



CIRQUALITY
Transformative Allianzen
schließen Kreisläufe

OWL
PLUS

Kreisläufe gemeinsam schließen!

Zirkuläres Lieferkettenmanagement

Analysen zu transformativen Allianzen
in den Sektoren Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit

Impressum

© Mai 2026
CirQualityOWL plus, Lemgo

Herausgeber

Fraunhofer IOSB-INA
Campusallee 1, 32657 Lemgo

Autor:innen

Katharina Dombrowski, EMiL AöR
Nissrin Heymann, Fraunhofer IOSB-INA
Oliver Hülsmann, Lippe Bildung eG
Sarah Kleinhans, ZIG OWL gGmbH
Beate Kolkman, Food-Processing Initiative e.V.



Das Transformationsprojekt CirQualityOWL plus ist mit Mitteln der Europäischen Union und des Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen finanziert.



**Kofinanziert von der
Europäischen Union**

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Abstract

Zirkuläre Kreisläufe sind im Jahr 2026 ein relevantes Thema für die Wirtschaft und werden es aufgrund knapper werdender Ressourcen und fragiler Lieferketten auch in Zukunft bleiben. Daher lohnt sich eine tiefere Analyse bestehender Strukturen in ausgewählten Branchen, um zu identifizieren, wie Lieferketten zirkulär gestaltet werden können, um eine erfolgreiche zirkuläre Wertschöpfung umzusetzen. Das Projekt CirQualityOWL plus unterstützt in einem Verbund von elf Partnern die zirkuläre Wertschöpfung in Ostwestfalen-Lippe. Zentrales Strukturelement des Projekts ist die Bildung transformativer Allianzen, die die notwendige Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft in Richtung Circular Economy ermöglichen. Mit Hilfe dieser transformativen Allianzen analysierte das Projekt drei in OWL relevante Branchen und deren Lieferketten, um die Herausforderungen und Potenziale der zirkulären Wertschöpfung herauszuarbeiten. Gegenstand der Analyse und Arbeit waren die Lebensmittelwirtschaft, die Kunststoffindustrie und die Gesundheitswirtschaft. Obwohl sich die Branchen stark voneinander unterscheiden und spezifische Herausforderungen bewältigen müssen, sind in den betrachteten Sektoren wiederkehrende Muster erkennbar: regulatorische Rahmenbedingungen, Anforderungen an das Produktdesign, Hygieneanforderungen bei der Wiederaufbereitung, Fragen der Recyclingfähigkeit und Entsorgung sowie die Notwendigkeit neuer Kooperationsformen entlang des gesamten Wertschöpfungskreislaufes sind in allen Branchen thematisiert worden. Die transformativen Allianzen arbeiteten in branchenspezifischen Use Cases an Vorschlägen, um diese Herausforderungen zukünftig zu adressieren und zirkuläre Wertschöpfung zu stärken.

Schlüsselwörter: Circular Economy, zirkuläre Wertschöpfung, zirkuläres Lieferkettenmanagement, Gesundheit, Lebensmittel, Kunststoffe, Transformative Allianzen, Transformation

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Methodik	2
3. Sektorenbetrachtung	4
3.1 Lebensmittel.....	4
3.1.1 Kurzbeschreibung der Branche	4
3.1.2 Analyseergebnisse	6
3.1.3 Use Case biobasierte & kompostierbare Verpackungen	10
3.1.4 Handlungsfelder für Verpackungen im Lebensmittelsektor	12
3.2 Kunststoffe	15
3.2.1 Kurzbeschreibung der Branche	15
3.2.2 Analyseergebnisse	16
3.2.3 Use Case Mehrweg im Kunststoffsektor	18
3.2.4 Handlungsfelder im Einsatz von Mehrweg	20
3.3 Gesundheit.....	22
3.3.1. Kurzbeschreibung der Branche	22
3.3.2. Analyseergebnisse	23
3.3.3. Use Case Medizinprodukte und Hilfsmittel	26
3.3.4. Handlungsfelder Medizinprodukte und Hilfsmittel	28
4. Erkenntnisse für zirkuläre Lieferketten in OWL.....	30
4.3. Branchenübergreifende Erkenntnisse	30
4.4. Zusammenfassung zirkuläres Lieferkettenmanagement.....	33
5 Literaturverzeichnis	34
6 Ansprechpartner der einzelnen Branchen	38

1. Einleitung

Zirkuläre Lieferketten ersetzen die lineare Wertschöpfung systematisch durch geschlossene Kreisläufe. Geschlossene Kreisläufe verfolgen das Ziel, Materialien und Produkte möglichst lange im Wirtschaftskreislauf zu halten und den Bedarf an neuen Ressourcen zu reduzieren. Anstatt Produkte nach der Nutzung zu entsorgen, werden sie innerhalb der Lieferkette zurückgeführt, repariert oder wiederverwendet.

Die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) der Bundesregierung führt Maßnahmen auf, um Produkte und Rohstoffe bestmöglich im Kreislauf zu halten [NKWS24]. Dazu gehören beispielsweise ein zirkuläres Produktdesign, reparierbare Produkte, eine nachhaltige Rohwarenbeschaffung sowie effiziente Logistikprozesse, die Rücknahmesysteme und kurze Transportwege ermöglichen. Eine zentrale Rolle bilden die R-Strategien [DIN26, INC26], wie recover, refuse, rethink, reduce, repair, reuse, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle. Diese verfolgen das Ziel, den Lebenszyklus von Produkten zu verlängern und Sekundärrohstoffe und Nebenströme erneut nutzbar zu machen.

Der Übergang von linearen hin zu zirkulären Prozessen ist jedoch komplex und anspruchsvoll: unterschiedliche Akteur:innen, uneinheitliche oder fehlende Standards, regulatorische Unsicherheiten, unflexible Materialanforderungen und geringe Recyclingfähigkeit der Rohwaren und Produkte erschweren diesen Übergang.

Das Projekt CirQualityOWL plus unterstützt in einem Verbund von elf Partnern die zirkuläre Wertschöpfung in Ostwestfalen-Lippe (OWL). Zentrales Strukturelement des Projekts ist die Bildung transformativer Allianzen, die die notwendige Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft in Richtung Circular Economy ermöglichen. In dem Praxisleitfaden des Bundesumweltamt [UBA17] wird hervorgehoben, dass ein wirksames Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen besser erreicht werden kann, wenn Aspekte und Akteure aus den vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten miteinbezogen werden. Durch die Zusammenkunft unterschiedlicher Akteur:innen aus Wirtschaft, Gesellschaft, Wissenschaft und Politik können zirkuläre Prozesse ganzheitlich entwickelt und umgesetzt werden. Allianzen können entscheidend dazu beitragen, bestehende Herausforderungen zu überwinden.

Im Rahmen des Projekts CirQualityOWL plus wurde modellhaft untersucht, wie zirkuläre Wertschöpfung und Lieferketten in der Region Ostwestfalen-Lippe anhand konkreter Use Cases aus den Branchen Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit aufgebaut werden können. Die Beispiele Verpackungen und Transportverpackungen in der Lebensmittelbranche, Kunststoff-Mehrwegbecher sowie Pflegebetten und Matratzen im Bereich der medizinischen Versorgung zeigen, wie unterschiedlich die Ausgangssituationen und wie ähnlich zugleich die grundlegenden Herausforderungen sind. Ziel der Arbeit ist es, über die Sektoren hinweg wiederkehrende Muster zu erkennen, welche darauf schließen lassen können, dass durch bestimmte Stellschrauben die zirkuläre Wertschöpfung in der Region gestärkt werden kann.

In dem Projekt ist es gelungen, über Allianzen in den relevanten Wirtschaftssektoren Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit kooperativ Konzepte einer zirkulären Wertschöpfung zu entwickeln. Herausforderungen wurden in den Sektoren identifiziert, Lösungsstrategien und Ideen für zirkuläre Geschäftsmodelle, nachhaltige Produktdesigns und Recyclingkonzepte erarbeitet und reflektiert. Branchenübergreifende Herausforderungen für die Gestaltung zirkulärer Lieferketten wurden herausgestellt und im Rahmen dieses White Papers zusammengeführt.

2. Methodik

Grundlegend für die Arbeit des Projekts CirQualityOWL plus ist die Bildung von lieferkettenübergreifenden transformativen Allianzen. Durch den Austausch diverser Akteur:innen entlang der Lieferkette kommen vielfältige Perspektiven zusammen und es entstehen transformative Allianzen, die es ermöglichen, die Herausforderungen gemeinsam zu lösen und innovative Ansätze für eine zirkuläre Wertschöpfung zu entwickeln. Um diesen Austausch innerhalb der Lieferkette zu initiieren und die verschiedenen Perspektiven zu eröffnen, wurde eine systematische Methodik mit dem Ziel der Initiierung transformativer Allianzen verfolgt.



Abbildung 1: Methodische Bausteine für die Bearbeitung von zirkulären Lieferketten

Zu Projektbeginn wurde eine explorative Analysephase gestartet. Diese diente dazu, sich der zentralen Herausforderungen in der Umsetzung zirkulärer Kreisläufe in den Sektoren Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit anzunähern, und zum anderen dazu, die genauen Fragestellungen für mögliche Use Cases und potenzielle Akteur:innen für die transformativen Allianzen zu erschließen.

Dazu wurden Expert:inneninterviews in den drei Sektoren im Zeitraum von Anfang 2024 bis Mitte 2025 durchgeführt. Dafür wurde ein Interviewleitfaden entwickelt. Der überwiegende Teil der Fragen zu zirkulärer Wertschöpfung war in allen drei Sektoren Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit gleichlautend. Zusätzlich wurde ein spezifischer Fragenteil für jeden Sektor entwickelt. Die Fragen adressierten die Nachhaltigkeit im Unternehmen, die Gestaltung von Lieferketten und Produkten, die Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern sowie die internen Abläufe im Unternehmen. Die Interviews fanden sowohl in virtuellen als auch in Präsenzmeetings statt, wurden dokumentiert und sektorenspezifisch ausgewertet.

Parallel zu den Interviews wurden Branchenvertreter:innen zu verschiedenen Veranstaltungsformaten eingeladen (sektorübergreifend und sektorspezifisch), in denen Themen zur Gestaltung zirkulärer Lieferketten wie etwa Geschäftsmodelle oder Infrastruktur diskutiert wurden. Diese Workshops waren Initialzündungen für die Konkretisierung der Use Cases und die Bildung transformativer Allianzen.



Methodik

Zur Erarbeitung der Herausforderungen der Kreislaufwirtschaft in den Sektoren Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit mit Potenzialen zur Gestaltung einer nachhaltigeren Lieferkette

Abbildung 2: Sektorenübergreifender Untersuchungsumfang

Im September 2024 fand ein Fachforum mit Akteuren:innen aus Wirtschaft, Kommunen, Bildung und Forschung bei der KreisAbfallVerwertungsGesellschaft (KAVG) in Hille statt. An der Veranstaltung nahmen über 40 Akteur:innen aus Wirtschaft und Wissenschaft teil. Diskussionschwerpunkte lagen bei den Teilnehmenden u.a. auf Ansätze der R-Strategien, Sortier- und Recyclingprozessen, zirkulären Geschäftsmodellen im Kunststoffbereich und dem Ende des Produktlebenszyklus.

Im Oktober 2024 folgte eine Veranstaltung mit der Fokussierung auf Kunststoffe: Zirkuläre Wertschöpfung im Bereich der Kunststoffe – neue Wege entlang der Wertschöpfungskette. Die rund 50 Teilnehmenden wurden in zwei Workshopgruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe befasste sich mit regulatorischen Rahmenbedingungen für zirkuläre Kreisläufe. In dieser Gruppe diskutierten die Teilnehmenden, wie die Regulatorik die Umsetzung von Zirkularität in der Kunststoffbranche positiv oder negativ beeinflusst. Die zweite Gruppe beschäftigte sich mit der Fragestellung, wie zirkuläres Produktdesign umgesetzt werden kann und wählte dafür ein Beispiel aus dem Gesundheitswesen, einen Toilettenstuhl mit Kunststoffverpackung.

Aus diesen dialogbasierten Formaten wurden Use Cases abgeleitet und transformative Allianzen gebildet. Herausforderungen sowie Lösungsansätze für eine lieferkettenübergreifende Zusammenarbeit wurden in diesen Allianzen ausgearbeitet. Anschließend wurden sektorenspezifische sowie übergreifende Schlussfolgerungen für die Region OWL in Bezug auf die Gestaltung von zirkulären Lieferketten gezogen. Die Ergebnisse werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

3. Sektorenbetrachtung

Die Region Ostwestfalen-Lippe (OWL) als Wirtschaftsregion in Deutschland hat mehrere erfolgreiche Wirtschaftszweige. Das Betrachtungsfeld liegt auf den folgenden drei starken Sektoren in OWL: Lebensmittelwirtschaft, Kunststoffindustrie und Gesundheitswirtschaft.

3.1 Lebensmittel

Eine bedeutende Schlüsselbranche in OWL ist die Lebensmittelwirtschaft. Sie ist damit ein wesentlicher Bestandteil für ein zirkuläres Lieferkettenmanagement einer zirkulären Region OWL. In diesem Kapitel wird die Lebensmittelindustrie in OWL näher vorgestellt und die Aktivitäten des Projekts CirQualityOWL plus zum zirkulären Lieferkettenmanagement in der Lebensmittelwirtschaft anhand der Analyse eines Use Cases exemplarisch beschrieben.

3.1.1 Kurzbeschreibung der Branche

Die Lebensmittelwirtschaft zählt in Nordrhein-Westfalen (NRW) und Ostwestfalen-Lippe (OWL) zu den profilgebenden Branchen. Dies bestätigt der Ernährungswirtschaftsbericht des MUNLV Ende 2024 [EW24]. Im Jahr 2023 erwirtschafteten die Unternehmen der Ernährungsindustrie NRW mit 111.996 Beschäftigten in 982 Betrieben rund 46 Milliarden Euro Umsatz und versorgten damit die Bevölkerung über die Landesgrenzen hinaus mit Lebensmitteln [EW24].

Dabei bilden die stärksten Teilbranchen im Jahr 2023 die Herstellung von Backwaren und Teigwaren (466 Betriebe), das Schlachten und die Fleischverarbeitung (229 Betriebe), die Getränkeherstellung (69 Betriebe), Obst- und Gemüseverarbeitung (44 Betriebe) und Milchverarbeitung (26 Betriebe) [EW24].

