 2.1 Die Nutzung von Verpackungen: Take-away als soziale Praktik

Verpackungen sind Teil vieler sozialer Praktiken, wie zum Beispiel dem Einkaufen von Lebensmitteln. Beim Einkaufen von Lebensmitteln müssen Entscheidungen über die Menge, das Produkt und die Verpackung der Lebensmittel getroffen werden. Diese Entscheidungen werden zu einem Teil von persönlichen Vorlieben beeinflusst, aber zu einem anderen Teil auch von strukturellen Aspekten wie finanziellen Möglichkeiten und gesellschaftlichen Normen. Viele Menschen nehmen eine ihrer Hauptmahlzeiten während der Arbeit ein, ob im Büro, auf einer Baustelle, in der Stadt, dem eigenen zu Hause oder ähnlichem, welche im Folgenden unabhängig von tatsächlichen Uhrzeiten pauschal Mittagspause genannt wird. Die Verpackung des Mittagessens ist hier von verschiedenen Kontextfaktoren abhängig, zum Beispiel von dem Arbeitssetting, welches grundsätzlich darauf Einfluss nimmt, ob Mittagessen mitgebracht, in einer Kantine gegessen oder als Take-away-Nahrung eingekauft wird. Dichte Zeitstrukturen, vielfältige Anforderungen an den komplexen Alltag und schlicht fehlende Kantinen sind beispielhaft als soziale Phänomene zu nennen, die Mittagspausen beeinflussen und damit auch das Verpackungsaufkommen.

Essen selbst vorbereiten und mitbringen oder in der Kantine essen führt erstmal zu keinem direkten Bedarf an Take-away-Verpackungen, jedoch gibt es Umweltwirkungen aufgrund der Verwendung von anderen Einwegprodukten (z.B. Folien) sowie sonstigen verwendeten Verpackungen, die Teil dieser Praktiken sind. Essen

mitzubringen ist vor allem in Berufen in Gewerbegebieten (mangels Alternativen) und im Niedriglohnsektor (mangels ökonomischer Alternativen) anzutreffen, wobei »meal prepping« mittlerweile auch als Trend in akademischen Schichten anzutreffen ist. Dagegen ist es gerade in innerstädtischen Gebieten zu beobachten, dass Essen in Restaurants und Imbissen abgeholt oder aus dem Lebensmitteleinzelhandel mitgebracht wird (vgl. Shittu/Nygaard 2023). Hier zeigt sich schon, dass nicht die Verpackung allein berücksichtigt werden sollte, sondern die Kontexte, in denen diese angewendet werden. Dabei kann es sich lohnen, die Mittagspausenkultur noch einmal differenzierter zu betrachten und Faktoren für verpackungsintensive Speisen, zum Beispiel durch Take-away, zu identifizieren. Das Ziel ist hierbei nicht, ausgehend von einer Take-away-Verpackung zu überlegen, wie diese ökologisch optimiert werden kann. Vielmehr geht es darum, wie Bedingungen für das Mittagessen geschaffen werden können, die es erlauben, wenig(er) Verpackungen zu verwenden. Zum Kontext zählt auch, ob Arbeitgeber\*innen ausreichend Pausenplätze bereitstellen, ob Mikrowellen oder gar Herde zur Verfügung stehen, Geschirr und Besteck sowie Spülmöglichkeiten vorhanden sind. All dies ist einerseits mit einem entsprechenden Ressourcenverbrauch verbunden, kann aber andererseits auch zu einem Konsum mit geringeren ökologischen Folgen führen. Hierbei wird deutlich, wie das Ergebnis davon abhängig davon ist, was genau in einer Ökobilanz betrachtet wird.

Das Beispiel zeigt, dass die Analyseeinheit nicht die Verpackung selbst sein muss, sondern die soziale Praktik der Mittagspause. Dabei ist die Mittagspause auch mit anderen Praktiken des Alltags verbunden, wie der Zubereitung des Abendessens, bei der Reste für den nächsten Tag aufgehoben werden, dem Spülen des Geschirrs oder Mobilitätspraktiken, um das Essen außer Haus abzuholen. Die aktuelle Forschung zeigt daher, dass ein breiter Blick auf Take-away-Verpackungen notwendig ist (vgl. Shittu/Nygaard 2023). Eine Möglichkeit ist, Ökobilanzen mit einem Fokus auf Konsum und soziale Praktiken zu erweitern (vgl. Suski/Speck/Liedtke 2021). Hierbei sollte genau festgelegt werden, welche Stakeholder adressiert werden müssen, um effektive Empfehlungen tätigen zu können (vgl. Mock 2020; Spurling et al. 2013).

## 2.2 Entsorgung von Verpackungen: Abfalltrennung als soziale Praktik

Neben der Nutzung von Verpackungen müssen für eine Ökobilanz auch Entsorgungspraktiken betrachtet werden, da diese einen Einfluss auf das Ergebnis einer Ökobilanz haben (vgl. Caspers et al. 2023a). Die Entsorgung einer Verpackung auf den dafür vorgesehenen Wegen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Materialien in einen Kreislauf zurückgeführt werden. In Deutschland ist Abfalltrennung vielerorts etabliert und kann als soziale Norm angesehen werden (vgl. Rückert-John et al. 2021). Diese etablierten Gewohnheiten sind teilweise geschichtlich gewachsen (*siehe auch Beitrag von Weber in diesem Band*) und in ein etabliertes Netz aus Entsorgungs(in-

fra)strukturen und Praktiken der Recyclingwirtschaft eingebunden, von der Bereitstellung verschiedener Abfalltonnen, über Kennzeichnungspflichten und Pfandsysteme bis hin zur sensorgestützten Abfallsortierung in Sortieranlagen (vgl. Henriksson/Åkesson/Ewert 2010). Entsprechend sind kollektive Entsorgungspraktiken häufig stärker im Alltag verankert als neu entstehende Vermeidungspraktiken. So sind beispielsweise das Einkaufen in Unverpackt-Läden und weitere Formen der Verpackungsvermeidung (z.B. solidarische Landwirtschaft) noch keine etablierte Norm (siehe auch Beitrag von Engelt/Wilts/Pillmann in diesem Band). In Bezug auf Einwegverpackungen haben sich ebenfalls vereinzelt alternative Formen der Wieder- und Weiternutzung etabliert, beispielsweise »Do It Yourself« (DIY)-Praktiken (beispielsweise Portemonnaies aus Tetra-Pak-Verpackungen), auch häufig als Upcycling bezeichnet. Bisher sind diese Vermeidungspraktiken jedoch weder quantifiziert noch ökologisch bilanziert. Daher lässt sich hier schwer eine Aussage darüber treffen, wie mengenrelevant für das Precycling und mit welchen Umwelteffekten diese Formen der Weiterverwendungen in Haushalten zu bewerten sind.

Trotz der gut etablierten Abfalltrennung sind auch Verbesserungspotenziale und bestehende Unsicherheiten zu beobachten. Diese treten unter anderem durch das Aufkommen neuer Verpackungsinnovationen auf. Ein Beispiel hierfür sind papierbasierte Alternativen zu Kunststofffolien, die zum Teil Beschichtungen aus Kunststoffen oder Wachsen enthalten. Weiterhin wird die Trennung von Abfällen teilweise als kompliziert und umständlich wahrgenommen (vgl. Süßbauer 2023). Die Vorsortierung der Abfälle im Haushalt benötigt neben Wissen auch Platz (vgl. Langley/Turner/Yoxall 2011). Verpackungsabfälle entstehen häufig als Nebenprodukt anderer Tätigkeiten, so dass die korrekte Trennung aus Konsument\*innensicht ein zusätzlicher, zeitaufwendiger Schritt ist.

Für die Definition von Zielen von Ökobilanzen ist es daher wichtig, die Einbettung der Mülltrennung im Alltag und die mögliche Umnutzung von Verpackungen genauer zu verstehen und mit zu berücksichtigen.

### **3. Methodische Ansätze zur Integration sozialer Praktiken in die Ökobilanz von Verpackungen**

Im folgenden Abschnitt wird erläutert, wie soziale Aspekte in die verschiedenen Phasen der Ökobilanz, speziell am Beispiel von Verpackungen, einbezogen werden können. Unsere Schwerpunkte liegen dabei auf der Festlegung von Zielen, der Definition des Untersuchungsrahmens und der Sachbilanz-Phase. Dabei stellen wir soziale Praktiken vor, die bisher möglicherweise zu wenig Beachtung gefunden haben, sowie methodische Ansätze zur Erfassung und Einbindung von relevanten Daten.

### 3.1 Einbezug sozialer Praktiken im Ziel und Untersuchungsrahmen

In der ersten Phase einer Ökobilanz sollen laut Definition klare Ziele und der genaue Umfang der Analyse definiert werden: Was werden wir bewerten? In welchem System? Und was werden wir nicht bewerten? Obwohl dies naheliegend erscheint, ergab eine Analyse wissenschaftlicher Aufsätze von 2012, dass viele Ökobilanz-Studien unzureichend beschreiben, wofür sie erstellt wurden (vgl. Zamagni et al. 2012). Die Fragestellung einer Ökobilanz für Verpackungen sollte nicht nur sein, wie Verpackungen möglichst ökologisch gestaltet werden können, sondern wie das Leben so organisiert werden kann, dass Precycling überhaupt alltagstauglich umgesetzt werden kann. Ist im Büro ein Pausenraum mit Mikrowelle und Waschbecken vorhanden, kann sich eine Kultur des Mitbringens eigenen Essens in Mehrwegverpackungen leichter etablieren, als wenn die Pausenkultur einen schnellen Snack in der Innenstadt vorsieht.

Im Zuge der Spezifikation von Ziel und Untersuchungsrahmen ist es sinnvoll, sich ausführlich mit den zugehörigen Praktiken, mit denen die Verpackung in Verbindung steht, zu beschäftigen. Dabei sollten unter anderem relevante Stakeholder identifiziert und Netzwerke sozialer Praktiken ermittelt werden, um Systemgrenzen und funktionelle Einheit korrekt zu definieren (vgl. Suski/Speck/Liedtke 2021; Suski/Palzkill/Speck 2023; Niero et al. 2021; Ellsworth-Krebs/Niero/Jack 2023).

Die Ziel- und Umfangsdefinition wird so zu einem eigenständigen wissenschaftlichen Vorhaben innerhalb der Ökobilanz. Die Analyse sozialer Praktiken hilft hierbei zu verstehen, wie Verpackungen im Alltag eingebunden sind und welche Möglichkeiten für nachhaltige Verpackungssysteme oder Alternativen sich auftun, zum Beispiel durch die Aneignung neuer Praktiken durch bestimmte Personengruppen (vgl. Rabiú/Jaeger-Erben 2022; 2024). So hängt die Praktik des Mittagessens mit dem Einkauf eben jenes Essens und der schlichten Notwendigkeit der Nahrungsaufnahme zusammen. Über die Zeitstrukturen des Alltags hängt das Mittagessen auch mit anderen Praktiken, wie der Kindererziehung (kurze Mittagspausen, um rechtzeitig das Kind aus der Kita abholen zu können) oder der digitalen und internationalisierten Arbeit (die dazu führt, dass schnell etwas parallel zu Video-Calls gegessen werden muss) zusammen. Diese soziale Dimension von Ernährung hat einen erheblichen Einfluss auf die Verwendung und Umweltwirkungen von Verpackungen.

Die Identifikation des Ziels und Untersuchungsrahmens kann mit Hilfe des *Zooming in* und *Zooming out* durchgeführt werden (vgl. Nicolini 2009; Shittu/Nygaard 2023; Suski/Speck/Liedtke 2021). Hierbei werden mit Hilfe unterschiedlicher methodischer Zugänge verschiedene Aspekte der zu untersuchenden verpackungsrelevanten sozialen Praktik analysiert. Der Fokus liegt sowohl auf einem vertieften Verständnis der spezifischen sozialen Praktik selbst (*Zooming in*), wie auch deren Einbettung in ein Netz anderer sozialer Praktiken (*Zooming out*). Nicolini (2009) emp-



fehlt hierbei ganz allgemein einen breiten, sozialwissenschaftlichen Methodenkotter, aus dem man sich bedienen kann. Suski und Kolleginnen (2023) zeigen darauf aufbauend, dass soziale Praktiken mit Hilfe von Interviews, qualitativen Inhaltsanalysen und Umfragen untersucht werden können, um Ziel und Untersuchungsrahmen einer Ökobilanz zu ermitteln.

### 3.2 Einflussfaktoren auf die Nutzungshäufigkeit von Pool-Mehrweglösungen

Pool-Mehrweglösungen stellen ein Verpackungssystem dar, bei dem es einen gemeinsamen Bestand von wiederverwendbaren Verpackungen beziehungsweise Behältern gibt, welche zwischen verschiedenen Hersteller\*innen, Lieferant\*innen, Gastronomiebetrieben und Haushalten zirkulieren. Damit ein solches System potenziell geringe Umweltauswirkung hat, ist eine häufige (Wieder-)Verwendung der Verpackung wichtig. Die intensive Nutzung solcher Verpackungslösungen hängt allerdings von vielen Faktoren ab (*siehe auch Beitrag von Süßbauer/Rubik/Sattlegger in diesem Band*). So wäre es eine Überlegung wert, mögliche Interventionsformen (z.B. Bildungsmaßnahmen, Designoptimierung) mit in den Untersuchungsrahmen der Ökobilanz zu integrieren, um Maßnahmen über das Materielle hinaus besser bewerten zu können. Zum Beispiel kann der Einfluss von Konsumpräferenzen auf die Umweltleistung von Verpackungen untersucht werden, um entsprechende Interventionen zu fördern. Im PuR-Projekt wurden verschiedene Einflussfaktoren über eine Literaturlauswertung sowie Gespräche mit einem Anbieter einer Pool-Mehrweglösung ermittelt (vgl. Böckmann 2021). So erfordert eine erfolgreiche Einführung von Pool-Mehrwegsystemen gezielte Bildungs- und Sensibilisierungsmaßnahmen, um die Öffentlichkeit über die potenziell geringeren Umweltauswirkungen im Vergleich zu Einwegsystemen aufzuklären. Dies schließt Informationen über die Nutzungshinweise, Rückgabeverfahren und die allgemeine Funktionsweise des Systems ein (vgl. Ertz et al. 2017). Die Benutzer\*innenfreundlichkeit und der Komfort der Mehrwegbehälter sind ebenso zentral.

Für eine umfängliche Analyse von sich gegenseitig bedingenden Faktoren kann es sich erneut anbieten, mit den beiden analytischen Schritten des *Zooming in* und *Zooming out* zu arbeiten. Zunächst kann die soziale Praktik des Behältertauschs genauer betrachtet werden. Dabei lassen sich Erkenntnisse darüber gewinnen, wie diese Praktik interpretiert wird – ob sie primär als wirtschaftlicher Austausch, ökologischer Materialfluss oder Dienstleistung zur Hygienisierung betrachtet wird. Zudem können die einzelnen Schritte, die diese Praktik umfasst, näher untersucht werden (*Zooming in*). Hier bieten sich teilnehmende Beobachtungen und Interviews an. Darüber hinaus können damit verbundene soziale Praktiken analysiert werden, die dem Behältertausch zeitlich vor- und nachgelagert sind und örtlich gänzlich getrennt sein können. Dies umfasst zum Beispiel das Vorspülen der Kund\*innen, den Transport zum Behältertausch, die dahinterliegende Logistik, Abrechnungsprozes-

se und professionelle Reinigung (*Zooming out*). Diese Herangehensweise ermöglicht es, das System als Ganzes zu verstehen und potenzielle Probleme zu identifizieren. Durch eine ökobilanzielle Perspektive kann eine umfassende Bewertung gewährleistet werden, wobei bereits existierende Literatur hier wertvolle Einblicke bieten kann.