Die Lebensmittelwirtschaft ist mit über 90% der gesamten Betriebe durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt. Zudem sind auch international agierende Global Player in NRW vertreten. Die Betriebe lassen sich dem Handwerk und der industriellen Verarbeitung zuordnen. Der Großteil der Betriebe (55%) beschäftigt weniger als 50 Mitarbeitende, nur 1% der Unternehmen weist mehr als 1.000 Beschäftigte auf. Typisch für viele der Betriebe ist, dass diese inhabergeführt sind [EW24]. In NRW zählt die Lebensmittelwirtschaft zu den bedeutendsten Gewerbezweigen und erreicht die höchsten Beschäftigungs- und Umsatzwerte im bundesdeutschen Vergleich. Die Verfügbarkeit von spezialisierten Zulieferern, insbesondere aus den Bereichen Maschinenbau und Verpackungstechnik, bietet einen erheblichen Standortvorteil. Zudem stärken die Vielzahl qualifizierter Arbeitskräfte und die Nähe zu Hochschulen die Wettbewerbsfähigkeit. Die Zusammenarbeit verschiedener Akteur:innen entlang der Wertschöpfungskette eröffnet außerdem den Zugang zu Technologien und fördert durch Synergien die Innovationskraft der Branche.

Die Lebensmittelbranche spielt eine zentrale Rolle in OWL und ist prägend für die regionale Wirtschaft. Sowohl die Lebensmittelindustrie als auch das Lebensmittelhandwerk tragen wesentlich dazu bei. Mit 205 Unternehmen, 32.442 Beschäftigten und einem Umsatz von rund 11 Mrd. € zählt die Lebensmittelindustrie (einschl. Getränkeindustrie) zu den stärksten Wirtschaftszweigen der Region. Ergänzend beschäftigt das Lebensmittelhandwerk rund 8.000 weitere Mitarbeitende [SB20]. Die Fleischverarbeitung stellt mit zahlreichen Veredelungsbetrieben und Schlachthöfen einen traditionsreichen Schwerpunkt in OWL dar. Gerade in den ländlichen Räumen sind die Lebensmittelunternehmen ein wichtiger Arbeitgeber [EW24].

Nicht in dieser Zählung erfasst, aber gleichwohl relevant sind die landwirtschaftlichen Betriebe, der Lebensmittelgroß- und Einzelhandel, die Logistikdienstleister, die Ausrüsterindustrien des Maschinen- und Anlagenbaus, die Verpackungsbranche sowie Ingrediens-Hersteller (Zutaten, Zusatzstoffe).

Die Nähe zu spezialisierten Zulieferern – insbesondere im Maschinenbau und in der Verpackungstechnik – gilt als wesentlichen Standortvorteil. Verpackungen spielen hierbei eine doppelte Rolle: Einerseits als Endverpackung direkt am Produkt für Schutz, Haltbarkeit und Verbraucherinformation, andererseits als Transportverpackung für Logistik, Bündelung und Schutz entlang der Lieferkette.

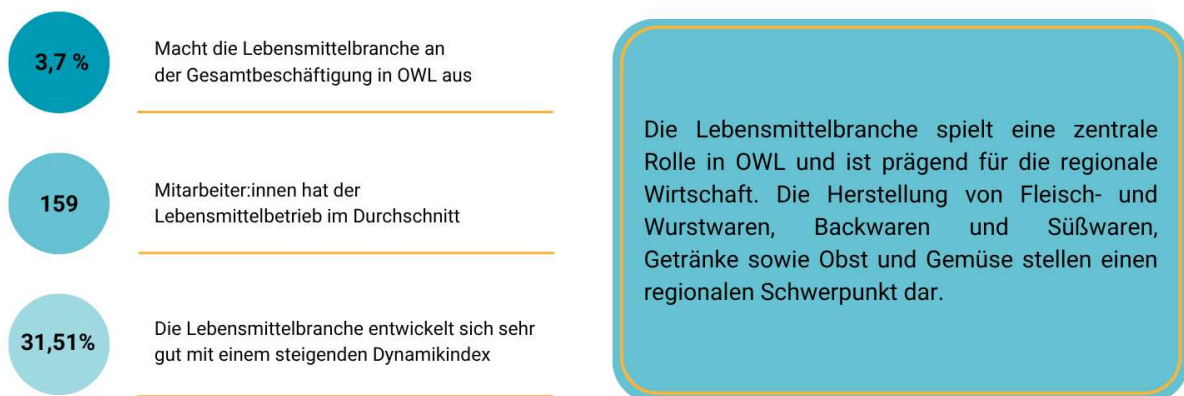


Abbildung 3: *Branchenkennzahlen OWL zum Lebensmittelsektor, Quelle: [OWL22]*

Plakativ sichtbar wird die Bedeutung des Sektors durch das Schild „Industrieland NRW – Lebensmittelindustrie Ostwestfalen-Lippe“ an der A2. Insgesamt präsentiert sich OWL als bedeutender Standort des Food-Sektors mit umfassender Wertschöpfung und starker regionaler Verankerung.

Das in OWL ansässige Innovationsnetzwerk Food-Processing Initiative e.V. (FPI) unterstützt die Lebensmittelbranche, indem sie die Akteur:innen entlang der Wertschöpfungskette vernetzt, Wissen bündeln, innovative Lösungen sichtbar macht und in Impulse für marktfähige Lösungen verstärkt. Zudem bildet FPI transformative Allianzen, die gemeinsame Innovationsprozesse voranbringen.

Die Branche steht vor vielfältigen Herausforderungen entlang der gesamten Lieferketten: volatile Rohstoffpreise, zunehmende Ressourcenknappheit, steigende Energie- und Produktionskosten sowie eine wachsende regulatorische Dynamik. Zusätzlich engen hohe Qualitätsanforderungen und ein intensiver Preiswettbewerb die Handlungsoptionen ein, während externe Faktoren wie Klimawandel, Lieferkettenstörungen und Anforderungen an klimaneutrale Produktion die Situation weiter verschärfen.

Damit gewinnt die Transformation hin zu nachhaltigen und zirkulären Wertschöpfungsmodellen an Bedeutung. Unternehmen setzen verstärkt auf Ressourceneffizienz, Verpackungsreduktion, nachhaltige Rohstoffe und die Nutzung von Reststoffen. Besonders im Bereich Verpackungen bündeln sich dabei Herausforderungen. Verpackungen sind essenziell für Produktschutz, Haltbarkeit, Information und Logistik, müssen zugleich aber zunehmend nachhaltigen Anforderungen gerecht werden. Regulatorische Vorgaben wie die Packaging and Packaging Waste Regulation [PPWR], steigende Anforderungen an Recyclingfähigkeit, den Einsatz von Rezyklaten und

Mehrwegquoten stellen Unternehmen vor technische und wirtschaftliche Zielkonflikte, insbesondere im Hinblick auf die Gewährleistung von Lebensmittelsicherheit. In der Praxis reagieren Unternehmen mit Materialeinsparungen, Verpackungsreduktion sowie der Umstellung auf recyclingfreundliche Monomaterialien und den Einsatz von Rezyklaten, etwa bei PET-Flaschen.

3.1.2 Analyseergebnisse

Zur Erhebung der aktuellen Situation in der Lebensmittelindustrie wurden leitfadengestützte Interviews mit relevanten Akteur:innen, moderierte Unternehmensaustausche sowie verschiedene Workshop- und Veranstaltungsformate durchgeführt. Durch die Kombination aus Einzelgesprächen, Workshops und Expertenrunden konnten unterschiedliche Perspektiven, Einschätzungen und Fachkenntnisse aus Wirtschaft und Wissenschaft systematisch erfasst, analysiert und diskutiert werden.

Die Gespräche mit Fach- und Führungskräften aus der Lebensmittelherstellung, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Verpackungsindustrie dienten insbesondere der Identifikation aktueller Herausforderungen, der Vernetzung der Akteur:innen und der Entwicklung erster Lösungsansätze. Ergänzend wurden in Workshops Impulsbeiträge und innovative Ansätze aus der Lebensmittelbranche vorgestellt, die neben branchenspezifischen Herausforderungen auch mögliche Lösungswege aufzeigten.

Ein besonderer Schwerpunkt lag auf biobasierten und kompostierbaren Verpackungen. In fachlichen Austauschen wurden deren Chancen und Herausforderungen unter anderem hinsichtlich Gestaltung, Materialauswahl sowie regulatorischer Anforderungen, insbesondere der Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR), diskutiert. In einem weiteren Workshop wurden die Vor- und Nachteile biobasierter und kompostierbarer Verpackungen vertieft analysiert.

In den Unternehmensgesprächen wurden folgende Themen aufgegriffen:

- Aktuelle Berührungspunkte zum Thema zirkuläre Wertschöpfung (zW)
- Aktuelle Herausforderungen und Potentiale zirkulärer Wertschöpfung
- Differenzierte Betrachtung von Endverpackungen (consumer packaging; Primär- und Sekundärverpackungen mit Lebensmittelkontakt) und Transportverpackungen (z. B. Paletten, Kisten, Folien, Kartonagen)
- Einsatz von recycelten Materialien (Rezyklaten)
- Aktuelle Entsorgungs- oder Reduzierungsstrategien

Es wurde deutlich: Die Anforderungen an die Verpackung und hier insbesondere der Lebensmittelsicherheit müssen klar im Vordergrund stehen, der Prozess hin zur nachhaltigen / zirkulären Verpackung ist komplex und bedarf vieler Schnittstellen im Unternehmen sowie mit den Zulieferern, dem Handel und den Konsument:innen.



Abbildung 4: Analyseergebnisse der Vor- und Nachteile sowie Chancen und Hemmnisse in der Lebensmittelbranche

Die Abbildung fasst die Ergebnisse der Interviews in Form einer SWOT-Analyse zusammen und verdeutlicht die zentralen Einflussfaktoren, aber auch Hemmnisse für die Umsetzung zirkulärer Ansätze in der Lebensmittelbranche. Auf der Stärkenseite stehen insbesondere ein ausgeprägtes Umweltbewusstsein, vorhandenes Wissen sowie erste Vorreiterrollen und etablierte Poolsysteme. Demgegenüber werden als Schwächen unter anderem die begrenzte Verfügbarkeit von Rezyklaten in der EU, technische Einschränkungen und Herausforderungen in der Vermarktung genannt. Hemmnisse ergeben sich vor allem aus regulatorischen Anforderungen (z. B. PPWR), eingeschränkter Nutzung von Rezyklaten, vorgegebenen Quoten sowie zunehmenden Nachweispflichten. Gleichzeitig zeigen sich Chancen durch die wachsende Relevanz der Circular Economy, Einsparpotenziale durch Materialreduktion und Umstellung auf recyclingfreundliche Lösungen sowie den Ausbau von Rücknahmesystemen.

Der Einsatz biobasierter und zirkulärer Verpackungen bietet ökologische und strategische Vorteile sowie langfristige Chancen, die Umsetzung wird jedoch aktuell durch regulatorische Anforderungen, begrenzte Materialverfügbarkeit und technische Einschränkungen gehemmt.

Nachhaltigkeit und zirkuläre Wertschöpfung in der Lebensmittelbranche

Grundsätzlich erkennen viele Unternehmen klare Vorteile einer zirkulären Wertschöpfung: positive Auswirkungen auf die Umwelt, Wissensvorsprünge und ein verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen sowie die Möglichkeit eine Vorreiterrolle einzunehmen [vgl. DLG24].

Die knappe Verfügbarkeit der Rezyklate sowie technische Einschränkungen und Anforderungen des Marketings (Produktgestaltung) sind wesentliche Hürden. Des Weiteren wirken strukturelle Hemmnisse bremsend. Darunter zählen die Vorgaben der PPWR, begrenzte Nutzung von Rezyklaten im Lebensmittelkontakt, verpflichtende Rezyklatquoten und steigende Dokumentationspflichten entlang der Lieferkette (s. Abb.4).

Die Analyse der Verpackungslösungen sowohl für End- als auch für Transportverpackungen erfordert eine differenzierte Betrachtung:

Sektorenbetrachtung

Endverpackungen (consumer packaging)

Beim Einsatz von Endverpackungen, also Verpackungen mit direktem Lebensmittelkontakt, zeigt sich, dass recyceltes Material bislang nur eingeschränkt genutzt wird. Einer der meistgenannten Gründe sind gesetzliche Vorgaben oder technische Grenzen. Aufgrund gesetzlicher Anforderungen im Lebensmittelbereich wird von den Betrieben kein recyceltes Material eingesetzt. Wo es regulatorisch und technisch möglich ist, werden Einsparungen und Umstellungen umgesetzt: Materialreduktion (Etikettengrößen, Folienstärke), Verzicht auf Umverpackungen und Papierlösungen.

Ein wesentliches Hemmnis stellen zudem Produktanhaftungen dar, die insbesondere bei Folien oder Kunststoffbehältern auftreten und eine sortenreine Entsorgung sowie die Kreislauffähigkeit dieser Endverpackungen erschweren. Hinzu kommt der hohe Aufwand für Studien, Nachweise und Analytik, der eine Umstellung auf alternative, zirkuläre Verpackungslösungen zusätzlich hemmt.

Transportverpackungen

Im Bereich der Transportverpackungen – darunter Paletten, E2-Kisten, Fässer, Big Bags, Folienmaterialien und Kartonagen – sind zirkuläre Ansätze bereits stärker verbreitet und auf dem Vormarsch. Die Analyse zeigt, dass in den Betrieben eine große Bandbreite solcher Verpackungen anfällt und für einen Teil davon bereits etablierte Rücknahme- und Mehrwegsysteme existieren.

Paletten, E2-Kisten und Big Bags werden häufig über Poolsysteme in den Lieferketten zurückgeführt und im Austausch wieder- bzw. weiterverwendet. Transportverpackungen, die nicht in Pool- oder Rücknahmesysteme integriert sind, werden hingegen regulär entsorgt. Für bestimmte Transportverpackungen aus Kunststoff, wie Folien oder Eimer, existieren bislang kaum funktionierende Mehrwegsysteme oder geschlossene Kreisläufe.

Auch im Bereich der Transportverpackungen bestehen Hemmnisse, insbesondere die knappe Verfügbarkeit von Rezyklaten, höhere Materialkosten sowie technische Einschränkungen, etwa hinsichtlich Reißfestigkeit oder Maschinentauglichkeit. Zusätzlich werden die Einhaltung von Recyclingquoten sowie die zunehmende Komplexität von Nachweis- und Dokumentationspflichten als herausfordernd wahrgenommen.

Entsorgung

Die Entsorgung des Verpackungsmaterials erfolgt in den Betrieben gemäß den geltenden gesetzlichen Vorgaben. Allerdings lassen sich nicht alle Materialien in den gewünschten Kreislauf zurückführen, da z.B. häufig Produktreste am Verpackungsmaterial wie Folien oder Kunststoffbehälter haften und diese dadurch nicht für das Recycling über die gelbe Tonne geeignet sind. Eine Reinigung ist nicht immer wirtschaftlich leistbar und auch aufgrund des zusätzlichen Ressourcenaufwands (Reinigungsmittel, Energie, Wasser) nicht grundsätzlich ökobilanziell sinnvoll.

Zusammenfassend zeigt sich, dass insbesondere im Bereich der Transportverpackungen bereits funktionierende zirkuläre Lösungen existieren, während bei Endverpackungen regulatorische, technische und organisatorische Hürden die Umsetzung deutlich erschweren. Die Weiterentwicklung von Rücknahme-, Pool- und Mehrwegsystemen sowie material- und prozessseitige Innovationen bleiben zentrale Ansatzpunkte für eine stärkere Kreislaufführung von Verpackungen in der Lebensmittelbranche.

Einordnung: biobasierte und kompostierbare Verpackungen in End- und Transportverpackungen

Die Analyse verdeutlicht, dass Circular Economy im Verpackungsbereich differenziert betrachtet werden muss: Während bei Endverpackungen insbesondere Materialinnovationen und alternative Rohstoffquellen im Fokus stehen, liegt der Schwerpunkt bei Transportverpackungen stärker auf Wiederverwendung, standardisierten Mehrwegsystemen und logistisch-zirkulären Lösungen. Der Ansatz biobasierte Verpackungen (bestehend aus vollständig oder teilweise nachwachsenden Rohstoffen, wie Mais, Zucker, Stärke) braucht noch einmal eine besondere Differenzierung zwischen End- und Transportverpackungen.

Bei Endverpackungen besteht die Möglichkeit, biobasierte Verpackungsmaterialien einzusetzen, da sie hier zur Substitution fossiler Rohstoffe beitragen und potenziell ökologische Vorteile entlang der Produktverpackung bieten können. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die biobasierten Materialien die hohen Anforderungen an Lebensmittelsicherheit, Barriere-Eigenschaften, Produktschutz sowie die regulatorischen Vorgaben erfüllen und in bestehende Entsorgungs- und Recyclingsysteme integrierbar sind.

Für Transportverpackungen ergibt der Einsatz biobasierter Materialien hingegen kurzfristig keinen zusätzlichen ökologischen oder funktionalen Mehrwert. In diesem Bereich stehen etablierte Mehrweg-, Pool- und Recyclingsysteme im Vordergrund, die auf langlebige, robuste und häufig bereits gut recycelbare Materialien setzen. Der Austausch dieser Systeme durch biobasierte Alternativen würde weder die Kreislauffähigkeit signifikant verbessern noch bestehende logistische Strukturen effizienter machen. Aus Sicht der zirkulären Wertschöpfung sollte der Fokus bei Transportverpackungen daher auf kurze Sicht weniger auf der Rohstoffherkunft liegen als vielmehr auf Wiederverwendung, Langlebigkeit und funktionierenden Rücknahmesystemen.

Auf mittlere und lange Sicht bleiben biobasierte Lösungen sowohl bei End- als auch bei Transportverpackungen die Option, um eine stärkere Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu ermöglichen und die CO₂-Bilanzen des gesamten Sektors in Ausgleich zu bringen.

3.1.3 Use Case biobasierte & kompostierbare Verpackungen

Das Thema der biobasierten und kompostierbaren Verpackungen wurde gezielt aufgegriffen, da diese als eine mögliche Alternative zu herkömmlichen, im Kreislauf geführten Kunststoffverpackungen in der Lebensmittelbranche wahrgenommen wird. Biobasierte, kompostierbare Verpackungen bestehen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Polymilchsäuren (PLA), die aus fermentierten Zuckern oder Stärke gewonnen werden.



Abbildung 5: Herausforderungen beim Use Case biobasierte und kompostierbare Verpackungen

Biobasierte und biobasierte kompostierbare Verpackungen bzw. Kunststoffe unterscheiden sich darin, dass biobasierte kompostierbare Kunststoffe unter definierten Voraussetzungen zersetzt bzw. biologisch abgebaut werden können. Zwar können biobasierte Kunststoffe biologisch abbaubar sein, häufig trifft dies jedoch nicht zu (z.B. biobasiertes PET). Biobasierte kompostierbare Kunststoffe können zudem sowohl aus fossilen Rohstoffen als auch aus biobasierten Quellen erzeugt werden [UBA23].

Zwar sind biobasierte und kompostierbare Verpackungen in den letzten Jahren stärker in den Fokus gerückt, aber dennoch bleibt der Marktanteil solcher Kunststoffe gering. In Deutschland wird der Anteil biologisch und kompostierbarer Kunststoffe am gesamten Kunststoffverpackungsmarkt mit weniger als 1% eingestuft [UBA21].

In Europa [EB25] liegt der Anteil für biobasierte Kunststoffe bei circa 0,5% der jährlich produzierten Kunststoffe. Prognosen weisen darauf hin, dass weltweit die Produktionskapazität für biobasierte Kunststoffe steigen wird. Für 2026 wird eine Kapazität für Biokunststoffe von 7,6 Millionen Tonnen erwartet, welches den globalen Anteil auf über 2% anwachsen würde [DUH23]. Im Jahr 2022 belief sich die weltweite Produktionskapazität für biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe auf ca. 2,22 Mio. Tonnen, wohingegen 390 Mio. Tonnen konventionelle Kunststoffe produziert wurden. Europa trägt zu ca. 26,5% an der Herstellung biobasierter und bioabbaubarer Kunststoffe bei, dass rund 588.000 Tonnen jährlich ausmacht [UBA23].

Im Rahmen der Austauschrunden mit fachlichen Experten wurde festgestellt, dass das Thema der biobasierten, kompostierbaren Verpackungen Chancen bietet, aber noch an einigen Stellen

verunsichert. Verunsicherung besteht hauptsächlich im Hinblick auf Entsorgungswege und der Regulatorik. Die grundlegende Voraussetzung für die Marktfähigkeit biobasierter kompostierbarer Verpackungen ist die technologische Reife und Funktionalität des Verpackungsmaterials. Das heißt, dass die Verpackung bzw. das Verpackungsmaterial den Anforderungen des jeweiligen Lebensmittelproduktes entsprechen muss und sowohl dem Schutz des Produktes als auch die Lebensmittelsicherheit (u.a. Stabilität gegenüber Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen, Haltbarkeit und Lagerfähigkeit, Barriere-Eigenschaften gegen Sauerstoff, Licht und Mikroorganismen) zu garantieren hat.

Ebenfalls ist die Maschinentauglichkeit des Verpackungsmaterials ein wichtiger Aspekt. Denn das Material sollte möglichst mit den bestehenden Maschinen bzw. Anlagen kompatibel sein, um aufwändige und kostenintensive Umrüstungen oder Anschaffungen zu vermeiden.

Die Kompostierbarkeit unter realen Bedingungen ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Eine stofffreie Kompostierung trägt zur Akzeptanz innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette bei.

Regulatorische Rahmenbedingungen und eine transparente Kennzeichnung sind wichtige Faktoren die zu berücksichtigen sind, wie z.B. die Zulassung für den Lebensmittelkontakt, verbindliche Kennzeichnungspflicht, klare Entsorgungsrichtlinien.

Für den Endkunden:innen wäre eine verlässliche Zusicherung der tatsächlichen Kompostierbarkeit ein wichtiger Hinweis, idealerweise erkennbar durch entsprechende Hinweise auf der Verpackung. Allerdings zeigt die Praxis, dass der Verrottungsprozess von biobasierten kompostierbaren Verpackungen länger ist als die üblichen Prozessschritte in den Entsorgungsanlagen, so dass diese in den meisten Entsorgungsanlagen für die Kompostierung nicht angenommen werden.

Wirtschaftliche Faktoren sind maßgeblich und spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Markteinführung (Kosten-Nutzen, Verfügbarkeit der Rohstoffe). Biobasierte Verpackungen sind oftmals teurer, wodurch die Marktakzeptanz verringert wird. Des Weiteren sollten die Rohstoffe gegenüber konventionellen Rohstoffen kostenneutral sein, die gleiche Produktqualität aufweisen und ausreichend verfügbar sein, so dass diese nicht in Konkurrenz zu herkömmlichen Verpackungsmaterialien stehen.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass biobasierte Rohstoffe, wie Mais oder Zuckerrüben in der Nutzungskonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen und somit zu Zielkonflikten führen können [WWF25]. Dahingegen weist der Bericht des TransBIB darauf hin, dass ein verstärkter Fokus auf biobasierte Rohstoffe der zweiten (z.B. Reststoffe aus Nebenströmen) sowie der dritten (z.B. Mikroalgen, Pilze, Hefen) Generation sinnvoll ist, da diese Rohstoffquellen langfristig nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelversorgung stehen [TransBiB25].

Folgende fünf zentrale Herausforderungen wurden identifiziert:

- (1) **Kompostierbarkeit:** Derzeit dürfen biobasierte kompostierbare Verpackungen nicht in der Biotonne entsorgt werden. Obwohl sie theoretisch kompostierbar sind, ist die Zersetzungszeit zu lang für die Entsorgung auf Kompostierungsanlagen [UBA23].
- (2) **Zertifizierung:** Für eine eindeutige Kompostierung sind Tests in entsprechenden Prüflaboren und Zertifikate gemäß DIN EN 13432 erforderlich. Ein Nachweis, dass alle verwendeten Materialien schadlos kompostierbar sind (u.a. keine ölbasierten Anteile in den Verpackungen enthalten sind), kann die Akzeptanz erhöhen. Dennoch akzeptieren viele

Betreiber von Kompostieranlagen zertifizierte Kunststoffverpackungen wie die Beutel für die Sammlung von Bioabfällen nur in Ausnahmen.

- (3) **Kennzeichnung:** Eine Auslobung auf der Verpackung mit dem Hinweis „plastikfrei“ ist derzeit nicht erlaubt. Viele biobasierte kompostierbare Verpackungen erfüllen die Kriterien nicht.
- (4) **Entsorgung und Sortierung:** Die Entsorgung und Sortierung der biobasierten und kompostierbare Verpackungen stellt sowohl für Verbraucher als auch für Entsorgungs- und Recyclingfirmen eine Herausforderung dar. Für viele Verbraucher herrscht Unklarheit in Bezug auf die korrekte Entsorgung von biobasierten kompostierbaren Kunststoffverpackungen. Die aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen sind ebenfalls ein entscheidender Faktor. Seit Mai 2025 gilt in der [BioAbfVO], dass Bioabfälle max. 0,5% Kunststoffe enthalten dürfen.
- (5) **Recyclingbewertung:** In der EU wird mechanisches Recycling derzeit besser bewertet als chemisches Recycling [ECRN25]. Dies hat auch Auswirkungen auf die Recyclingquote und führt dazu, dass Lebensmittelhersteller durch den Einsatz von biobasierten kompostierbaren Verpackungen ihre Recyclingquoten reduzieren würden. Die Anrechnung des Einsatzes nachhaltiger Biomasse in Verpackungen auf die Erfüllung der Rezyklateinsatzquoten wird derzeit von Akteur:innen diskutiert [WWF25].

Einige Unternehmen setzen dennoch auf diese Verpackungsmaterialien. Moderne Anlagen mit Infrarottechnologie könnten bei der Sortierung und Trennung der Verpackungen bei den Entsorgern helfen. Zwar verfügen einige Entsorgungsbetriebe über Infrarottechnologien, die eine präzisere Sortierung ermöglichen würden, jedoch ist diese technische Ausstattung nicht flächendeckend vorhanden. Die Gebührenabfallverordnung (GewABfV) gilt für gewerbliche Abfallbesitzer. Abfälle von privaten Haushaltsabfälle sind von der GewABfV ausgeschlossen, sodass eine Sortierung mittels Infrarot-Erkennung nicht verpflichtend ist [GewABfV].

3.1.4 Handlungsfelder für Verpackungen im Lebensmittelsektor

Auch die Betrachtung der Handlungsfelder bedarf einer Differenzierung zwischen End- und Transportverpackungen.

Handlungsfelder für biobasierte, kompostierbare Endverpackungen

Obwohl bisher nur wenige biobasierte und kompostierbare Verpackungen auf dem Markt verfügbar sind, besitzen sie das Potenzial, einen Beitrag zu einer nachhaltigen und zirkulären Wertschöpfung zu leisten. Um biobasierte und kompostierbare Verpackungen am Markt zu etablieren, müssten noch folgende Aspekte weiterentwickelt und berücksichtigt werden:

Politische und regulatorische Rahmenbedingungen: Klare gesetzliche Regelungen zur Kompostierbarkeit und Recyclingfähigkeit im Rahmen der Verpackungsverordnung (PPWR) sowie einheitliche Entsorgungsrichtlinien, die die Akzeptanz biobasierter, kompostierbarer Verpackungen in die bestehenden Abfallkreisläufe ermöglichen.

Verbraucherfreundlichen Anforderungen sind zu berücksichtigen, da Haptik und optische Ähnlichkeiten biobasierter, kompostierbarer Verpackungen zu herkömmlichen Kunststoffen eine eindeutige Entsorgung seitens des Kunden bzw. Verbrauchers erschweren. Klare Hinweise in Bezug auf Kennzeichnungen und Entsorgung tragen dazu bei, dass Fehlwürfe in der Sortierung reduziert werden und die Akzeptanz dieser Verpackungen erhöht werden.

Nachweisbarkeit der funktionalen Kompostierbarkeit: Praxisnahe Simulationen der Kompostierbarkeit können hilfreiche Erkenntnisse über den tatsächlichen Verrottungsprozess liefern. Kooperationen mit Hochschulen oder Forschungsinstituten bieten wertvolle Unterstützung, insbesondere im Rahmen von Pilotprojekten (u.a. Kompostierbarkeit, Validierung, Analytik). Des Weiteren schaffen Simulationen eine Grundlage für weitere Entwicklungsschritte wie ein Scale-up.

Datenlage: Eine solide Datenlage hilft die tatsächliche Kompostierbarkeit zu belegen. Dafür benötigt man genügend qualifizierte und verifizierte Informationsgrundlagen, die die Kompostierbarkeit sowie den Umweltnutzen, aber auch den ökonomischen Nutzen belegen. Begleitende Test, durch Umfragen, Feldstudien, entlang der Wertschöpfungskette sowie Analysen des Käuferverhaltens können für die weitere Entwicklung herangezogen werden.

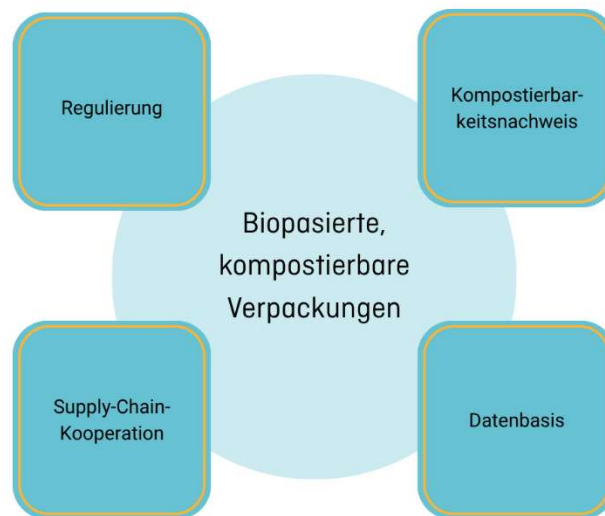


Abbildung 6: Handlungsfelder für biobasierte, kompostierbare Verpackungen

Lieferkettenübergreifende Zusammenarbeit: Transformative Allianzen entlang der Wertschöpfungskette (WSK) tragen dazu bei, die Prozesse besser zu verstehen und Entwicklungsschritte zu beschleunigen. Durch die Zusammenarbeit wird das Thema stärker in die Breite getragen bzw. kann vorangetrieben werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die gemeinsame Erprobung entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Produktion, über die Verarbeitung und dem Handel bis zur Entsorgung und Kompostierung. Bereitschaft der Anlagenbetreiber, biobasierte kompostierbare Verpackungen entgegenzunehmen und den Verrottungsprozess entsprechend anzugleichen.