Eine *verbesserte Handhabung* und die Möglichkeit, Behälter bequem zurückzugeben, fördert die regelmäßige Verwendung und unterstützen einen unkomplizierten Ausleih- und Rückgabeprozess (vgl. Greenwood et al. 2021). Somit könnte die Entwicklung benutzer\*innenfreundlicher Mehrwegbehälter und Rückgabeprozesse hier förderlich sein. Wenn die Mehrweglösung zudem wirtschaftlich attraktiv ist (*wirtschaftliche Anreize*), werden mehr Menschen sie wählen. Hierbei sind sowohl die Kosten der Nutzer\*innen von Take-away-Angeboten als auch die Kosten, die für Gastronomiebetriebe entstehen, zu berücksichtigen. Ein hoher Pfandbetrag für den Mehrwegbehälter kann potenzielle Nutzer\*innen von der Verwendung abhalten. Für die Anbietenden des Mehrwegbehälters sollten aber keine zusätzlichen Kosten entstehen. Im optimalen Fall sparen die Anbietenden durch die Nutzung der Mehrweglösung sogar Kosten im Vergleich zu Einwegverpackungen (*Kosteneffizienz für Anbieter*) (vgl. Kauertz/Schlecht/Markwardt, 2019). Die vorhandene Infrastruktur für die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit der Mehrwegbehälter ist ein weiterer Einflussfaktor. Eine ausreichende Anzahl von Anbieter\*innen und gut ausgebaute Rücknahmesysteme sind notwendig, um die Verfügbarkeit zu gewährleisten. Hierbei kann eine standardisierte Systemausgestaltung die Verwaltung und Verteilung der Behälter erleichtern (*Verbesserung der Infrastruktur*) (vgl. Coelho et al. 2020; Kauertz/Schlecht/Markwardt 2019). Insbesondere für Gastronomiebetriebe ist die Beständigkeit der Mehrwegverpackung maßgeblich für die Akzeptanz. Die Beständigkeit wird wiederum durch Materialauswahl stark beeinflusst und wirkt sich auf Sicherheit, Hygiene und Robustheit der Behälter aus (vgl. Shahbazi et al. 2018). Die Förderung der Verwendung von hochwertigen, langlebigen und hygienischen Materialien für Mehrwegbehälter, um deren Beständigkeit und Akzeptanz zu verbessern, ist hier maßgeblich. Die *Entwicklung von Standards und Zertifizierungen für Mehrwegbehälter*, um ihre Qualität und Sicherheit zu gewährleisten, könnte hier unterstützen. Als weitere Maßnahmen dienen (finanzielle) Anreize und Belohnungsmodelle. Rabatte oder die Möglichkeit, an Gewinnspielen teilzunehmen, wenn Mehrwegbehälter genutzt werden, können die Nutzung von Mehrwegbehältern steigern (*Anreizmodelle und Belohnungen*) (vgl. Chalupova 2019; Kauertz/Schlecht/Markwardt 2019).

Eine umfassend akzeptierte und weit verbreitete Mehrweglösung muss zahlreichen Anforderungen gerecht werden. Bei der Bewertung im Rahmen einer Ökobilanz sollte der Fokus nicht ausschließlich auf idealisierten technischen Aspekten liegen, da diese oft nicht die Realität vollständig widerspiegeln. Im Zielformulierungs- und Untersuchungsrahmen sollten daher Einflussfaktoren wie beispielsweise die Beständigkeit berücksichtigt werden. Eine niedrige Beständigkeit kann in der Pra-

xis zu einer hohen Bruchrate führen, selbst wenn das Material an sich möglicherweise umweltfreundlicher erscheint als andere. Insbesondere im Hinblick auf die Berücksichtigung und Bewertung von Interventionen ist dieses Hintergrundwissen hilfreich für die Ausgestaltung von Zielen und Untersuchungsrahmen.

### 3.3 Einflussfaktoren von Entsorgungspraktiken auf die Recyclingfähigkeit

Ein Ziel der Ökobilanz kann sein, die Recyclingfähigkeit von Verpackungen zu bewerten. Keller und Kolleg\*innen (2022) haben am Beispiel verschiedener Verpackungen gezeigt, dass eine höhere Recyclingfähigkeit von Verpackungen die Umweltbelastung und Auswirkungen auf den Klimawandel verringern kann. Die Recyclingfähigkeit von Verpackungen spielt in der Sachbilanz eine Rolle, um den Entsorgungsweg von Produkten und deren Komponenten in seinen Umweltauswirkungen korrekt bilanzieren zu können.

Der Begriff *recyclingfähig* hat derzeit in Forschung und Praxis unterschiedlichste Definitionen. Gemäß dem Verpackungsgesetz wurde in Deutschland erstmals die Recyclingfähigkeit von Verpackungen definiert (VerpackG, § 21 Abs. 1). Nach dem darin festgelegten Mindeststandard bezieht sich die Recyclingfähigkeit immer auf die Fähigkeit zur hochwertigen werkstofflichen Verwertung. Dies bedeutet, dass eine Verpackung in der Lage sein sollte, nach industriell verfügbaren Recyclingprozessen, Neuware in materialtypischen Anwendungen zu ersetzen. Der Mindeststandard legt klare Anforderungen an das Endprodukt fest und erfordert, dass die Bewertung der Recyclingfähigkeit vor dem Hintergrund der aktuellen Praxis der Sortierung und Verwertung erfolgt. Andere öffentlich verfügbare Definitionen charakterisieren die Recyclingfähigkeit von Kunststoffverpackungen oft ähnlich, jedoch betonen sie teilweise auch die Notwendigkeit eines Marktwerts für das Verpackungsmaterial (vgl. Plastics Recyclers Europe 2018). Dies würde eine Grundvoraussetzung darstellen, um eine ausreichende Recyclinginfrastruktur und die Produktion von Rezyklaten für neue Produkten sicherzustellen (vgl. ebd.).

Solche Definitionen konzentrieren sich auf die praktische Recyclingfähigkeit einer Verpackung, wobei sie sowohl technische als auch wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen, aber bisher eben keine sozialen. Pomberger (2020) hebt jedoch hervor, dass zur Ermittlung einer realistischen Recyclingfähigkeit weitere Faktoren wie Praktiken im Rahmen der Abfallerzeugung beziehungsweise -verursachung und -verschmutzung sowie regionale Unterschiede in der Sammlung, Sortierung und Verwertungsinfrastruktur berücksichtigt werden sollten. Er bezeichnet diese Aspekte als *reale Recyclingfähigkeit*. Entsprechend wird die Recyclingfähigkeit von Verpackungen nicht nur durch das Vorhandensein der erforderlichen Infrastruktur und die spezifische Eignung der Verpackung für bestehende Techniken beeinflusst, sondern auch durch die realen Entsorgungspraktiken und den daraus resultierenden Entsorgungswegen.

Das Bilanzieren verschiedener Szenarien und Maßnahmen (z.B. Interventionen, Designaspekte) kann dabei helfen, Stellschrauben in der Wertschöpfungskette von Verpackungen (z.B. im Produktdesign) zu identifizieren. Im Rahmen des *PuR*-Projekts wurden verschiedene Einflussfaktoren auf umweltrelevante Entsorgungspraktiken identifiziert (vgl. Kunert 2021; Seiter 2020). Die Literaturauswertung offenbarte vier übergeordnete Kategorien, die maßgeblichen Einfluss haben: Soziodemographie, Infrastruktur, soziale Faktoren und Verpackungsdesign. Es ist anzumerken, dass das Verhalten von Konsument\*innen hier nicht als Reaktion auf isolierte Einflussfaktoren betrachtet werden soll, sondern als das Ergebnis komplexer Wechselwirkungen zwischen verschiedenen aufgeführten Faktoren.

Soziodemographische Aspekte wie Alter, Geschlecht, Einkommen, Bildungsniveau und Haushaltsgröße beeinflussen Entsorgungspraktiken und die korrekte Entsorgung von Abfällen nachweislich (vgl. Perrin/Barton 2001; Halvorsen 2008). Eine gut ausgebaute und nahe Entsorgungsinfrastruktur, sowie die Verfügbarkeit von Recyclingbehältern und -einrichtungen in der Nähe des Wohnortes oder Arbeitsplatzes (*infrastrukturelle Bedingungen*) können das Trennverhalten erheblich steigern. *Finanzielle Anreize* wie zum Beispiel Pfand auf Flaschen und Dosen können dabei umweltfreundliche Entsorgungspraktiken zusätzlich unterstützen (vgl. Perrin/Barton 2001; Halvorsen 2008). Soziale Faktoren wie die subjektiv wahrgenommene Mühe, Wissen über Mülltrennung, Gewohnheiten, Umweltbewusstsein und das vorhandene Vertrauen in Entsorgungsunternehmen beeinflussen die Motivation zur Abfalltrennung. Ein hohes Umweltbewusstsein und Wissen über die Bedeutung des Recyclings motivieren Menschen allgemein dazu, Abfälle zu trennen (vgl. Perrin/Barton, 2001; Halvorsen 2008). Eine positive Einstellung zum Recycling wird durch hohes Umweltbewusstsein und Wissen über die Bedeutung des Recyclings gefördert (vgl. Vicente/Reis 2008). Die Einbindung sozialer Normen und der Einfluss der Peergroup sind ebenfalls entscheidend für die Umsetzung von Entsorgungspraktiken. Gemeinschaften, die Recycling als wichtig erachten, können Menschen eher zur konkreten Umsetzung motivieren. Wenn Recycling in der Gemeinschaft als wichtig betrachtet wird, sind Menschen eher bereit, sich daran zu beteiligen. Halvorsen (2008) fand heraus, dass Menschen in Großstädten seltener ihre Abfälle trennen, was auf einen geringeren sozialen Druck in größeren Gemeinschaften zurückgeführt wird.