Handlungsfelder für zirkuläre Transportverpackungen

Biobasierte und kompostierbare Verpackungen sind für Transportverpackungen häufig nur eingeschränkt geeignet. Daher werden im Folgenden Handlungsempfehlungen für zirkuläre Transportverpackungen vorgestellt, da diese Thematik in den Gesprächen ebenfalls diskutiert wurde. Zirkuläre Transportverpackungen im Lebensmittelsektor gelingen, wenn Design, Materialwahl, Logistik und Rückführsysteme konsequent auf Wiederverwertung ausgerichtet werden. Zentrale Herausforderungen bleiben Hygieneanforderungen, Infrastruktur, Kosten sowie teilweise uneinheitliche Standards.

Zirkuläres Produktdesign und recyclingfähige Materialien: Transportverpackungen sollten mehrfach nutzbar, reparierbar und sortenrein trennbar sein. Recyclinggerechtes Design, Monomaterialien sowie der Einsatz lebensmitteltauglicher und recyclingfreundlicher Materialien erleichtern die Rückführung hochwertiger Rezyklate.

Ausbau standardisierter Mehrweg- und Rücknahmesysteme: Standardisierte Pool- und Mehrwegsysteme mit robusten und modularen Verpackungen erleichtern die Integration in bestehende Lieferketten. Bestehende Systeme wie Paletten, Big Bags oder E2-Kisten sollten auf weitere Transportverpackungsarten ausgeweitet und durch effiziente Rücknahme- und Reinigungssysteme ergänzt werden.

Digitale Rückverfolgung und Kooperationen entlang der Lieferkette: Digitale Lösungen wie QR-Codes oder RFID erhöhen Transparenz und Effizienz in Mehrwegsystemen. Gleichzeitig sind enge Kooperationen zwischen Verpackungsherstellern, Lebensmittelproduzenten und Entsorgungsunternehmen entscheidend, um kompatible Systeme zu etablieren und Stoffkreisläufe langfristig zu schließen.

3.2 Kunststoffe

Eine weitere Schlüsselbranche in OWL ist die Kunststoffindustrie. In diesem Kapitel wird diese Branche vorgestellt und die Aktivitäten des Projekts CirQualityOWL plus zum zirkulären Lieferkettenmanagement im Kunststoffsektor anhand eines Use Cases exemplarisch beschrieben.

3.2.1 Kurzbeschreibung der Branche

Nordrhein-Westfalen ist eine führende Kunststoffregion in Deutschland und Europa – mit über 134.000 Beschäftigten und einem jährlichen Umsatz von rund 34 Milliarden Euro [KNRW]. Die Branche zeichnet sich durch eine starke Vielfalt aus: Sie vereint eine große Zahl kleiner und mittlerer Unternehmen, international agierende Konzerne sowie innovative Forschungseinrichtungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette [KNRW26; VDI22]. Ein bedeutender Bestandteil dieser Erfolgsgeschichte ist die Kunststoffindustrie in OWL, die mit ihrer hohen Kompetenz, ihrem starken Netzwerk und ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit einen wesentlichen Beitrag zum Gesamtprofil der Region leistet.

In Ostwestfalen-Lippe gilt die Kunststoffindustrie als eine der Kernbranchen. Über 150 Betriebe sind Hersteller von Gummi- und Kunststoffwaren, beschäftigen über 17.000 Arbeitnehmer und erwirtschafteten im Jahr 2024 ca. 3,5 Mrd. EUR [IHK24]. Dabei sind die Hersteller von Automobilkomponenten, Elektrobauteilen und Haushaltsgeräten in OWL, welche Kunststoffe verarbeiten, nicht miteinbezogen. Technologisch haben die Unternehmen in OWL beste Voraussetzungen, durch eigene Forschungszentren und Kooperationen mit Hochschulen und Universitäten, Herausforderungen innovativ anzugehen. Der regionale Branchenverband Kunststoffe in OWL e.V. vernetzt seit 2006 die Branche und zählt mittlerweile über 70 Mitglieder aus der gesamten Wertschöpfungskette rund um den Kunststoff.



Kreislaufwirtschaft

spielt in der Kunststoffindustrie eine wichtige Rolle. Insbesondere der Einsatz von Rezyklaten, sowohl als post-industrial (PIR) als auch post-consumer Rezyklat (PCR) steigt. Jedoch sind Rezyklate noch zu teuer. Die Industrie kommt ihren Lieferkettensorgfaltspflichten sehr gut nach und versucht, ihre Ökobilanz, durch die Schließung zirkulärer Kreisläufe zu verbessern.

Abbildung 7: Branchenkennzahlen OWL zum Kunststoffsektor [OWL22]

Der Fokus auf zirkuläre Wertschöpfung in der Kunststoffbranche in OWL ist von zentraler Bedeutung für die Zukunftsfähigkeit der gesamten Region. Dabei steht die Branche vor der Herausforderung, neue Wege in Produktion, Nutzung und Recycling von Kunststoffen zu gehen. Für OWL, als Region mit hoher industrieller Dichte und innovativer Stärke, bietet die zirkuläre Wertschöpfung enormes Potenzial: Durch geschlossene Materialkreisläufe können Rohstoffe effizienter genutzt, Abfälle reduziert und CO₂-Emissionen deutlich gesenkt werden. Unternehmen in der Region entwickeln bereits heute zukunftsweisende Lösungen. Der Wandel hin zu einer zirkulären Kunststoffwirtschaft stärkt nicht nur die ökologische Verantwortung, sondern auch die

wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Region. Er schafft neue Geschäftsmodelle, fördert Innovationen und sichert langfristig Arbeitsplätze in OWL. Damit leistet die Region einen aktiven Beitrag zur nachhaltigen Transformation der gesamten Kunststoffindustrie.

3.2.2 Analyseergebnisse

Im Kunststoffsektor haben sich die meisten interviewten Unternehmen bereits inhaltlich mit zirkulärer Wertschöpfung auseinandergesetzt. Diese Auseinandersetzung war vor allem durch die Nachhaltigkeitsberichterstattung, die CO₂-Bilanzierung und das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz getrieben. Diese regulatorischen Rahmenbedingungen gaben den Unternehmen Anlass für die Ermittlung von Nachhaltigkeitsindikatoren und führten bei einigen Unternehmen zu einer strategischen Ausrichtung auf das Thema Nachhaltigkeit sowie zur Einstellung von Personal in diesem Bereich.

Nachhaltige Lieferkette Kunststoffe

Nachteile und Hemmnisse

- Post-Consumer Produkte schwierig zu erhalten, teure Rückführung, lange Lebenszyklen
- Kontamination, Verbundwerkstoffe der Produkte
- Rezyklat teurer als Virgin Material aufgrund Logistik, Zertifizierungen, Lagerung, teuren Recyclingprozessen
- Regulatorik unklar, linear orientiert, widersprüchlich
- Zu geringe Kapitalisierung von CO₂-Emissionen
- Fehlende Standards, Daten und Zusammenarbeit
- Geringe Zahlungsbereitschaft der Kunden

Vorteile und Potenziale

- Einsparung von Ressourcen und CO₂
- Alleinstellungsmerkmal Nachhaltigkeit, Differenzierung am Markt
- Neue Geschäftsmodelle und Services (Mehrweg, Pay-per-Use, Ersatzteile,...)
- Imagegewinn
- Recyclinggerechte Produktgestaltung
- CE als Innovationstreiber

Abbildung 8: Analyseergebnisse der Kunststoffindustrie

Häufig wird das Thema Nachhaltigkeit in der Kunststoffindustrie mit dem Einsatz von Rezyklaten verbunden. Hierbei setzen Unternehmen das sogenannte Post-Industrial-Recycling (PIR) um, also die Rückführung und Wiederverwendung von Ausschuss und Angüssen aus dem industriellen hauseigenen Herstellprozess.

Weniger oft findet Post-Consumer Recycling (PCR) Einsatz, also die Rückführung von Produkten, nachdem sie bei Endkund:innen in Verwendung waren. Schwierigkeiten beim PCR sind der fehlende Zugriff auf End-of-Life Produkte, lange Produktlebenszyklen, eine mangelnde Infrastruktur und Rücknahmelogistik sowie fehlende finanzielle Anreize. Bis auf kurze Ausnahmen in Zeiten von hohen Rohstoffpreisen sind Rezyklate überwiegend teurer als Neuware bei den Granulaten. Entsprechend gering ist die Motivation, End-of-Life Produkte zurückzuführen und als Rezyklat zu verwerten.

Besonders schwierig gestaltet sich das Recycling von Verbundmaterialien sowie von Produkten mit Labels oder Bedruckungen. Neben dem mechanischen gibt es auch das chemische Recycling von Kunststoffen, welches momentan noch einen geringen Anteil am Gesamtrecycling hat, aber in Zukunft laut VDI22 stärker in den Fokus rücken könnte. Auch eine starke Verschmutzung der Produkte erschwert das Recycling. Darüber hinaus beeinträchtigen Hygienerichtlinien für Kunststoffhersteller den Einsatz von Produkten aus Rezyklaten oder Biopolymeren im Lebensmittelbereich. Starken Einfluss auf die Recyclingfähigkeit haben u.a. die Gestaltung des Produktes oder

die Materialauswahl. Daher gewinnen laut VDI02 und VDI22 Konzepte einer recyclinggerechten Produktgestaltung besonders bei den Kunststoffen an großer Bedeutung.

Zirkuläre Kreisläufe benötigen viel Fläche, Transportlogistik, Automatisierung, Infrastruktur und sind somit teuer im Aufbau und in der Unterhaltung. Insbesondere im internationalen Wettbewerb könnten deutsche Unternehmen dadurch zurückfallen und können diese Kosten schwer an Kund:innen weitergeben. In dem preissensitiven Markt der Kunststoffindustrie ist die Bereitschaft für die Übernahme zusätzlicher Kosten für Nachhaltigkeit gering. Derzeit beobachten die Unternehmen zudem eine abnehmende Kundennachfrage nach nachhaltigen Produkten.

Als besonderes Hemmnis werden oft die regulatorischen Rahmenbedingungen genannt. Laut den Befragten fehle es an Standards in der Kunststoffverarbeitung, an Transparenz in der Lieferkette sowie an Daten über die Produkte für eine funktionierende Umsetzung geschlossener Kreisläufe. Die Gesetzgebung wird als praxisfern, widersprüchlich und bürokratisch wahrgenommen. Anreize würden falsch gesetzt. So seien beispielsweise Neuzulassungskosten für Rezyklate sehr hoch, wodurch diese wirtschaftlich nur schwer integrierbar sind und folglich auf den Märkten in zu geringen Mengen zur Verfügung stehen.

In einer Workshopgruppe, die sich mit regulatorischen Rahmenbedingungen beschäftigte, wurden die divergierenden und sich teilweise überschneidenden Normen und Verordnungen durch die EU und Deutschland kritisiert. Diese seien unübersichtlich und unabgestimmt. Eine Harmonisierung von alten und neuen Regelungen sei wünschenswert, da alte Regelungen häufig bestehen bleiben und neue, zum Teil widersprüchliche Regelungen dazukommen. Regelungen bspw. in der Stoffstromregulierung oder im Kreislaufwirtschaftsgesetz seien überholt. Die aktuelle Regulatorik wird von der Industrie als nicht erfüllbar kritisiert. Entscheidungen werden häufig als ideologisch und nicht technologisch und wirtschaftlich realisierbar empfunden. In der EU-Verordnung „Ecodesign for Sustainable Products Regulation“ (ESPR) werden hingegen Chancen gesehen.

Doch es gibt auch viel positive Resonanz zu zirkulären Kreisläufen aus der Kunststoffbranche: durch zirkuläre Wertschöpfung können nicht nur Ressourcen und CO₂-Emissionen eingespart werden, auch eine Differenzierung am Markt kann dadurch erzielt werden. Nachhaltigkeit wird zum Alleinstellungsmerkmal und Wettbewerbsvorteil, insbesondere für nachhaltig orientierte Kund:innen, die entsprechend aufgestellte Lieferanten suchen. Nachhaltig zu produzieren, bedeutet immer noch einen entsprechenden Imagegewinn für die Unternehmen.

Zudem werden neue Ertragsmöglichkeiten durch Services und Geschäftsmodelle eröffnet, die man durch zirkuläres Wirtschaften erschließen kann. So erfordern Rücknahmen, Ersatzteile, Leihmodelle oder Pay-per-Use Konzepte neue Akteur:innen und Lösungsanbieter:innen auf den Markt. Aus dem Bedarf an kreislauffähigen Produkten und Prozessen entsteht ein neuer Markt. Digitale Plattformen und Apps können solche Prozesse z.B. durch die Vermittlung von Akteur:innen unterstützen. Einige Kunststoffbetriebe sehen die zirkuläre Wertschöpfung als Chance und Innovationstreiber: durch knapper werdende Ressourcen werden Unternehmen angeregt, ihren Produktlebenszyklus kreativer zu gestalten und somit Reparaturfähigkeit, Modularität und viele weitere produktlebensverlängernde Maßnahmen zu etablieren.

3.2.3 Use Case Mehrweg im Kunststoffsektor

Zur detaillierten Betrachtung eines Anwendungsfalls in der Kunststoffbranche wurden Mehrwegbecher aus Kunststoff für Coffee-to-Go ausgewählt. Mehrwegsysteme werden seit Einführung der Mehrwegangebotspflicht im Jahr 2023 für die Gastronomie in Deutschland stärker in den Fokus von Diskussionen gezogen. Ziel der Mehrwegangebotspflicht ist es, das Abfallaufkommen durch den verstärkten Einsatz von Mehrwegprodukten und die Substitution von Einwegprodukten deutlich zu verringern.

Laut Bundesumweltministerium [UM26] werden in Deutschland stündlich rund 320.000 Einwegbecher verbraucht. Bei einem durchschnittlichen Gewicht von etwa 8 g pro Becher entspricht dies einem Abfallaufkommen von über 2,5 Tonnen pro Stunde. Zusätzlich anfallende Abfälle wie Kunststoffdeckel und Rührstäbchen sind in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt und erhöhen das tatsächliche Abfallaufkommen zusätzlich.

Einwegbecher bestehen überwiegend aus Papier mit einer Kunststoffbeschichtung (z. B. Polyethylen), wodurch sie als Verbundmaterial grundsätzlich technisch recyclingfähig sind. Sowohl mechanische als auch chemische Recyclingverfahren existieren, sind jedoch derzeit nur eingeschränkt wirtschaftlich und infrastrukturell nicht flächendeckend verfügbar. In der Praxis werden Einwegbecher häufig dem Restmüll zugeführt. Ein weiteres Problem stellt die teilweise unsaubere Abfalltrennung in privaten Haushalten sowie im öffentlichen Raum dar, wodurch eine potenzielle stoffliche Verwertung zusätzlich erschwert wird.