Zuletzt wirkt sich das Verpackungsdesign auf die praktische Umsetzung der Entsorgung aus. Hinweis-Symbole zur Mülltrennung, Trennbarkeit von Verpackungskomponenten und Restentleerbarkeit von Behältern beeinflussen die konkrete Handhabung von Verpackungen. Klare Anweisungen fördern die praktische Umsetzung des richtigen Trennverhaltens, während verwirrende Vorschriften zu Fehlern führen können (vgl. Buelow/Lewis/Sonneveld 2019). Je einfacher und bequemer das Trennen von Abfall ist, desto eher werden die Menschen es tun. Die Studie von Williams und Kolleg\*innen (2018) offenbarte, dass bei Verpackun-

gen, deren Entsorgung aufgrund der aufwendigen oder komplizierten Trennung der Komponenten zeitraubend war, lediglich die größte Komponente oder sogar überhaupt keine der Komponenten separat entsorgt wurde.

Es ist daher von entscheidender Bedeutung, Haushalte sowohl in den Prozess der Bewertung der Recyclingfähigkeit von Verpackungen einzubeziehen als auch Entsorgungspraktiken differenziert zu betrachten. Nur so kann eine realistische Einschätzung der Recyclingfähigkeit und somit auch realistische Darstellung der Entsorgungswege in Ökobilanzen erfolgen.

### 3.4 Einbezug sozialer Praktiken in der Sachbilanz-Phase

Die Sachbilanz-Phase folgt der Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen der Ökobilanz. In dieser Phase werden alle als relevant definierten Stoffströme erfasst und quantifiziert. Insbesondere in Bezug auf die Nutzungsphase, in der die Benutzung beziehungsweise der Verbrauch von Gütern stattfindet, treten häufig erhebliche methodische Qualitätsmängel in vielen Ökobilanz-Studien auf. Es ist daher erforderlich, auf adäquate Methoden zur Sicherung der Datenqualität zurückzugreifen (vgl. Polizzi di Sorrentino/Woelbert/Sala 2016; Pohl/Frick/Suski 2019; Pohl 2022; Suski/Pohl/Frick 2020; Caspers et al. 2023a).

Die Schwierigkeiten liegen vor allem in traditionellen disziplinären Ansätzen von Ökobilanzen, die empirische Konsumanalysen außer Acht lassen. Eine Lösung für die integrative Betrachtung kann daher eine interdisziplinäre Herangehensweise bieten. Im Weiteren möchten wir konkrete, konsumrelevante Aspekte von Verpackungen benennen und diskutieren, wie eine detaillierte Betrachtung und Berücksichtigung in der Sachbilanz erfolgen kann. Zusätzlich stellen wir Methoden vor, die im Rahmen des PuR-Projekts angewendet wurden und die eine realistische Quantifizierung von Stoffströmen auf Konsum-Ebene ermöglichen. Hierbei liegt der Fokus nicht nur auf der klassischen Nutzungsphase von Produkten, sondern auch auf dem Übergang zur Verwertung, also der Entsorgung von (Verpackungs-)Abfall auf Haushaltsebene.

Wenn Verpackungen nach der Verwendung unsachgemäß entsorgt werden, sei es durch Wegwerfen auf der Straße oder in der Natur (auch Littering genannt), kann dies erhebliche Umweltauswirkungen haben. Die Menge an Abfall, die in der Umwelt landet, hängt von vielen Faktoren ab, zum Beispiel wo konsumiert wird, welche Entsorgungsmöglichkeiten angeboten werden und wie verschmutzt die Verpackung ist. Die End-of-life-Phase von Verpackungen umfasst Entsorgung, Recycling und/oder Verbrennung. Auch hier spielen soziale Praktiken in den Haushalten eine wichtige Rolle, da sie den Input in den jeweiligen Entsorgungs- und Verwertungsweg vorgeben. So ist die Ökobilanz auch davon abhängig, ob Verpackungen ordnungsgemäß dem Recycling zugeführt werden oder ob sie »gelittert« werden, also in der Umwelt landen. Für eine realistische Ökobilanz sind hier entsprechend spe-

zifische Daten notwendig, in der Regel als Primärdaten, also originäre und unmittelbare Daten, die für die spezifischen Bedürfnisse einer Studie generiert werden müssen.

Die von Caspers und Kolleg\*innen (2023a) verfasste Studie zeigt, dass für die Ökobilanz von (Mehrweg-)Take-away-Verpackungen unter anderem die Faktoren Wiederverwendungshäufigkeit, Littering und der Verwertungsweg relevant sind. Die Häufigkeit, mit der Verpackungen wiederverwendet werden, ist ein wichtiger Faktor für ihre ökologische Bewertung. Einwegverpackungen werden in der Regel nach einmaliger Verwendung entsorgt. Wie oft Mehrwegverpackungen tatsächlich wiederverwendet werden, und welche Faktoren dabei eine Rolle spielen, ist für ihre Umweltauswirkung sehr relevant.

Häufig bewerten Ökobilanzen Verpackungen im unbenutzten Zustand, ohne Berücksichtigung ihres Zustands während der Entsorgung oder der Art ihrer Entsorgung. Entsorgungspraktiken haben jedoch erheblichen Einfluss auf die tatsächliche Recyclingfähigkeit, da sie den Input in die Sortieranlagen liefern (vgl. Caspers et al. 2023a). Die Leistung einer Sortieranlage und somit auch die Menge an recyclingfähigen und tatsächlich recycelten Materialien hängt unter anderem von folgenden Aspekten ab und sollten demnach in der Ökobilanz mitberücksichtigt werden: Die Anzahl und Häufigkeit der *Fehlwürfe*, *Trennmängel* sowie *Kontaminationen von Verpackungen*. *Fehlwürfe* sind falsch entsorgte (Verpackungs-)Abfälle, die von Konsument\*innen nicht den vorgesehenen Abfalltonnen zugeordnet worden sind. Beispielsweise wird eine Kunststoffverpackung im Restabfall oder in einem anderen Abfallbehälter entsorgt, der nicht für das entsprechende Material vorgesehen ist (z.B. Papiertonne). *Trennmängel* stellen die nicht ordnungsgemäße Trennung von manuell trennbaren Verpackungskomponenten aus verschiedenen Materialien dar (z.B. Papierummantelung eines Joghurtbechers aus Kunststoff). Darüber hinaus können starke *Kontaminationen* idealtypische Verwertungswege behindern. Wenn Verpackungen mit Lebensmittelresten, Öl oder anderen Verunreinigungen, also nicht restentleert, entsorgt werden, können sie den Recyclingstrom kontaminieren und die Sortierung und Verarbeitung erschweren. Eine Bilanzierung, zum Beispiel im Rahmen der Sachbilanz, sollte diese Aspekte möglichst berücksichtigen – idealerweise sollte im Rahmen von Ökobilanzen auf Primärdaten zu den tatsächlichen Entsorgungspraktiken zurückgegriffen werden, um die Entsorgung im Rahmen der Sachbilanz realitätsnah abzubilden.

#### 4. Methoden zur Quantifizierung des Konsums in der Sachbilanz

Eine interdisziplinäre Vorgehensweise bietet vielfältige Möglichkeiten für die Datenerhebung. Sie liefert insbesondere Möglichkeiten zur Quantifizierung und Beurteilung der beteiligten sozialen Praktiken. Doch mit welchen Methoden können

soziale Praktiken besser in eine realistische Ökobilanz von Einweg- und Mehrwegverpackungen integriert werden?

Im PuR-Projekt wurden hierfür verschiedene, darunter auch sozialwissenschaftliche, Methoden verwendet. In Zusammenarbeit mit rund 100 Berliner Haushalten wurden HomeLabs, eine Form von Reallaboren, durchgeführt (*siehe auch Beitrag von Wenzel und Kolleg\*innen in diesem Band*). Ziel der HomeLabs war die Untersuchung von Konsum- und Entsorgungspraktiken sowie des Precycling-Verhaltens in Haushalten. Die Haushalte sammelten vor allem Daten über ihren Umgang mit Verpackungen (für eine genaue Beschreibung des methodischen Vorgehens siehe Süßbauer et al. 2022). Verschiedene Interventionen und Datenerhebungsinstrumente wurden in diesem Kontext eingesetzt. Den Teilnehmenden wurden unter anderem Webinare mit Hinweisen zu Verpackungsvermeidung und Abfalltrennung im Alltag angeboten (Interventionen) und es wurden Interviews, Abfallabholung und -sortierung sowie Verpackungstagebücher als Datenerhebungsinstrumente eingesetzt.

Im Folgenden werden die Erfahrungen mit zwei der Datenerhebungsinstrumente vorgestellt: erstens die Abfallabholungen von Haushaltsabfällen und die damit verbundenen Sortieranalysen (Kapitel 4.1) und zweitens die Verpackungstagebücher (Kapitel 4.2).