Die im Restmüll enthaltenen Einwegbecher werden überwiegend in Müllverbrennungsanlagen (MVA) thermisch verwertet. Dabei werden sie nicht isoliert „entsorgt“, sondern dienen als Brennstoff zur Mitverbrennung von feuchten, heizwertarmen Abfällen. Ein erheblicher Teil dieses Abfallaufkommens ließe sich durch einen verstärkten Einsatz von Mehrwegbechersystemen vermeiden. Neben der Reduktion von Abfallmengen könnten dadurch auch Rohstoffe, Energie sowie Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette eingespart werden. Bereits eine teilweise Substitution von Einwegbechern durch Mehrwegalternativen kann aufgrund des hohen Konsumniveaus von Coffee-to-Go Produkten in Deutschland einen relevanten Beitrag zur Ressourcenschonung und zur Minderung von Umweltauswirkungen leisten.

Ein Jahr nach Einführung der Mehrwegangebotspflicht in Deutschland zieht die Gesellschaft für Verpackungsforschung mbH in einer Studie eine ernüchternde Bilanz [GVM24]: im Vergleich zu dem Zeitraum vor der Mehrwegangebotspflicht hat sich der Anteil an Mehrweg nur geringfügig erhöht. Im Jahr 2023 ist der Mehrweganteil nur um 0,9 Prozentpunkte gestiegen – auf einen Prozentsatz von nunmehr 1,6% des Verpackungsaufkommens in der Gastronomie. Zugleich wuchs die Gesamtmenge an Verpackungsabfällen durch Einwegverpackungen um 7%. Sowohl bei Speisen als auch bei Getränken stagniert die Entwicklung des Angebots an Mehrwegalternativen.

Die Herausforderungen in der Umsetzung und Gründe für diese stagnierende Entwicklung sind vielfältig. Zum einen leidet die Gastronomie unter einem hohen Kostendruck und hat aufgrund fehlender Fachkräfte, wirtschaftsbedingter Einbußen in den Einnahmen und steigender Kosten bereits einen hohen Leidensdruck in der Aufrechterhaltung des Alltagsgeschäfts. Da die Mehrwegangebotspflicht zum anderen vielen unklaren gesetzlichen Randbedingungen unterliegt, wie einer fehlenden Kontrolle und Sanktionierung der Nichteinhaltung, einem fehlenden Einwegverbot oder diversen Ausnahmeregelungen, finden sich häufig in der Gastronomie Pseudo-

Mehrweg-Lösungen z.B. mit Aussagen, dass das Mehrwegangebot gerade nicht vorrätig sei [GVM24]. Im ungünstigsten Fall empfinden Gastronomen die Mehrwegangebotspflicht als zusätzliche Maßregelung. Schwer einzuhaltende Hygieneanforderungen sowie die fehlende Logistik für die Rückgabe und für ein effizientes Spülen der Mehrwegprodukte geben zusätzlichen Anlass, das Angebot von Mehrweg zu meiden. Erschwerend kommt hinzu, dass die Kommunikation von Mehrwegalternativen häufig die inverkehrbringenden Betriebe vor Herausforderungen stellt und die Akzeptanz von nachhaltigen Produkten in der Gesellschaft nachlässt. Ein interessantes gesellschaftliches Phänomen ist die sogenannte Intention-Behavior-Gap als Diskrepanz zwischen dem, was Menschen sagen, dass sie tun möchten, und dem, was sie wirklich tun [ME25]. Bei dem Thema Mehrweg ist diese Diskrepanz besonders groß, denn 90% der Konsument:innen würden Mehrweg laut eigener Aussage nutzen, aber nur 18% tun es [ME25]. Mehrwegprodukte bedeuten aufgrund der notwendigen Rückgabe und ggf. einer zusätzlichen Pfandgebühr Einbußen in der Bequemlichkeit und zusätzliche Kosten. Ein weiteres Problem ist die Vielfalt an Anbietern und Systemmodellen, welche Kund:innen die Übersicht über die Angebote erschwert. Es existieren parallel sowohl Mehrwegangebote zum Kauf als auch Pfandsysteme mit Rückgabemöglichkeiten durch verschiedene Anbieter in derselben Stadt. Durch diese Uneinheitlichkeit in den Angeboten bei Bäckereien, Cafés etc. wissen Kund:innen häufig nicht, wie und an welchen Orten sie ihren To-Go Becher wieder zurückgeben können. All diese Faktoren bedingen eine geringe Durchdringung des Mehrwegangebots bzw. das Ausnutzen von Alternativen und Schlupflöchern, was zur Folge hat, dass sich Mehrweg im Coffee-to-Go-Bereich noch nicht erfolgreich etabliert hat.

3.2.4 Handlungsfelder im Einsatz von Mehrweg

Im Rahmen der Workshoparbeit einer transformativen Allianz, an der 20 Vertreter:innen aus Wirtschaft, Verbänden, Politik und Wissenschaft beteiligt waren, wurde eine intensive Diskussion über Mehrwegbecher aus Kunststoff im to-go-Bereich geführt. Hierbei wurden folgende fünf Handlungsfelder als essenziell für eine erfolgreiche Umsetzung von Mehrwegsystemen identifiziert:



Abbildung 9: Handlungsfelder Mehrweg

Klares Regulativ: Eine erfolgreiche breitflächige Umsetzung von Mehrweg-Geschirr in der Gastronomie ist bspw. in der Stadt Tübingen zu finden. Bei diesem und anderen Beispielen wird streng reguliert und es sind neben weiteren Maßnahmen von der Kommune und Stadtverwaltung gesetzliche Eingriffe wie eine Einwegsteuer vorgenommen worden. Auch in anderen Städten wie Bonn, Mainz und Wiesbaden werden Mehrwegkampagnen in der Gastronomie umgesetzt [BO25]. Einige europäische Städte wie Brüssel gehen mit ihrer Zero Waste City Initiative sogar noch weiter und versuchen sich an einer umfassenden Vermeidung von Abfällen, zu denen auch Einwegprodukte zählen [BRU25]. Deutlich wird bei den Erfolgsbeispielen, dass dort klare gesetzliche Vorgaben oder steuerliche Anreize existieren, welche keinen Raum für Ausnahmen oder Schlupflöcher lassen.

Produkt: Mehrwegprodukte unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht, vor allem charakteristisch ist jedoch die Differenzierung eines Poolsystems gegenüber eines Kaufsystems [GVM24]. Poolsysteme zeichnen sich durch ein Pfandsystem aus, welches bei Kauf des Getränks automatisch ein Pfand auf die Herausgabe des Mehrwegprodukts erhebt, der bei Rückgabe des Produkts zurückerstattet wird. Diese Abwicklung findet zumeist über direkte Abrechnung statt, kann jedoch auch appbasiert erfolgen. Die Rückgabe kann an der Ausgabestelle oder einer anderen teilnehmenden Gastronomie erfolgen. Die meisten Mehrwegprodukte im Coffee-to-go-Bereich bestehen aktuell aus Kunststoffen oder biobasierten Kunststoffen, lassen sich einfach in Spülmaschinen reinigen und mehrfach wiederverwenden. Eine Vereinheitlichung und Standardisierung der Erwerb- und Rückgabesysteme würden Kund:innen die Orientierung und Rückgabe vereinfachen.

Ausgabestellen: Da die Kommunikation und Organisation der Herausgabe und Rückführung von Mehrwegbechern essenziell für den Erfolg und die Akzeptanz des Systems sind, ist die Rolle der Ausgabestellen zentral. Dabei handelt es sich oft um Gastronomiebetriebe, Bäckereien, Cafeterien etc. Durch eine möglichst breitflächige Beteiligung von Ausgabestellen an einem einheitlichen und aufwandsarmen Mehrwegsystem wird die Akzeptanz des Produkts durch Konsument:innen und die Gastrobetriebe deutlich erhöht [ME25]. Eine digitale Unterstützung der Ausgabestellen bspw. bei der Beschaffung und Bestellung neuer Becher, in der Abwicklung des Pfandsystems sowie in der Kommunikation gegenüber ihren Kunden können den Aufwand reduzieren. Je mehr Ausgabestellen ein einheitliches Mehrwegsystem anbieten und je einfacher die Rückgabe für die Kund:innen ist, desto erfolgreicher ist das Mehrwegsystem.

Spül- und Rückgabelogistik: Relevanter Bestandteil eines funktionierenden, transparenten und gut zugänglichen Rückgabesystems ist auch ein angebundenes Spülsystem und die zuverlässige Distribution der Mehrwegprodukte. Sowohl für Ausgabestellen als auch für deren Kund:innen hängt die Akzeptanz von der Einfachheit der Lösung ab. Dazu gehören neben einem einheitlichen Pfandsystem auch ein jederzeit zugängliches Rückgabesystem z.B. über Rückgabeautomaten. Über eine digitale Infrastruktur können Rückgabestellen gefunden werden und Ausgabestellen können die Nachlieferung neuer Becher initiieren. Mit Hilfe von Sensorik in Automaten können zurückgegebene Becher erkannt und der Pfandwert zurückerstattet werden. Lokale, industrielle Spül- und Reinigungslogistiker können Gastrobetrieben und größeren Cafeterien HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) - konforme Reinigungsleistungen anbieten [LE25]. Das könnte die in der Praxis bisher präferierte Selbstreinigung der zurückgenommenen Pfandbecher durch die Ausgabestellen gut ergänzen.

Anreizsystem: Um die Akzeptanz für Mehrwegprodukte zu erhöhen, ist ein Anreizsystem hilfreich, das jeweils spezifisch auf die Zielgruppe der Gastronomiebetriebe und die Zielgruppe der Konsumenten abzielt. Die sogenannten „Nudges“ sind subtile, aber gezielte Anstöße, die Menschen dazu ermutigen, bestimmte Entscheidungen zu treffen und den Erfolg bestimmter Produkte fördern [ME25]. Zu Nudges kann man unterschiedliche teilweise digital unterstützte Maßnahmen definieren, wie eine Mehrweg-Challenge, Labels und Aufkleber mit z.B. „Mehrweg - ich bin dabei“ oder Mehrwegticker zur Motivation von Ausgabestellen [ME25]. Die Sichtbarkeit der positiven Auswirkungen von Mehrweg kann dadurch gesteigert werden. Digitale Tracking-Systeme visualisieren z.B. Umläufe, CO₂-Einsparungen und Qualitätskennzahlen und vermitteln ein Bild zu einem ökologisch hoch wirksamen Kreislauf, der die Abfallmenge erheblich reduziert. So wird spielerisch und partizipativ der positive Effekt der Mehrwegteilnahme auf die Umwelt sichtbar gemacht und die Akzeptanz des Mehrwegsystems gesteigert.

Das Zusammenspiel der genannten Handlungsfelder und die ideale Abstimmung dieser aufeinander kann dazu führen, dass Mehrwegsysteme in der Gastronomie erfolgreich sein können und einen wertvollen Beitrag zur zirkulären Wertschöpfung in einer Kommune, einer Stadt oder in einem einzelnen Betrieb leisten.

3.3 Gesundheit

Die Gesundheitswirtschaft zählt zu den Schlüsselbranchen in OWL und nimmt eine signifikante Rolle im Kontext eines zirkulären Lieferkettenmanagements sowie einer zirkulären Region OWL ein. Im folgenden Kapitel wird die Gesundheitsbranche erläutert und die Aktivitäten des Projekts CirQualityOWL plus zum zirkulären Lieferkettenmanagement in der Gesundheitswirtschaft sowie im Rahmen eines Use Cases im Bereich der Medizinprodukte und Hilfsmittel beschrieben.

3.3.1. Kurzbeschreibung der Branche

Die Gesundheitswirtschaft zählt zu den Wachstumskernen der Volkswirtschaft. Als Wirtschaftscluster umfasst sie alle Branchen, Einrichtungen, Akteur:innen und Strukturen, die zum Erhalt, zur Wiederherstellung und zur Förderung der Gesundheit beitragen. In Deutschland steht die Gesundheitswirtschaft für eine Bruttowertschöpfung von insgesamt 490,2 Mrd. Euro [BG25] mit 7,7 Millionen Erwerbstätigen [BW25], trägt mit 12,7 % zum Bruttoinlandsprodukt bei und stellt so einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor in Deutschland dar [BV23]. Die Gesundheitsausgaben betragen 538 Mrd. im Jahr 2026 [ST26]. Die Gesundheitswirtschaft hat deutlich positive Effekte auf die Gesamtwirtschaft: Jeder Euro Bruttowertschöpfung erzeugt zusätzliche 0,81 Euro, und jede Arbeitsstelle schafft 0,60 weitere Stellen in anderen Wirtschaftsbereichen [BW25]. In Deutschland sind 6,2 Millionen der Erwerbstätigen Gesundheitspersonal [STA26].

OWL als starke Gesundheitsregion, die sowohl von urbanen als auch suburbanen Strukturen geprägt ist, zeichnet sich durch eine Vielzahl an Einrichtungen und Kompetenzen in Medizin, Pflege und den unterschiedlichen Strukturen der Gesundheitsversorgung aus. OWL hat sich zu einem der wichtigsten Innovationsstandorte für anwendungsnahe Forschung und Entwicklung zukunftsorientierter Medizin, Gesundheitsversorgung und Care-Technologie entwickelt. Die Region steht für Exzellenz in der Gesundheits- und Versorgungsforschung sowie für Spitzenmedizin in der Akutversorgung und der Versorgung chronisch Erkrankter und beeinträchtigter Menschen, eine moderne Ausbildung in Gesundheits- und Pflegeberufen und nicht zuletzt für erfolgreiche Kooperationen mit der Wirtschaft. Seit mehr als 25 Jahren fördert das Zentrum für Innovation in der Gesundheitswirtschaft OWL (ZIG OWL) erfolgreich den Wissenstransfer und die Transformation im Ökosystem Gesundheit der Region OWL. Unter dem Motto der „Partnerschaften für die Gesundheitswirtschaft“ hat sich das Netzwerk zu einer wichtigen neutralen Plattform für Innovation und Kooperation entwickelt. Es bestehen langjährige Beziehungen zu zahlreichen Institutionen und Verbänden des Gesundheitswesens, der Gesundheitswirtschaft sowie der Forschung und Wissenschaft. Die Gesundheitsregion OWL ist durch Zusammenarbeit und Vernetzung der Akteur:innen geprägt und damit ein geeigneter Ausgangspunkt, um zirkuläre Wertschöpfung voranzubringen.