## 4.1 Sortieranalysen von Haushaltsabfällen

Im Rahmen der HomeLab-Studie wurden von 33 teilnehmenden Haushalten die Haushaltsabfälle eingesammelt und einer Sortieranalyse unterzogen. Die Abholung und Sortierung der Abfälle konnten nicht bei allen 100 Haushalten umgesetzt werden, da einige der Analyse ihrer Abfälle nicht zugestimmt hatten. Darüber hinaus war es aus forschungspraktischen Gründen notwendig, den Aufwand und die benötigte Zeit für die Abholung und Sortierung zu reduzieren.

Die Abholung der Haushaltsabfälle erfolgte in vier Zeiträumen zwischen Mai und Oktober 2021. Hierbei wurde der Abfall jeweils eine Woche lang von den Haushalten gesammelt und dem PuR-Forschungsteam übergeben. Die Haushalte haben die Fraktionen, die sie üblicherweise auch zu Hause getrennt entsorgen, jeweils separat in dafür vorgesehenen Müllbeuteln gesammelt. Die Fraktionen sind: Leichtverpackungen und Wertstoffe, Papier, Glas und Restmüll. Bioabfälle waren nicht Bestandteil der Untersuchung.

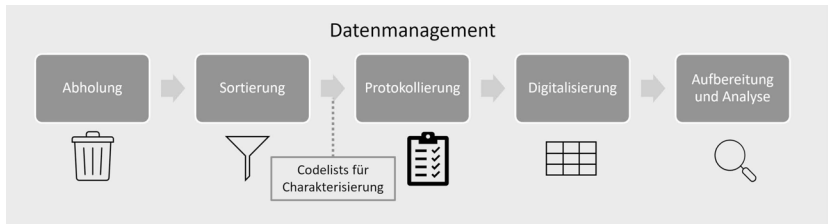
Die Datenerhebung umfasste die Vorsortierung der Abfälle, bei der der Nicht-Verpackungsanteil aller Fraktionen aussortiert wurde, und die Hauptsortierung, die eine detaillierte Charakterisierung der verbleibenden Verpackungsabfälle (> 40 mm) einschloss. Die Charakterisierung der Verpackungsabfälle aus allen Fraktionen (Papier, Glas, Wertstoffe, Restmüll) erfolgte anhand von Code-Listen, die einheitliche Begriffe zur Beschreibung der Eigenschaften wie Größe, Form, Mate-



rial und Recyclingcode enthielten. Die Sortierung und Charakterisierung wurden sowohl von wissenschaftlichen Mitarbeiter\*innen als auch studentischen Hilfskräften der Fachgebiete *Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologie* sowie *Sustainable Engineering* der Technischen Universität Berlin durchgeführt. Der grobe Ablauf der Sortieranalysen kann der Abbildung 2 entnommen werden.

Das Ziel der Sortieranalysen war die Bestimmung der Quantität, der Zusammensetzung und spezifischer Verpackungsmerkmale der Verpackungsabfälle in den Haushalten (z.B. Verpackungs- und Produktarten, Kennzeichnung, Materialien, Form, Größe, Gewicht). Zudem sollten die Charakterisierung des realen Entsorgungsverhaltens und der reale Zustand der entsorgten Verpackung erfasst werden (z.B. korrekte Zuordnung der Materialien nach Abfallfraktion von Konsument\*innen, korrekte Trennung der Verpackungskomponenten, Restentleerung der Verpackung über Konsument\*innen).

Abb. 2: Ablauf und Datenmanagement der Sortieranalysen



Quelle: eigene Abbildung

Dieses Vorgehen ermöglichte eine umfassende und präzise Datenerhebung zu Verpackungsabfällen aus Haushalten, um deren Zusammensetzung und Eigenschaften detailliert zu untersuchen. Die gewonnenen Daten ermöglichten die Analyse von Konsum- und Entsorgungspraktiken, die Untersuchung von Verpackungseigenschaften (z.B. Verpackungsarten, Vorhandensein von Trenn- und Materialhinweisen) nach Produktgruppen sowie die Identifizierung von Verpackungstrends. Bisher waren solche Daten in der Literatur begrenzt verfügbar.

Basierend auf den Informationen über die Eigenschaften der einzelnen entsorgten Verpackungen und deren Bestandteile, wurde im Rahmen des Projektes beispielsweise ein mathematisches Modell für eine Sortieranlage von Leichtverpackungen entwickelt – wobei ein innovativer Ansatz zur Berechnung der Trenngrade herangezogen wurde. Trenngrade stellen die Effizienz der korrekten Sortierung der Verpackung(sbestandteile) in einem Sortieraggregat dar. Ein Sortieraggregat ist eine Einheit in einer Sortieranlage, die dazu konzipiert ist, Materialien nach bestimmten Kriterien zu trennen oder zu sortieren (z.B. Sieben, Schwer-



krafttrennung, Magnetscheidung). Damit konnten im Rahmen des Projektes die Materialströme der Verpackungen in der Entsorgung anhand von Realdaten abgeschätzt werden. Darüber hinaus lassen sich Potenziale sowie Probleme aktueller Verpackungstrends am Beispiel der HomeLab-Daten für die Sortierung ableiten (vgl. Körner 2022).

Trotz der Herausforderungen bei der praktischen Anwendung dieser Methode, insbesondere in Bezug auf Zeit- und Datenmanagement, bietet sie wertvolle Einblicke in die Verpackungsabfallzusammensetzung. Anzumerken ist, dass die Datenerhebung während der Corona-Pandemie durchgeführt wurde, was zu Veränderungen in der Art und Menge der Abfälle geführt haben könnte. Die Erweiterung der Zielgruppe und Anzahl an Haushalten könnte die Generalisierbarkeit der Ergebnisse verbessern und die Anwendbarkeit der Methode in verschiedenen Kontexten erhöhen. Weiterhin sind saisonale Schwankungen in der Abfallmenge und -zusammensetzung zu berücksichtigen. Da die Probennahme während eines relativ kurzen Zeitraums (sechs Wochen) erfolgte, könnte das Sammeln und Sortieren der Abfälle über einen längeren Zeitraum zu einer besseren Datenlage führen.

## 4.2 Verpackungstagebücher

Im Rahmen der HomeLabs haben die teilnehmenden Haushalte zudem regelmäßig Verpackungstagebücher ausgefüllt, um das Aufkommen von Lebensmittelverpackungen zu dokumentieren. Diese wurden zum selben Zeitpunkt wie die Sammlung für die Sortieranalyse durchgeführt, jedoch nahmen alle Haushalte an diesem Erhebungsinstrument teil und nicht nur eine Teilgruppe, wie bei der Sortieranalyse. Dabei werden Details zu den Verpackungen, einschließlich Typ, Produkt und Entsorgungsweg, eingetragen. Die gesammelten Verpackungstagebuchdaten wurden genutzt, um verschiedene Aspekte von Verpackungsgewohnheiten zu erforschen. Dazu zählen erstens die Gesamtanzahl der wöchentlich anfallenden Verpackungen, zweitens die Identifizierung der Materialien (wie Plastik, Glas, Pappe), drittens die Analyse der Entsorgungs- und Weiterverwendungswege (z.B. Restmüll, Wiederverwendung), und viertens die Untersuchung von Hinweisen auf den Verpackungen wie Recyclingcodes. Abbildung 3 zeigt das Beispiel eines ausgefüllten Verpackungstagebuchbogens.

Das Hauptziel eines Verpackungstagebuchs war es, umfassende Einblicke in die Verwendung von Verpackungen in einem Haushalt zu gewinnen. Die Dokumentation von Aspekten wie Materialien und Entsorgungswegen ermöglicht vielfältige Erkenntnisse zu der Zusammensetzung des Verpackungsaufkommens und Konsumpraktiken. Bei wiederholtem Ausfüllen über einen Zeitverlauf lassen sich Veränderungen in der Verpackungsnutzung feststellen und analysieren. So ist eine fundierte Bewertung von Gewohnheiten und Veränderungen im Umgang mit Verpackungsmaterialien im Haushalt möglich. Somit lassen sich mit dieser Methode

nicht nur umfangreiche Daten zum Verpackungsaufkommen generieren, sondern auch Analysen in Fähigkeiten und Fehlannahmen in den Verpackungsgewohnheiten. Beispielsweise wurde oft angenommen, dass Tetra-Pak-Verpackungen reine Papierverpackungen seien, obwohl es sich hierbei um eine Verbundverpackung handelt. Weiterhin kann ermittelt werden, ob die durchgeführten Interventionen in den Haushalten Veränderungen in Konsumpraktiken bewirkt haben.

Abb. 3: Beispiel eines ausgefüllten Verpackungstagebuchbogens

Protokollbogen für LebensmittelverpackungenWoche 1: 03.05. bis 09.05.2021Haushaltscode: 09F055K

Ausfüllhinweis: Bitte dokumentieren Sie jeden Tag Ihre Verpackungsfälle. Bitte verwenden Sie pro Verpackung eine Zeile, gehen für diese jeweils die Schritte in der Anleitung durch und tragen die Informationen in den Bogen ein. Falls die Produktverpackung aus mehreren Teilen besteht, tragen Sie diese bitte zusammen in eine Zeile ein.

Nr.	Schritt 1: Wochen- tag	Schritt 2: Produktbeschreibung Welches Lebensmittel wurde durch die Verpackung verpackt?	Schritt 3: Packmitteltyp		Schritt 4: Material und Recyclingcode		Schritt 5: Entsorgungsweg und weitere Nutzung der Verpackung			
			Gewicht oder Volumen des verpackten Produktes (x kg oder x l)	Um welchen Packmitteltyp handelt es sich? (Packmitteltyp)	Bemerkung	Anzahl	Aus welchem Material besteht die Verpackung? (Materialgruppe)	Ist ein Materialhinweis oder ein Recyclingcode auf der Verpackung vorhanden? Wenn ja, welcher? (Recyclingcode/ Materialnummer)	Was haben Sie nach Gebrauch mit der Verpackung gemacht? (Entsorgungsweg: A1-5, B1-2C)	Haben Sie die Verpackung wieder oder weiterverwendet? Wenn ja, wofür? (Einsatzhinweis)
96	Mo	Milch	1 l	Beutel		1	Verbundstoff	40% Kreide	A2	nein
97	Mo	Limunsaft	0,4 l	Beutel		1	<del>Verbundstoff</del>	PEFC	A5	"
98	Mo	Schokolade	80 g	Folie		1	Kunststoff	-	A2	"
99	Mo	Spätzle	0,8 kg	Folie		2	Kunststoff	-	A2	"
100	Mo	Kekse	0,3 kg	Schnackel		1	Pappe		A1	"
101	Mo	Brotchen		Beutel		1	Verbundstoff		A5	"
102	Mo	Schokolat		Beutel		2	Pappe		A1	"
103	Di	Hilfsflüssigkeit	0,5 kg	Beutel		1	Pappe		A1	nein
104	Di	Bienen	1,0 kg	Schnackel		1	Plastik		A2	"
105	Di	Kleber	1 l	Beutel		1	Plastik	60% Kreide	A2	"
106	Di	Champignons	0,5 kg	Schnackel		1	Plastik		A2	"
107	Di	Brotkorn	0,5 kg	Folie		1	Plastik		A2	"
108	Di	Margarine	125 g	Beutel		1	Plastik		A2	"
109	Di	Snackbrotchen	100 g	Folie		5	Plastik		A2	"
110	Di	Gemüse	1,0 kg	Schnackel		1	Pappe		A1	"
111	Di	Snackbrotchen	300 g	Schnackel		1	Pappe		A1	"
112	Di	Joghurt	500 g	Beutel		1	Plastik		A2	"
113	Di	Kartoffeln	1,5	Beutel		5	Plastik		A2	"
114	Di	Müslif	500 g	Beutel		1	Plastik		A2	"
115	Di	Käse	200 g	Schnackel		1	Plastik		A2	"

Seite 6

Quelle: eigene Abbildung

Zur Sicherung der Datenqualität wurde den Haushalten im Vorfeld eine ausführliche Anleitung mit Beispielen vorgelegt, um ein einheitliches Verständnis über das notwendige Vorgehen zu schaffen. Von einzelnen Teilnehmer\*innen wurde zurückgemeldet, dass die Anleitung hilfreich war. Die Wirksamkeit der Methode der Verpackungstagebücher steht und fällt mit dem Wissen und der Motivation der Teilnehmenden. Ein umfassendes Bild der im Haushalt anfallenden Verpackungen kann nur entstehen, wenn die Teilnehmenden sämtliche Verpackungen im Tagebuch festhalten. Für eine gründliche Datenanalyse ist zudem entscheidend, dass die Eintragungen korrekt erfolgen. Eine detaillierte Untersuchung möglicher Veränderungen in den Verpackungsmaterialien ist beispielsweise nur dann möglich, wenn die Teilnehmenden die Materialien stets korrekt in den Tagebüchern

vermerken (vgl. Caspers et al. 2023b). Dies erfordert ein gewisses Vorwissen über Verpackungen, was möglicherweise dazu führen könnte, dass die Teilnehmenden ihre Verpackungswahl ändern, bevor sie dieses Wissen erlangen.

Eine besonders interessante Perspektive entsteht durch die Verknüpfung der Verpackungstagebuchdaten mit anderen Datensätzen. Zum Beispiel können Umfragedaten zur Selbsteinschätzung der Verpackungsgewohnheiten mit den gemessenen/eingesammelten Verpackungsabfällen verglichen werden. Die Kombination von Verpackungstagebüchern mit Daten aus Sortieranalysen ermöglicht zudem die Überprüfung der Genauigkeit der Einträge durch die Teilnehmer\*innen, beispielsweise zur Materialart. Dadurch können auch Erkenntnisse zu möglichen Fehlanahmen über Verpackungen gewonnen werden.

Weiterhin ist geplant, die Eignung und Detailtiefe von Verpackungstagebüchern zu überprüfen, um zu verstehen, wie sie zur Datenerhebung beitragen können. Die Daten aus den Sortieranalysen der Abfälle von Haushalten, welche ebenfalls Tagebücher geführt haben, könnten eine Fehlerabschätzung der Tagebucheinträge der teilnehmenden Haushalte ermöglichen. In Kombination mit Daten aus den weiteren Erhebungsinstrumenten der HomeLabs (z.B. Fragebögen) lassen sich hier eine Vielzahl von Auswertemöglichkeiten ableiten. Im Rahmen von PuR konnte aufgezeigt werden, dass durch die Verbindung von Verpackungstagebüchern und Ökobilanz neu Erkenntnisse gewonnen werden können, zum Beispiel für die Integration von Ökobilanzen und sozialen Praktiken (Caspers et al. 2023b).

## 5. Neue Wege und interdisziplinäre Ansätze in die Ökobilanzierung

Verpackungen sind, wie andere soziale Phänomene auch, eingebettet in komplexe Alltagsstrukturen unserer Gesellschaft. Wie in den Beispielen des Beitrags gezeigt wurde, sind daher ökobilanzielle Aspekte wie Systemgrenzen, Einflussfaktoren, Fragestellungen, funktionelle Einheiten und menschliche Handlungen keineswegs allein mit klassischen technisch-ökonomischen Methoden umfassend abdeckbar. Stattdessen bedarf es neuer, interdisziplinärer Zugänge zur Ökobilanz, zumindest wenn das Ziel inkrementelle, technische Veränderungen übersteigt. Theorien sozialer Praktiken haben sich hierfür als wertvoll erwiesen, um soziale Einbettungen von Verpackungen in Alltagsstrukturen zu identifizieren. Diese können genutzt werden, um Ziele, Fragestellungen, Systemgrenzen und funktionelle Einheiten für die Durchführung von Ökobilanzen zu bestimmen.

Der genaue Prozess der Ermittlung von Systemgrenzen und der Erstellung der Sachbilanz bedarf nun aber neuer Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung. In diesem Beitrag wurden hierzu einige vorgestellt, zum Beispiel Verpackungstagebücher und Abfallanalysen. Es ist hierbei zu erwarten, dass Ökobilanzen, die sich an sozialen Praktiken orientieren und diese berücksichtigen, also

kritisch Systemgrenzen und Fragestellungen reflektieren, auch das Problem der generischen und geschätzten Daten für ökologisch relevante Konsumaspekte und Entsorgungspraktiken adressieren. Dies ergibt sich unter anderem aus dem iterativen Vorgehen einer Ökobilanz. Hierbei beeinflussen sich die einzelnen analytischen Phasen immer auch wechselseitig. Erkenntnisse aus der Sachbilanz-Phase können Einfluss auf den Untersuchungsrahmen nehmen und Ergebnisinterpretationen können erneut Anreize für die Sachbilanz erzeugen. Ist die Grundhaltung, mit der die Ökobilanz angegangen wird, sensibel gegenüber der sozialen Welt, und enthält die Definition des Untersuchungsrahmens soziale Aspekte, werden diese auch als fundamentaler Bestandteil untersucht. Ordentliche konsumorientierte Primärdatenerhebungen in Ökobilanzen von Verpackungen sind darüber hinaus grundsätzlich anzuraten, unabhängig von der Frage des Zugangs zur Definition von Systemgrenzen.