Der Klimawandel gefährdet nicht nur die Gesundheit der Menschen in der Region durch umweltbedingte Auswirkungen, sondern der Gesundheitssektor ist auch wesentlicher Verursacher von CO₂-Emissionen und Mitverursacher des Klimawandels [PI22]. Nachhaltigkeit und zirkuläre Wertschöpfung sind demnach entscheidend für die Gesundheit der Bevölkerung [VDI25]. Der Treibhausgasfußabdruck des deutschen Gesundheitswesens beträgt etwa 5% des gesamten Treibhausgasfußabdrucks in Deutschland [PI22]. Mit der Produktion von 4,4% der globalen Treibhausgase wie CO₂ liegt der Gesundheitssektor über den Emissionen des Flugverkehrs und der Schifffahrt. Potenziale für Einsparungen im Gesundheitssektor sind vorhanden und stehen in direktem Zusammenhang mit dem Klima und der Gesundheit von Menschen weltweit [WH23].

Das Gutachten ReKlimaMed [LH23] ist eine Bestandsaufnahme der umgesetzten Maßnahmen zur Ressourceneffizienz, Klimaschutz und ökologischer Nachhaltigkeit in den verschiedenen Bereichen des Gesundheitswesens. Als Fazit schließt das Gutachten ab: Nachhaltigkeit spielt bisher im deutschen Gesundheitswesen keine oder nur eine geringe Rolle und legt insgesamt noch zu wenig Gewicht auf ökologische Nachhaltigkeit. Um Nachhaltigkeit voranzubringen und Strukturen zu entwickeln, wird im Gutachten die Einrichtung eines Arbeitskreises mit Vertreter:innen aus der Politik, Wissenschaft und den Verbänden des Gesundheitswesens vorgeschlagen. Ergänzend dazu wird eine koordinierende Plattform empfohlen, die Informationen sammelt, Projekte organisiert und als Ansprechpartner und proaktiver Impulsgeber für den Gesundheitssektor dient [LH23]. In einem Studienreview aus dem Jahr 2025 wurden Kliniken in Deutschland untersucht und Nachhaltigkeits- und Klimaschutzmaßnahmen erhoben. Die konkreten Maßnahmen konzentrierten sich überwiegend auf Mobilität, Energie- und Gebäudemanagement sowie Einkauf bzw. Produktion und Recycling. Deutschland bleibt dabei im internationalen Vergleich hinter Vorreitern wie Großbritannien, Australien oder den USA zurück [SC25]. In einem aktuellen Impulspapier des VDIs für die Gesundheitsbranche ist die ökologische Nachhaltigkeit als zentral hervorgehoben, wobei die zirkuläre Wertschöpfung als ein unterstützender Ansatz genannt wird. Dennoch besteht derzeit ein Zielkonflikt zwischen einer erfolgreichen Patientenversorgung und der Umsetzung einer zirkulären Wertschöpfung. Vor allem die Einhaltung hygienischer Anforderungen sowie ökonomische, regulatorische und weitere Rahmenbedingungen erschweren dies und führen häufig zum Einsatz von Einwegprodukten. Ungeachtet dessen steht außer Frage, dass auch im Gesundheitssektor der Aufbau zirkulärer Wertschöpfung eine aktuell relevante Herausforderung darstellt [VDI25].

3.3.2. Analyseergebnisse

Es wurden Expertengespräche mit Schlüsselakteur:innen in der Gesundheitsregion OWL in den Einrichtungen (Sanitätshäusern, Medizinproduktehersteller und stationären Pflege- und Rehaeinrichtungen) im Rahmen des Projekts CirQualityOWL plus geführt, um den Status Quo des Einsatzes von nachhaltigen Prozessen in der Gesundheitswirtschaft zu erfassen, Hemmnisse und Hürden zu ermitteln und Potenziale zu identifizieren sowie Lösungsansätze zu erarbeiten. Als Ansätze im Bereich Nachhaltigkeit wurde in den Gesprächen der ressourcenschonende Umgang mit Medizinprodukten, das Energiesparen durch LED-Leuchtmittel und die Nutzung von Photovoltaikanlagen hervorgehoben. Zudem bieten die meisten Einrichtungen bereits Maßnahmen im Bereich der Abfallwirtschaft wie Optimierung der Abfalltrennung und nachhaltigen Mobilität wie E-Mobilität und JobRäder an. Zusätzlich wird die Verwendung von klimaschädlichen Narkosegasen reduziert.

In den Expertengesprächen wurden folgende Berührungspunkte und Aspekte zum Thema der zirkulären Wertschöpfung aufgegriffen:

- Besonderheiten des Medizinproduktemarkts und der Hilfsmittelversorgung durch die gesetzlichen Krankenkassen
- Ressourcenschonender Umgang mit Medizinprodukten und Hilfsmitteln
- Nachhaltigkeitsberichte/Berichtspflicht
- CO₂-Bilanzierung
- Veränderungen und Anpassung im Produktdesign

Nachhaltige Lieferkette Gesundheit

Nachteile und Hemmnisse

- Medical Device Regulation (MDR) kann teilweise die Kreislaufführung erschweren
- Rückführungsstrukturen für bspw. Wiederaufbereitung kaum bis gar nicht vorhanden
- Nachhaltigkeit ist durch Finanzierungssystem der gesetzlichen Krankenversicherung eingeschränkt
- Green Washing bei Herstellern und Dienstleistern
- Marketing von Nachhaltigkeitsmaßnahmen noch nicht ausgereift

Vorteile und Potenziale

- Einsparung von Ressourcen und Treibhausgasen
- Praktische Maßnahmen zu ergreifen und nicht lediglich theoretische Diskussionen zu führen
- Reparatur von Medizinprodukten/Hilfsmittel als Muss ansehen
- CE als Innovationstreiber für neue Produkte und Versorgungsdienstleistungen

Abbildung 10: Analyseergebnisse der Gesundheitswirtschaft

Die Gesprächspartner:innen aus unterschiedlichen Einrichtungen und Institutionen der Gesundheitswirtschaft verdeutlichen erhebliche Unterschiede im Entwicklungsstand und in der organisatorischen Verankerung des Nachhaltigkeitsmanagements. So verfügen beispielsweise einige Einrichtungen wie Kliniken und größere Medizinproduktehersteller bereits seit mehreren Jahren über institutionalisierte Stabsstellen, während insbesondere kleinere Einrichtungen erst kürzlich mit dem systematischen Aufbau entsprechender Strukturen begonnen haben. Häufig übernehmen zentrale Stabsfunktionen sowohl strategische Aufgaben, u.a. die Vorbereitung der Daten für die Nachhaltigkeitsberichterstattung nach Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), als auch operative Maßnahmen wie Energieeinsparprojekte. Zur breiteren Verankerung werden in mehreren Einrichtungen Multiplikator:innen der Stabsstellen benannt, die standortübergreifend wirken und durch regelmäßig erscheinende Informationsformate innerhalb der Einrichtungen unterstützt werden, in denen Projekte und Grundlagen nachhaltiger Entwicklung vermittelt werden.

In anderen stationären Einrichtungen steht die strategische Ausrichtung des Nachhaltigkeitsmanagements im Vordergrund. Dort wurden zunächst umfassende Nachhaltigkeitsstrategien entwickelt und Arbeitsgruppen eingerichtet, um die Mitarbeitenden aktiv in Transformationsprozesse einzubinden. Die Anbindung an Qualitäts- und Projektmanagementstrukturen spielt dabei eine zentrale Rolle, da sie sicherstellt, Nachhaltigkeitsziele systemisch zu planen, steuern und prüfen. Trotz erzielter Fortschritte bestehen jedoch weiterhin strukturelle Herausforderungen, insbesondere in Form fehlender finanzieller Mittel und begrenzter personeller Ressourcen, die die konkrete Umsetzung von Maßnahmen und die Beantragung und Umsetzung von Fördermaßnahmen erschweren.

Ein Teil der Gesprächspartner:innen aus stationären Rehaeinrichtungen verfolgen einen stärker ökologisch geprägten Ansatz, bei dem Nachhaltigkeit als ganzheitliches Prinzip verstanden wird und der Zusammenhang zwischen Umweltqualität und Heilungsprozessen betont wird. Dort wurden bereits Fortschritte in der CO₂-Bilanzierung erzielt und unterschiedliche Projekte umgesetzt, die sowohl kleinere als auch größere Maßnahmen umfassen. Auch in diesen Einrichtungen übernehmen spezifische Ansprechpersonen eine wichtige Rolle bei der internen Verankerung der strategischen Bedeutung im Unternehmen. Demgegenüber konzentriert sich das

Nachhaltigkeitsengagement anderer Einrichtungen bislang auf niederschwellige Maßnahmen wie die Optimierung der Abfalltrennung oder die Umrüstung auf energieeffiziente Beleuchtung. Obwohl ein grundsätzliches Problembewusstsein vorhanden ist, wird die mangelnde Refinanzierung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen und verantwortlichem Personal als wesentliches Hindernis für weiterreichende Maßnahmen eingeschätzt. In einigen Fällen wurde das Thema Nachhaltigkeit erst infolge neuer Berichtspflichten aufgegriffen und führte zur Einrichtung erster Arbeitsgruppen sowie zur Erhebung erster Datenpunkte. Der Ansatz der zirkulären Wertschöpfung und eines zirkulären Lieferkettenmanagements wurde bisher von den befragten Akteur:innen nur in geringem Maße in Betracht gezogen, um Veränderungsprozesse anzustoßen.

Die Perspektiven der Hersteller und Dienstleister im Bereich medizinischer Produkte zeigen ebenfalls ein heterogenes Bild. Einige Unternehmen berücksichtigen Nachhaltigkeit und Transformationsprozesse in Richtung zirkulärer Wertschöpfung grundsätzlich, weisen jedoch auf fehlende regulatorische Rahmenbedingungen und Anreize im Finanzierungssystem und Medizinproduktegesetz im Gesundheitswesen hin. Andere haben Nachhaltigkeit und zirkuläre Geschäftsmodelle bereits als strategischen Wettbewerbsvorteil identifiziert und reagieren mit der Entwicklung nachhaltigerer Produktlinien oder der Anpassung interner Prozesse. Dienstleistende, deren Geschäftsmodell auf der Reparatur medizinischer Produkte basiert, setzen zirkuläre Prinzipien unmittelbar um und profitieren gleichzeitig von finanziellen Anreizen, die durch die Kostenträger oder günstigeren Preisen unterstützt werden.

Auch im Sanitätsfachhandel werden spezifische Herausforderungen sichtbar, die zirkulären Ansätzen entgegenwirken. Der zunehmende Preisdruck führt häufig zum verstärkten Einsatz qualitativ minderwertiger, teils importierter Produkte. In bestimmten Versorgungsbereichen, wie der Wund- und Inkontinenzversorgung, dominieren weiterhin Einwegprodukte, sodass zirkuläre Ansätze nur begrenzt umsetzbar sind. Auf Ebene der Hilfsmittelverbände spielt Nachhaltigkeit in Vertragsverhandlungen zur Hilfsmittelversorgung bislang keine Rolle, obwohl die grundsätzliche Bedeutung des Themas anerkannt wird. Strukturelle Restriktionen, beispielsweise die Unzulässigkeit der Rücknahme ungenutzter, aber intakter Produkte, begrenzen potenzielle Nachhaltigkeitsmaßnahmen zusätzlich. Dennoch zeichnet sich ein deutlicher Wille ab, Nachhaltigkeit und Ansätze der zirkulären Wertschöpfung langfristig als festen Bestandteil der Versorgung zu etablieren.

Auf der Grundlage der Interviewanalyse der Akteur:innen im Gesundheitswesen zu Nachhaltigkeits- und Zirkularitätsthemen wurden verschiedene Workshopformate für die Zielgruppe entwickelt. Ziel ist es, die Akteur:innen der Gesundheitswirtschaft zu stärken und gemeinsam praxisnahe Lösungen und Hilfestellungen zu entwickeln, um eine zirkuläre Region OWL zu fördern.

Zu Beginn wurde der Einsatz des Werkstoffs Kunststoff bei Hilfsmitteln diskutiert. Der Einsatz wurde im Rahmen der Veranstaltung Zirkuläre Wertschöpfung bei Kunststoffen mit einer Expertengruppe aus dem Kunststoffsektor beispielhaft am Hilfsmittel Toilettenstuhl betrachtet. Die Kunststoffexpert:innen identifizierten hierbei ein hohes Potenzial für Zirkuläres. So haben Produkte für den Transport eine geringe Packdichte, welches einen hohen Verpackungsaufwand verursacht. Gleichzeitig bleibt offen, wie ein bedarfsgerechtes und zirkuläres Design konkret umgesetzt werden kann. Der Medizinproduktebereich wird von Akteur:innen aus der Kunststoffbranche als stark regulierten Bereich wahrgenommen. Die zentrale Erkenntnis aus der Diskussion war, dass Produkte auch bei Medizinprodukten ganzheitlich gedacht werden, vom Design bis zum Ende der Nutzung, um eine zirkuläre Wertschöpfung zu ermöglichen. Diese Ergebnisse

waren wegweisend, um die Entwicklung des Use Cases im Medizinprodukte- und Hilfsmittelbereich Liegen, Lagern, Stützen voranzutreiben (s. Kap. 3.3.3).

Aus den Analyseergebnissen der Gesundheitswirtschaft für ein zirkuläres Lieferkettenmanagement ergab sich, dass aktuell Pflegeeinrichtungen, insbesondere Kliniken und deren Nachhaltigkeitsbeauftragte, eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von zirkulären Maßnahmen in der Gesundheitswirtschaft einnehmen. Kliniken sind durch die Berichtspflicht nach CSRD betroffen und als maßgebliche und sehr energieintensive Betriebe an nachhaltigem und zirkulärem Wirtschaften interessiert. Daraus ergibt sich ein Bedarf an Austausch, Fachinformationen und an konkreter fachlicher Begleitung. Das Thema hat in den Jahren 2024 und 2025 in den Einrichtungen an Bedeutung gewonnen. Im Rahmen des Projektes CirQualityOWL plus wurde eine Workshopreihe für Kliniken vom ZIG OWL konzipiert, welche sich mit den Themen Nachhaltigkeitsberichterstattung, Wesentlichkeitsanalyse, CO₂-Bilanzierung, nachhaltigem Beschaffungsmanagement und Energiemanagement befasste. So wurden in verschiedenen Kontexten und verschiedenen Bereichen der Kliniken über unterschiedliche Instrumente für mehr zirkuläres Lieferkettenmanagement gesprochen und gemeinsam mit Akteur:innen aus der Region Lösungsansätze und Maßnahmen entwickelt. Die beschriebenen Ergebnisse und die Analyse wurden in die Entwicklung des Use Cases überführt.

3.3.3. Use Case Medizinprodukte und Hilfsmittel

Die Entwicklung des Use Cases Liegen, Lagern und Stützen im Bereich der Hilfsmittel und Medizinprodukten hat eine Analyse des kompletten Lebenszyklus in der ambulanten sowie stationären Versorgung vorangestellt. Die Herstellung beginnt mit der Rohstoffauswahl und der Erzeugung notwendiger Materialien wie beispielsweise Kunststoffe und Schaumstoffe für das Produkt. Anschließend wird die Weiterverarbeitung durch Medizinproduktehersteller, die Matratzen, Pflegebetten und Lagerungshilfen produzieren, durchgeführt. Diese unterliegen der Regulierung als Medizinprodukte gemäß der Medical Device Regulation (MDR). Die MDR ist die EU-Verordnung, die die Sicherheit, Qualität und Marktüberwachung von Medizinprodukten regelt. Eine zentrale Herausforderung besteht darin, dass ein Großteil der Medizinprodukte auf Kunststoffen basieren, deren Herstellung energie- und ressourcenintensiv ist. Zudem erfordern die regulatorischen Anforderungen eine Dokumentation und Qualitätsüberwachung entlang der gesamten Produktionskette.

Der Vertrieb der Hilfsmittel und Medizinprodukte ist vielschichtig und unterscheidet sich zwischen stationären und ambulanten Versorgungskonzepten. Sanitätshäuser übernehmen eine zentrale Rolle in der ambulanten Versorgung und fungieren als Ansprechpartner für Betroffene sowie deren Angehörige. Sie liefern Produkte in die privaten Wohnräume und begleiten den Einsatz vor Ort. Stationäre Einrichtungen beziehen Medizinprodukte und Hilfsmittel meist direkt von Herstellern oder über größere Einkaufsgemeinschaften. Die größte Herausforderung im Vertrieb liegt in der Koordination unterschiedlicher Zuliefererstrukturen sowie in der heterogenen Organisation der Versorgungspfade in den Sektoren.

Während der Nutzung der Produkte zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen ambulantem und stationärem Einsatz. Im häuslichen Umfeld ist der Umgang mit den Medizinprodukten und Hilfsmitteln nur eingeschränkt steuerbar, da weder Nutzung noch Pflege der Produkte nachvollzogen werden können. Nach Ende der Pflegebedürftigkeit der Patienten werden die Matratzen in der Regel vom versorgenden Sanitätshaus abgeholt. Stationäre Einrichtungen nutzen die Produkte über einen längeren Zeitraum, wobei beispielsweise Matratzen eine kürzere Lebensdauer

aufweisen als Pflegebetten selbst. Durch organisierte Materialwirtschaft und wiederholte Nutzung von Schaumstoffprodukten wie Matratzen und Lagerungshilfen findet die Nutzung in einem kontrollierten Umfeld statt. Die Herausforderung besteht darin, Lebenszyklen je nach Produktart zu verlängern und durch organisatorische Veränderungen sowie Priorisierungen in den Einrichtungen ressourcenschonendere Nutzungsmodelle zu ermöglichen. Perspektivisch bieten alternative Nutzungskonzepte und Strategien zur Lebenszyklusverlängerung relevante Potenziale.

Die Rückführung von Medizinprodukten und Hilfsmitteln in den Kreislauf steht derzeit noch am Anfang, denn der Umgang mit benutzten Produkten erfolgt je nach Versorgungsform unterschiedlich. In der ambulanten Versorgung übernehmen häufig Angehörige oder Sanitätshäuser die gebrauchten Produkte und führen diese einer Entsorgung zu. Für einen alternativen Umgang fehlt häufig die notwendige Infrastruktur. Stationäre Einrichtungen übergeben die gebrauchten Produkte meist an lokale Entsorger, wobei aufgrund einer möglichen Kontamination meist eine thermische Verwertung erfolgt. Für Pflegebetten besteht teilweise bereits die Möglichkeit eines Refurbishments, bei dem der Hersteller die zurückgenommenen Betten prüft, aufbereitet und wieder in den Nutzungskreislauf zurückführt. Unternehmen aus der Gesundheitswirtschaft in OWL haben bereits zirkuläre Geschäftsmodelle entwickelt u.a. im Bereich des Refurbishments von Pflegebetten [HB26]. Dadurch werden Ressourcen geschont und die Lebensdauer der Pflegebetten verlängert.

Aus dem beschriebenen Use Case lassen sich wesentliche Erkenntnisse ableiten. Nachhaltigkeitspotenziale liegen weniger in der Materialsubstitution als vielmehr in der Optimierung der Herstellungsprozesse, beispielsweise durch ein zukunftsfähiges Produktdesign sowie in verlängerten Nutzungs- und Kreislaufmodellen. Die unterschiedlichen Strukturen stellen eine weitere Besonderheit dar. Während in stationären Einrichtungen organisierte Materialwirtschaft und klar definierte Prozesse existieren, ist die Versorgung im häuslichen Umfeld deutlich heterogener und schwerer steuerbar. Dies führt dazu, dass gerade die ambulante Versorgung einen blinden Fleck bezüglich der Entsorgung hat. Hersteller und Händler haben nur begrenzten Einfluss, was das Nutzungsverhalten, den Pflegezustand und die Entsorgungswege nur eingeschränkt nachvollziehbar macht, um eine Rückführung von Materialien und Produkten zu ermöglichen. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Verlängerung der Lebenszyklen ein zentraler Hebel ist, um ein zirkuläres Lieferkettenmanagement umzusetzen. In stationären Einrichtungen werden Matratzen und Lagerungshilfen bereits häufiger wiederverwendet, während im ambulanten Bereich kaum systematische Lebenszyklusverlängerungen stattfinden. Der Use Case wurde mit den Nachhaltigkeitsbeauftragten der Kliniken hinreichend diskutiert und konkrete Handlungsempfehlungen für die Nutzung in den Einrichtungen entwickelt (s. Kap. 3.3.4). Hier eröffnen sich Potenziale durch strukturierte Rücknahme, definierte Aufbereitungskriterien und durchdachtes Lifecycle-Management. Die Rolle des Vertriebs, insbesondere der Sanitätshäuser prägt maßgeblich die ambulante Versorgung und könnten eine Schlüsselfunktion in einem geschlossenen Rücknahmesystem einnehmen. Allerdings sind die Vertriebswege insgesamt sehr vielschichtig und unterscheiden sich von Einrichtung zu Einrichtung, wodurch eine einheitliche Lösung erschwert wird.

3.3.4. Handlungsfelder Medizinprodukte und Hilfsmittel

Aus den Erfahrungen des Use Case und der Ergebnisse aus den Interviews konnten folgende Handlungsfelder für Medizinprodukte und Hilfsmittel identifiziert werden, um die Gesundheitsregion OWL zirkulär weiterzuentwickeln.



Abbildung 11: Handlungsfelder Medizinprodukte und Hilfsmittel

Transformative Potenziale in der Lieferkette in der Gesundheitswirtschaft: Um Medizinprodukte nachhaltiger und zirkulärer zu gestalten, sind gesetzliche Regelungen, die auf die Produktherstellung einwirken notwendig. Für die Umsetzung zirkulärer Innovationen in der Medizinproduktlandschaft sollte die Regulatorik innerhalb der Medical Device Regulation (MDR) entlang Circular Design Kriterien gestaltet werden. Wichtig für nachhaltige Medizinprodukte ist beispielsweise die Nutzung nachhaltiger Materialien wie Bio-Polyethylen, ein Kunststoff aus nachwachsendem Zuckerrohr, sowie Änderungen der Produktkonstruktionen für ein zirkuläres Produktdesign. Auch ökologische Produktverpackungen durch Verringerung des Verpackungsumfangs und den Verzicht auf nicht recyclingfähige Kunststoffverpackungen [SN25] sind Lösungsvorschläge. Um die Potenziale in einer Lieferkette zu analysieren, können unter anderem methodische Ansätze wie die Life Cycle Analyse (LCA) angewendet werden. Aktuell wurde eine solche Analyse nur vereinzelt durchgeführt, kann aber als Startpunkt dienen, um Nachhaltigkeits- und Zirkularitätspotenziale zu entwickeln. Die Lebenszyklusperspektive ermöglicht die Bilanzierung von Umwelt-, Kosten- oder Sozialauswirkungen durch Produkte über deren gesamten Lebenszyklus. Das bedeutet, der Lebenszyklus beginnt bei der Extraktion von Rohstoffen und führt über die Produktion, den Transport und die Nutzung bis zur Entsorgung [KE24].

Regionaler Aufbau von Infrastrukturen für Wiederverwendung: Durch die Zusammenarbeit der Kliniken beim Aufbau gemeinsamer Infrastrukturen für Rücknahmesysteme und die Bekanntmachung von Reparaturservices können die Medizinprodukte kostensparend für alle Einrichtungen gestaltet werden. Die bisher fehlenden Möglichkeiten wurden von einigen Einrichtungen genannt, und das Interesse an einem Aufbau wurde bekundet. Insbesondere für Sanitätshäuser können sich neue Geschäftsmodelle entwickeln, aber auch regionale Hersteller können hierbei eine entscheidende Rolle einnehmen. Hersteller aus der Region OWL bieten bereits

Rücknahmestrukturen an. Durch Partnerschaften in den Lieferketten ließe sich das Potenzial durch einen ressourcenschonenden Umgang und das Schließen von Kreisläufen weiter ausbauen. Das Projekt CirQualityOWL plus unterstützt den Aufbau dieser Infrastrukturen gezielt durch Vernetzung und Initiierung von transformativen Allianzen.

Ähnlichkeiten in den Strukturen von Einrichtungen der Gesundheitswirtschaft: Die strukturellen Ähnlichkeiten vieler Einrichtungen der Gesundheitswirtschaft, insbesondere solcher mit vergleichbaren Trägerstrukturen wie bei stationären Einrichtungen, bieten Potenzial für den systematischen Austausch von Erfahrungen sowie für die Entwicklung zirkulärer Lieferketten. Standardisierte Prozesse erhöhen die Effizienz und ermöglichen den Aufbau funktionaler Rücknahmesysteme für Medizinprodukte sowie eine verbesserte Wiederverwertung von Materialien. Zudem erleichtern einheitliche Strukturen die Übertragbarkeit positiv erprobter Modelle oder Prozesse und unterstützen Unternehmen dabei, schneller auf technologische Entwicklungen und veränderte Marktanforderungen zu reagieren.

Netzwerk & Regionaler Austausch: Der Austausch von Best-Practice-Beispielen liefert neue Impulse für die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien und eines zirkulären Lieferkettenmanagements. Zielgerichtete Rückfragen: Wie wurde dieses Problem gelöst? oder Existieren vergleichbare Ansätze in anderen Einrichtungen? unterstützen die Identifikation übertragbarer Lösungen. Aufgrund der regionalen Nähe vieler Einrichtungen ähneln sich zudem die organisatorischen Strukturen und Lieferkettenwege, was die praktische Übertragbarkeit solcher Ansätze erleichtert.

4. Erkenntnisse für zirkuläre Lieferketten in OWL

4.3. Branchenübergreifende Erkenntnisse

Nach Analyse der drei untersuchten OWL-Sektoren Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit konnten einige Gemeinsamkeiten festgestellt werden. Die folgenden Punkte sind in den Analyseergebnissen, Branchengesprächen, in der Arbeit innerhalb der transformativen Allianzen und in den vertiefenden Use Cases mehrfach identifiziert worden und verdienen daher eine besondere Beachtung bei der Gestaltung zirkulärer Lieferketten.

Recyclinggerechte Produktgestaltung: Eine Erkenntnis aus den Gesprächen in den transformativen Allianzen ist, dass das Ende eines Produktlebens und die Recyclingfähigkeit dieses Produktes vor allem durch das Design des Produkts bestimmt werden. Die Theorie des so genannten Product Design for Recycling besagt, dass Entscheidungen aus den ersten Phasen der Produktentstehung – nämlich in Bezug auf Bauweise, Konstruktion, Materialauswahl etc. – einen starken Einfluss auf das spätere Recycling und damit verbundene Vorgänge wie eine Demontage haben [EHM13, LW06, EC26, IN26].

Es gilt daher, in der Produktgestaltung bestimmte Gestaltungsprinzipien zu befolgen, welche eine Demontage und ein Recycling vereinfachen. Dazu gehören Prinzipien wie die Differenzialbauweise [KO03] oder Schichtbauweise, die eine spätere Demontage vereinfachen sowie die Auswahl von einfach lösbaren Verbindungen wie Schrauben anstelle von Kleb- oder Nietverbindungen. Auch die Materialauswahl bestimmt die Möglichkeiten eines späteren Recyclings. So können Verbundstoffe oder mit Chemikalien versetztes Material schwerer in einen Recyclingkreislauf überführt werden als reines Material. Das betrifft beispielsweise Kunststoffe, die häufig mit Farb-Batches oder mit Labels versehen werden. Grundsätzlich empfiehlt sich eine geringe Anzahl an Teilen, wenige Farben oder Zusätze und eine gute Zugänglichkeit zu allen Komponenten. Die VDI Richtlinie VDI 2243 beschreibt Gestaltungsmöglichkeiten für Produkte, um diese möglichst einfach einem späteren Recycling zuführen zu können [VDI02]. Es wurde aus der Analyse deutlich, dass bislang noch wenig Kenntnis zu den Gestaltungsprinzipien für recyclinggerechte Produkte in der Industrie vorherrscht. Häufig werden in frühen Phasen der Produktgestaltung Entscheidungen getroffen, die sich später als nachteilig für das Recycling herausstellen. Leider sind diese Entscheidungen oft irreversibel oder eine Anpassung ist mit recht hohen Kosten verbunden. Maßnahmen zur Qualifizierung von Mitarbeitenden in der Entwicklung hinsichtlich recyclinggerechter Produktgestaltung sind daher von großer Bedeutung.

Regulatorische Rahmenbedingungen: Branchenübergreifend stellte sich als relevanter Faktor für den Erfolg der zirkulären Wertschöpfung die Gesetzgebung heraus. Regulatorik wird als Schlüssel und Hemmnis zugleich wahrgenommen. Die Kreislaufwirtschaftsstrategie der Bundesregierung [NKWS24] gibt eine gute Orientierung. Jedoch bestehen gesetzliche Hürden für die erfolgreiche Umsetzung einer zirkulärer Wertschöpfung. Genannt sind hier nur ein paar Beispiele: (1) Die Hygieneverordnung schränkt den Einsatz von Rezyklaten in der Herstellung neuer Lebensmittelbehälter bzw. Lebensmittelverpackungen ein. So können Mehrwegprodukte aus Kunststoff im Lebensmittelbereich trotz existierender Recyclingmöglichkeiten nur einen Lebenszyklus durchlaufen. (2) Recyclingquoten sind zu niedrig angesetzt. Durch eine Erhöhung von Recyclingkapazitäten, Recyclingquoten und eingesetzten Rezyklatmengen könnten eine rentable Industrie und genügend verfügbare Sekundärrohstoffe im Kunststoffbereich entstehen. (3) Das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz und die Nachhaltigkeitsberichterstattung erfordern sehr hohe

und sich wiederholende Dokumentationsaufwände, was insbesondere kleine und mittlere Unternehmen vor große Herausforderungen stellt. (4) Für Biopolymere haben kommunale Entsorgungsbetriebe keine Recyclingpfade. Als biologischer Rohstoff ist die Abbauzeit zu lang, was dazu führt, dass Biopolymere wie Restabfälle behandelt werden. (5) Die 2023 eingeführte Mehrwegangebotspflicht wird nicht konsequent umgesetzt und kontrolliert. Sanktionen für Nichteinhaltung gibt es nicht, was dazu führt, dass der Mehrweganteil keinen nennenswerten Anstieg verzeichnet. (6) Eine Weitergabe gebrauchter Produkte kann wegen Infektionsschutz und Hygiene unzulässig sein (z.B. Medizinproduktegesetz, MPBetreibV, Hygieneregeln nach IfSG). Diese Vorschriften führen dazu, dass bestimmte Hilfsmittel nicht wiederaufbereitet oder erneut eingesetzt werden dürfen. (7) In der Lebensmittelbranche werden defekte E-2-Kisten aus dem Verkehr gezogen. Eine Instandsetzung oder ein Post-Consumer-Recycling wird innerhalb der Lebensmittelbranche derzeit nicht umgesetzt.