Zum Vorgehen einer auf Theorien sozialer Praktiken basierenden Ökobilanz bietet sich das *Zooming in* und *Zooming out* an. Beim *Zooming in* können, mithilfe verschiedener sozialwissenschaftlicher Methoden, Problem- und Fragestellungen identifiziert werden und ein grundlegendes Verständnis der zu untersuchenden verpackungsrelevanten sozialen Praktik (zum Beispiel die Mittagspause auf Arbeit) erreicht werden. Dies muss nicht zwingend allein als fester Bestandteil der Ökobilanz stattfinden, sondern bietet sich auch in interdisziplinären Projekten, wie dem PuR-Projekt, als ausgelagertes Arbeitspaket oder als Anschluss an bestehende Literatur, falls vorhanden, an. Mit Hilfe des *Zooming out* kann der Untersuchungsrahmen, also die Systemgrenzen, identifiziert werden. Hierbei stehen weitere sozialwissenschaftliche Methoden zur Verfügung, wie Fragebögen, teilnehmende Beobachtungen und Interviews. Ist das zu untersuchende System identifiziert, schließen Methoden der Datenerhebung für die Sachbilanz an, in der die materielle Basis der identifizierten sozialen Praktiken quantifiziert werden. So können zum Beispiel Verpackungstagebücher oder auch Sortieranalysen eingesetzt werden.

Die HomeLab-Studie der Nachwuchsgruppe PuR hat gezeigt, dass die Verbindung sozialwissenschaftlicher Erhebungsinstrumente mit der Ökobilanz zu neuen Erkenntnissen führen kann. Allerdings wurden bei der Zusammenführung der verschiedenen Erhebungsinstrumente auch einige Herausforderungen identifiziert. Eine solide Datenbasis ist für das Ergebnis einer Ökobilanz entscheidend. Absolute Bewertungsergebnisse sollten generell mit Vorsicht interpretiert werden. Die Ökobilanz ist ein komplexes Instrument, das selbst bei der Analyse eines einzelnen Produkts einen erheblichen Zeitaufwand und Ressourcen erfordert. Die genannten Herausforderungen der verschiedenen vorgeschlagenen Erhebungsinstrumente – aber auch der Ökobilanz an sich – verdeutlichen, dass nicht jede Fragestellung umfassend beantwortet werden kann und methodische Weiterentwicklungen gebraucht werden. Die Schritte sind notwendig, um die Realität noch genauer darzustellen (z.B. in der tatsächlichen Anzahl der Wiederverwendung und der realen

Recyclingfähigkeit von Verpackungen) und eine umfassende Bewertung zu ermöglichen. Dennoch können solche Herausforderungen durch einen interdisziplinären Ansatz und den iterativen Aufbau der Ökobilanz bewältigt werden. Darüber hinaus stellt die Möglichkeit der Interpretation von Größenordnungen und Veränderungen beim Verpackungsaufkommen einen neuen Erkenntnisgewinn dar, der durch die interdisziplinäre Verknüpfung von Ökobilanzen und Verpackungstagebüchern sowie Sortierdaten ermöglicht wird.

## 6. Fazit

Der Beitrag hebt die vielschichtige Bedeutung von Verpackungen in unserer Gesellschaft hervor, die über ihre rein funktionale Rolle hinausgeht. Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass das Mittagessen, aber auch die Entsorgung und die damit einhergehende reale Recyclingfähigkeit von (Verpackungs-)Abfall mit verschiedenen sozialen Praktiken zusammenhängen und durch unterschiedliche Rahmenbedingungen beeinflusst werden. Die Frage in Ökobilanzen sollte also nicht nur sein, wie wir Verpackungen möglichst ökologisch gestalten können. Um eine wirkliche Veränderung zu erzielen, müssen wir als Gesellschaft unser Leben so organisieren können, dass umweltfreundliche soziale Praktiken und Verpackungsvermeidung ermöglicht werden. Die Ökobilanz muss hier die Frage der Prozessgestaltung gesellschaftlicher Transformationen stellen und eine ernsthafte holistische Perspektive beisteuern. Es gilt zu klären, ob transformative Prozesse und Strategien, zum Beispiel das Recycling von Verpackungen, tatsächlich zu relevanten ökologischen Einsparungen führen.

Das PuR-Forschungsteam hat erste vielversprechende Ansätze getestet, um die Ökobilanz von Verpackungen mit der Analyse der dazugehörigen sozialen Praktiken zu integrieren und diese in Bewertungsansätzen zu berücksichtigen. Insbesondere liefern die vorgestellten Methoden einen Mehrwert für bisher eher linear und technisch orientierte Bewertungsansätze. Die intensive Berücksichtigung tatsächlicher Lebensrealitäten ist entscheidend, um realistische Einschätzungen der Umweltauswirkungen zu erhalten und geeignete Maßnahmen zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks von Verpackungen zu entwickeln. Interdisziplinarität ist sowohl in der Definition des Ziels und Untersuchungsrahmens als auch in der Sachbilanz-Phase relevant, um Modelle und Bewertungsansätze zu entwickeln, die sinnvoll die Realität abbilden. Damit können Ökobilanzen von Verpackungen helfen, für reale Kontexte ökologisch sinnvolle Entscheidungen zu treffen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Entwicklung von innovativen Erfassungsmethoden sind dabei Schlüsselkomponenten für den Fortschritt auf diesem Gebiet. In Zukunft sollten weitere Studien und Projekte durchgeführt werden, um die Integration der

sozialen Dimension und damit einhergehende Praktiken in Ökobilanzen von Verpackungen stärker zu berücksichtigen.

## Literaturverzeichnis

- Böckmann, Hanna (2021): Systematisierung von Einflussfaktoren auf die Materialeffizienz von Mehrwegverpackungen. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Technische Universität Berlin.
- Buelow, Sarah/Lewis, Helen/Sonneveld, Kees (2010): »The role of labels in directing consumer packaging waste«, in: *Management of Environmental Quality*, 21(2), S. 198–213.
- Caspers, Justus/Süßbauer, Elisabeth/Coroama, Vlad C./Finkbeiner, Matthias (2023a): »Life cycle assessments of takeaway food and beverage packaging: The role of consumer behavior«, in: *Sustainability*, 15(5), 4315.
- Caspers, Justus/Coroama, Vlad C./Sadetzky, Laurine/Süßbauer, Elisabeth/Finkbeiner, Matthias (2023b): »Measuring the climate change impact of household food and beverage packaging – A life cycle assessment of a living lab«, in: *Sustainable Production and Consumption*, 42, S. 259–267.
- Chalupova, Linda (2019): »Beitrag von Betriebsrestaurants zum nachhaltigen Konsum am Beispiel vom Abfall«, in: Walter Leal Filho (Hg.), *Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele*, Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, S. 313–334.
- Coelho, Patricia M./Corona, Blanca/ten Klooster, Roland/Worrell, Ernst (2020): »Sustainability of reusable packaging – Current situation and trends«, in: *Resources, Conservation & Recycling*, 6, 100037.
- Ellsworth-Krebs, Katherine/Niero, Monia/Jack, Tullia (2023): »Feminist LCAs: Finding leverage points for wellbeing within planetary boundaries«, in: *Sustainable Production and Consumption*, 39, S. 546–555.
- Ertz, Myriam/Huang, Rong/Jo, Myung-Soo/Karakas, Fehri/Sarigollu, Emine., (2017): »From single-use to multi-use: Study of consumers' behavior toward consumption of reusable containers«, in: *Journal of Environmental Management*, 193, S. 334–344.
- Greenwood, Sarah C./Walker, Stuart/Baird, Harriet M./Parsons, Rorie/Mehl, Seth/Webb, Thomas L./Slark, Andrew/Ryan, Anthony J./Rothman, Rachael (2021): »Combining insights from the environmental and behavioural sciences to understand what is required to make reusable packaging mainstream«, in: *Sustainable Production and Consumption*, 27(1), S. 1688–1702.
- Halvorsen, Bente (2008): »Effects of norms and opportunity cost of time on household recycling«, in: *Land Economics*, 84(3), S. 501–516.

- Henriksson, Greger/Åkesson, Lynn/Ewert, Susanne (2010): »Uncertainty regarding waste handling in everyday life«, in: *Sustainability*, 2(9), S. 2799–2813.
- Hocking, Martin B. (1994): »Reusable and disposable cups: An energy-based evaluation«, in: *Environmental Management*, 18, S. 889–899.
- ISO (2006): DIN EN ISO 14040:2006 Environmental Management: Life Cycle Assessment: Principles and Framework. ISO.
- Kauertz, Benedikt/Schlecht, Samuel/Markwardt, Stefanie (2019): Untersuchung der ökologischen Bedeutung von Einweggetränkebechern im Außer-Haus-Verzehr und mögliche Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs. Abschlussbericht, Texte 29/2019, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Keller, Jonas/Scagnetti, Carla/Albrecht, Stefan (2022): »The relevance of recyclability for the life cycle assessment of packaging based on design for life cycle«, in: *Sustainability*, 14, 4076.
- Körner, Jan (2022): Partikelbasierte Modellierung und Bewertung einer Sortieranlage für Leichtverpackungen. Unveröffentlichte Masterarbeit. Technische Universität Berlin.
- Kunert, Josephine (2021): Einflussfaktoren und Auswirkungen des Trennverhaltens von Verbraucher\*innen am Beispiel Leichtverpackungen. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Technische Universität Berlin.
- Langley, Joseph/Turner, Natalie/Yoxall, Alaster (2011): »Attributes of packaging and influences on waste«, in: *Packaging Technology and Science*, 24(3), S. 161–175.
- Lewis, Yvonne/Gower, Alexandra/van der Harst, Eugenie/Qureshi, Sofia/Watson, Alison (2021): Single-use beverage cups and their alternatives – Recommendations from Life Cycle Assessments. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Miliutenko, Sofia/Sandin, Gustav/Liptow, Christin (2020): Single-Use Plastic Take-Away Food Packaging and Its Alternatives – Recommendations from Life Cycle Assessments. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Mock, Mirijam (2020): »Verantwortliches Individuum? Die (Un-)Haltbarkeit der Erzählung von der Konsument\*innenverantwortung«, in: Ingolfur Blühdorn (Hg.), *Nachhaltige Nicht-Nachhaltigkeit*, Bielefeld: transcript Verlag, S. 245–272.
- Nicolini, Davide (2009): »Zooming in and out: Studying practices by switching theoretical lenses and trailing connections«, in: *Organization Studies*, 30(12), S. 1391–1418.
- Niero, Monia/Jensen, Charlotte L./Fratini, Chiara F./Dorland, Jens/Jørgensen, Michael S./Georg, Susse (2021): »Is life cycle assessment enough to address unintended side effects from circular economy initiatives?«, in: *Journal of Industrial Ecology*, 25, S. 1111–1120.
- Niero, Monia (2023): »Implementation of the European Union’s packaging and packaging waste regulation: A decision support framework combining quan-



- titative environmental sustainability assessment methods and socio-technical approaches«, in: *Cleaner Waste Systems*, 6, 100112.
- Perrin, Darren/Barton, John (2001): »Issues associated with transforming household attitudes and opinions into materials recovery: A review of two kerbside recycling schemes«, in: *Resources, Conservation and Recycling*, 33(1), S. 61–74.
- Plastics Recyclers Europe (2018): Recyclingfähigkeit. Recyclingfähigkeits-Definition. Hg. v. RecyClass. Online verfügbar: <https://recyclclass.eu/recyclability/definition/> (abgerufen am 31.01.2024)
- Pohl, Johanna (2022): Integration of higher-order effects into life cycle assessment of information and communication technology. Dissertation. Technische Universität Berlin.
- Pohl, Johanna/Frick, Vivian/Suski, Pauline (2019): Putting Products into User Perspective. The Role of User Decision and Behaviour for Environmental Assessment of ICT-based Services, Lappeenranta: Digitalization and Sustainability.
- Polizzi di Sorrentino, Eugenia/Woelbert, Eva/Sala, Serenella (2016): »Consumers and their behavior: state of the art in behavioral science supporting use phase modeling in LCA and ecodesign«, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21, S. 237–251.
- Pomberger, Roland (2020): »Über theoretische, praktische und reale Recyclingfähigkeit«, in: *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 72, S. 19–20.
- Rabiu, Mubarik K./Jaeger-Erben, Melanie (2022): »Appropriation and routinisation of circular consumer practices: A review of current knowledge in the circular economy literature«, in: *Cleaner and Responsible Consumption*, 7, 100081.
- Rabiu, Mubarik K./Jaeger-Erben, Melanie (2024): »Reducing single-use plastic in everyday social practices: Insights from a living lab experiment«, in: *Resources, Conservation and Recycling*, 200, 107303.
- Reckwitz, Andreas (2002): »Toward a theory of social practices: A development in culturalist theorizing«, in: *European Journal of Social Theory*, 5, S. 243–263.
- Rückert-John, Jana/Ritter, Johanna/Kröger, Melanie/Günther, Marko/Struck, Karsten/Wagner, Jörg/Rödig, Lisa/Jepsen, Dirk (2021): Identifizierung soziologischer Bestimmungsfaktoren der Abfallvermeidung und Konzipierung einer zielgruppenspezifischen Kommunikation. Abschlussbericht, Texte 43/2021, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Seiter, Joana (2020): Bemessung der Recyclingfähigkeit von Verpackungen – Ein Vergleich verschiedener Bemessungssysteme mit dem Mindeststandard nach VerpackungsG. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Technische Universität Berlin.
- Shahbazi, Sasha/Jönsson, Christina/Wiktorsson, Magnus/Kurdve, Martin/Bjelkemyr, Marcus (2018): »Material efficiency measurements in manufacturing: Swedish case studies«, in: *Journal of Cleaner Production*, 181, S. 17–32.



- Shittu, Olamide/Nygaard, Christian (2023): »Transitioning to circular plastic economies in cities: Conceptual and policy implications of a practice perspective«, in: Zaheer Allam (Hg.), *Sustainable Urban Transitions*, Singapore: Springer Nature Singapore, S. 239–254.
- Shove, Elizabeth/Pantzar, Mika/Watson, Matt (2012): *The Dynamics of Social Practice: Everyday Life and How It Changes*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Spurling, Nicola/McMeekin, Andrew/Shove, Elizabeth/Southerton, Dale/Welch, Daniel (2013): *Interventions in Practice: Reframing Policy Approaches to Consumer Behaviour*. Manchester: Sustainable Practices Research Group.
- Suski, Pauline/Palzkill, Alexandra/Speck, Melanie (2023): »Sufficiency in social practices: An underestimated Potenzial for the transformation to a circular economy«, in: *Frontiers in Sustainability*, 3, 1008165.
- Suski, Pauline/Pohl, Johanna/Frick, Vivian (2020): »All you can stream: Investigating the role of user behavior for greenhouse gas intensity of video streaming«, in: *Proceedings of the 7th International Conference on ICT for Sustainability (ICT4S2020)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 128–138.
- Suski, Pauline/Speck, Melanie/Liedtke, Christa (2021): »Promoting sustainable consumption with LCA – A social practice based perspective«, in: *Journal of Cleaner Production*, 283, 125234.
- Süßbauer, Elisabeth (2023): »Kreislaufwirtschaft ›an der Basis‹ – Verpackungen und Konsumarbeit«, in: *Forschungsjournal Soziale Bewegungen*, 36(4): 502–513.
- Süßbauer, Elisabeth/Wenzel, Klara/Caspers, Justus/Dehning, Rabea-Lorina/Korf, Nathalie/Staudacher, Cassiopea/Otto, Sarah J. (2022): *Precycling im Selbstversuch. Eine Interventions-Studie zu Verpackungsabfallvermeidung in privaten Haushalten (HomeLabs)*. Berlin: Technische Universität Berlin.
- Süßbauer, Elisabeth/Wenzel, Klara/Müller, Anne (2020): »Die Beziehung zum Behälter. Soziale Aspekte der Mehrwegnutzung«, in: Melanie Kröger/Jens Pape/Alexandra Wittwer (Hg.), *Einfach weglassen? Ein wissenschaftliches Lesebuch zur Reduktion von Plastikverpackungen im Lebensmittelhandel*, München: oekom Verlag, S. 157–176.
- Vicente, Paula/Reis, Elizabeth (2008): »Factors influencing households' participation in recycling«, in: *Waste Management & Research*, 26(2), S. 140–146.
- Williams, Helen/Wikström, Fredrik/Wetter-Edman, Katharina/Kristensson, Per (2018): »Decisions on recycling or waste: How packaging functions affect the fate of used packaging in selected Swedish households«, in: *Sustainability*, 10(12), 4794.
- Zamagni, Alessandra/Guinée, Jeroen/Heijungs, Reinout/Masoni, Paolo/Raggi, Andrea (2012): »Lights and shadows in consequential LCA«, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17, S. 904–918.