Ein schnellerer und konsequenter Bürokratieabbau sowie zielgerichtete und klare Vorgaben sind entscheidend für eine erfolgreichere Umsetzung von Maßnahmen der zirkulären Wertschöpfung. Für die Kunststoffindustrie hat der VDI Roundtable in [VDI22] gute Vorschläge ausgearbeitet. Einhellig wird von den Betrieben bestätigt, dass nur durch klare gesetzliche Rahmenbedingungen, die ökologische Innovationen begünstigen und Investitionssicherheit bieten, zirkuläre Wertschöpfung zu einem funktionierenden Modell in der deutschen Wirtschaft werden kann.

Neue Geschäftsmodelle aus der zirkulären Wertschöpfung sowie Digitalisierung als Potenzial: Die zirkuläre Wertschöpfung und die zunehmende Bereitschaft der Industrie, Rohstoffe als wertvolles Gut im Kreislauf zu halten, birgt Potenzial für neue Ertragsmöglichkeiten. R-Strategien eröffnen Unternehmen eine neue Perspektive auf ihre Produkte und deren Nutzungsmöglichkeiten. Es entstehen Märkte für Sekundärrohstoffe oder Rezyklate, Pay-per-Use-Konzepte, eine Sharing Economy und vieles mehr. Digitalisierungstechnologien beflügeln die Entwicklung massiv. Insbesondere der Einsatz von Datenräumen und digitalen Zwillingen ermöglicht einen lieferkettenübergreifenden Austausch von relevanten Daten und Produktinformationen. So können beispielsweise recyclingrelevante Informationen zu einem Produkt im Digitalen Produktpass gespeichert werden, so dass Akteur:innen zum Lebensende eines Produktes einfacher ausmachen können, wie das Produkt ideal in einen sekundären Rohstoffkreislauf überführt werden kann. Das Fraunhofer IOSB-INA hat für Kunststoffe das IDTA Submodel template "Material Data for the Characterization of Plastic Waste Feedstocks and Recycled Plastics" (IDTA 02080) als Materialdatenspeicher im Digitalen Zwilling erstellt, der es ermöglicht, relevante Daten zum Kunststoff zu speichern und abzurufen, um diesen einfacher zu recyceln [IDTA25]. Über gemeinsame Datenräume können diese Informationen herstellerübergreifend zur Verfügung gestellt werden. Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Start-ups und politische Institutionen treiben derartige Innovationen voran, entwickeln digitale Lösungen und schaffen die Rahmenbedingungen, die notwendig sind, um Produkte, Materialien und Ressourcen im Kreislauf zu halten. Besonders wichtig sind dabei interdisziplinäre Teams, die technisches Know-how, betriebswirtschaftliche Perspektiven und ökologische Nachhaltigkeitskompetenzen zusammenbringen. Erst durch dieses Zusammenspiel entstehen tragfähige Ansätze und digitale Lösungen wie datengetriebene Geschäftsmodelle, „Product-as-a-Service-Konzepte“ oder digitale Plattformen für Sekundärrohstoffe.

Bildung, Innovation und Sensibilisierung hinsichtlich zirkulärer Wertschöpfung: Für die Umsetzung zirkulärer Wertschöpfung ist eine umfassende Qualifizierung von Fach- und

Führungskräften erforderlich. Da die Circular Economy ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Dimensionen miteinander verbindet, müssen entsprechende Kompetenzen dauerhaft in organisierten Strukturen und Prozessen verankert werden. Dieses schließt gezielte Weiterbildungen, strukturierte Lernpfade und den systematischen Aufbau organisationsbezogener CE-Kompetenzen ein, die die Umstellung auf zirkuläre Prozesse erst ermöglichen. Die Umsetzung zirkulärer Ansätze setzt zudem eine enge Verzahnung von Qualifizierung, organisationaler Entwicklung und Kooperation voraus und erfordert eine langfristige Priorisierung [CQ25]. Neben der betrieblichen Ebene spielt die Umweltbildung eine zentrale Rolle. Die Sensibilisierung der Bevölkerung für die Folgen von (Kunststoff-) Abfällen sowie für einen verantwortungsvollen Umgang mit Produkten, insbesondere Einwegprodukten, bildet eine wichtige Grundlage für nachhaltige Veränderungen. Darüber hinaus ist die Förderung von Forschung und Entwicklung in den Bereichen nachhaltiger und zukunftsfähiger Kunststoffe, innovativer Aufbereitungstechnologien und kreislaufwirtschaftlicher Lösungen essenziell. Innovationsgetriebene Entwicklungen tragen maßgeblich dazu bei, zirkuläre Wertschöpfung praktisch umzusetzen und ihre Wirksamkeit langfristig zu sichern.

Lieferkettenübergreifende Zusammenarbeit als Erfolgsfaktor: In den Aktivitäten der unterschiedlichen Sektoren Lebensmittel, Kunststoffe und Gesundheit wurde deutlich, dass Netzwerke sowie die lieferkettenübergreifende Zusammenarbeit entscheidende Erfolgsfaktoren sind. Hierfür sind engagierte Menschen, die sich regional vernetzen und Allianzen organisieren von besonderer Bedeutung. Allianzen und Netzwerke spielen im Transformationsprozess eine zentrale Rolle. Sie verbinden Akteur:innen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und ermöglichen einen offenen Austausch über Herausforderungen, Standards und Lösungswege. Durch Kooperationen können beispielsweise digitale Produktpässe abgestimmt, rückwärtige Lieferketten aufgebaut, gemeinsame Rücknahmesysteme entwickelt oder Qualitätsanforderungen für recycelte Materialien definiert werden. Netzwerke schaffen Vertrauen zwischen den Beteiligten und erleichtern es, neue Partnerschaften einzugehen, die für zirkuläre Geschäftsmodelle essenziell sind, etwa zwischen Herstellern, Logistikdienstleistern, Recyclern und Technologieanbietern. Herausforderungen aus Logistik und Lieferketten werden so gemeinsam überwunden. Menschen in Schlüsselpositionen wie Innovationsmanager:innen oder Nachhaltigkeitsbeauftragte tragen dazu bei, neue Denkweisen im Unternehmen zu verankern und Veränderungsprozesse anzustoßen. Ohne dieses Engagement, neue Wege zu gehen und sich zu vernetzen, bleiben viele Potenziale ungenutzt.

4.4. Zusammenfassung zirkuläres Lieferkettenmanagement

Für die erfolgreiche Umsetzung einer tragfähigen zirkulären Wertschöpfung in OWL ist eine herstellerübergreifende Zusammenarbeit in der Lieferkette von entscheidender Bedeutung. Das Projekt CirqualityOWL plus unterstützt den Aufbau von transformativen Allianzen, um diese Zusammenarbeit über Lieferketten hinweg anzustoßen und so gemeinsam Herausforderungen zu überwinden. Diese Allianzen wurden sektorenspezifisch entwickelt und zusammengestellt, wobei drei relevante Sektoren aus OWL vertieft betrachtet wurden: die Lebensmittelwirtschaft, die Kunststoffindustrie und die Gesundheitswirtschaft. Herausforderungen in der Gestaltung zirkulärer Lieferketten mit Fokus auf diese drei Sektoren wurden über Befragungen und in Workshops analysiert und jeweils Use Cases entwickelt, die in den Allianzen bearbeitet wurden.

In der Lebensmittelwirtschaft betrachteten die Akteur:innen die Herausforderungen, welche mit biobasierten und kompostierbaren Verpackungen im Lebensmittelbereich verbunden sind. In der Kunststoffindustrie wurden Handlungsfelder für „Coffee-to-Go“ Becher als Mehrwegprodukte aus Kunststoff konzipiert. In der Gesundheitswirtschaft wurden Hilfsmittel zum Lagern-Liegen-Stützen wie Matratzen und Pflegebetten in den Allianzen diskutiert und gemeinsam Lösungen für zirkuläre Prozesse in Lieferketten erarbeitet.

Während in den jeweiligen Sektoren sehr spezifische Herausforderungen bestehen, die nur für Lebensmittel, Kunststoffe oder Gesundheit auftreten, gibt es bei der Gestaltung zirkulärer Lieferketten und Wertschöpfung auch ähnliche Herausforderungen, die branchenübergreifend thematisiert und herausgestellt wurden. Dazu gehören regulatorische Rahmenbedingungen, eine Vereinfachung der Gesetzgebung und geeignete regulatorische Anreize, die auf die zirkuläre Wertschöpfung ausgerichtet sind.

Zugleich gilt es, Potenziale breiter zu diskutieren, Konzepte recyclinggerechter Produktgestaltung bekannter und verfügbarer zu machen, die Digitalisierung voranzutreiben und Technologien zur Vereinfachung der zirkulären Wertschöpfung zu entwickeln und fördern. Nur dadurch kann zum einen ein Erfolg sichergestellt werden und zum anderen können Unternehmen dazu motiviert werden, neuartige zirkuläre Geschäftsmodelle zu entwickeln. Insbesondere die interdisziplinäre Zusammenarbeit sowie die Qualifizierung und Sensibilisierung von Fach- und Führungskräften hinsichtlich zirkulärer Wertschöpfung bildet hierbei das Fundament, um Innovationen und Transformation voranzutreiben.

Damit wird deutlich: Die Transformation hin zu einer zirkulären Wertschöpfung ist nicht allein eine technische Aufgabe. Menschen, Akteur:innen und Netzwerke wirken als Katalysatoren für neue, kreislauffähige Geschäftsmodelle, die sich langfristig und nachhaltig etablieren. Die Transformation ist ein gemeinschaftlicher Prozess, der von Kooperation, Austausch und dem Mut lebt, etablierte Strukturen zu hinterfragen.

5 Literaturverzeichnis

- [BG25] Bundesministerium für Gesundheit. (2025). Bedeutung der Gesundheitswirtschaft. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/gesundheitswesen/gesundheitswirtschaft/bedeutung-der-gesundheitswirtschaft.html> [Zugriff 1 2026]
- [BioAbfVO] Bundesministerium der Justiz. (2025). Bioabfallverordnung (BioAbfV) www.gesetze-im-internet.de/bioabfv/index.html [Zugriff 4 2026]
- [BO25] Bonnorange AöR. (2026). Über die Initiative. <https://www.bonn-geht-den-mehrweg.de/ueber-die-initiative> [Zugriff 1 2026]
- [BRU25] City of Brussels. (2026). Zero waste project. Verfügbar: <https://zero-waste.brussels.be/zero-waste-project> [Zugriff 1 2026]
- [BS26] Bertelsmann Stiftung. (2026). Kreislaufwirtschafts-Strategien der EU und Deutschland im Vergleich.
- [BV23] Bundesverband Medizintechnologie (BVMed). (2023). Jeder achte Euro Bruttowertschöpfung in Deutschland entsteht in der Gesundheitswirtschaft. <https://www.bvmed.de/themen/standort-de/wirtschaftskraft/gesundheitswirtschaft-bericht-2022-jeder-achte-euro-bruttowertschoepfung-in-deutschland-entsteht-in-der-gesundheitswirtschaft> [Zugriff 1 2026]
- [BW25] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2026). Faktenblatt Gesundheitswirtschaft. https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/F/Faktenblaetter/faktenblatt-ggr.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [Zugriff 1 2026]
- [CQ25] CirQualityOWL plus. (2025). Qualifizierung für die Circular Economy: Handlungsempfehlungen für Unternehmen und Hochschulen in OWL. <https://www.cirqualityowl.de/wp-content/uploads/2025/12/CirQualityOWL-plus-Ergebnisbericht-Qualifizierung-2025.pdf>
- [DIN26] DIN. (2026) Modell der R-Strategien. <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/normenrecherche/modell-der-r-strategien> [Zugriff 4 2026]
- [DLG24] DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft). (2024). DLG Insights: Sustainable Packaging 2024 (Teil 3). www.dlg.org/mediacenter/alle-publikationen/dlg-studien/dlg-verpackungsstudie/dlg-verpackungsstudie-teil-3,2024, abgerufen 30.1.26, BK [Zugriff 1 2026]
- [DUH23] Deutsche Umwelthilfe e.V. (2023, February 28). Hintergrundpapier Biokunststoffe.
- [EB25] European Bioplastics e.V. (2025). Update zur Entwicklung des Biokunststoffmarktes 2025. <https://www.ecosistant.eu/en/design-for-recycling-towards-sustainability-by-making-products-recyclable/> [Zugriff 1 2026]
- [EC26] Barsony, T. (2024, 18. November). Design für Recycling: Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit durch recyclinggerechtes Produktdesign. <https://www.ecosistant.eu/en/design-for-recycling-towards-sustainability-by-making-products-recyclable/> [Zugriff 1 2026]
- [ECRN25] European Chemical Regions Network. (2025, July). Advancing plastic recycling in Europe. European Chemical Regions Network.
- [EHM13] Ehrlenspiel, K., & Meerkamm, H. (2013). Integrierte Produktentwicklung. Carl Hanser Verlag. Integrierte Produktentwicklung

- [EW24] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. (2024). Ernährungswirtschaft Nordrhein-Westfalen 2024. MUNLV.
- [FNR] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (n.d.). Themenportal Biowerkstoffe: Aktuelle Marktsituation.
- [GewAbfV] Bundesregierung. (2017). Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV). Bundesgesetzblatt I, S. 896
- [GVM24] GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH. (2024). Mehrweg in der deutschen Gastronomie: Ein Realitätscheck ein Jahr nach Einführung der Mehrwegangebotspflicht. WWF Deutschland.
- [HB26] Hermann Bock. (2026). Gemeinsam Verantwortung übernehmen – Zukunft gestalten. <https://www.bock.net/refurbishment> [Zugriff 5 2026]
- [IHK24] IHK Lippe zu Detmold, & IHK Ostwestfalen zu Bielefeld. (2024). Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren in Ostwestfalen-Lippe 2024.
- [IDTA25] IDTA Submodel template "Material Data for the Characterization of Plastic Waste Feedstocks and Recycled Plastics" (2025). [Zugriff 5 2026]
- [IN26] Interzero. (2026, January 30). Circular solutions: Product design. <https://www.interzero.de/en/services/circular-solutions/product-design/> [Zugriff 1 2026]
- [INC26] R-Prinzipien. (2026). Hochschule Bielefeld <https://www.hsbi.de/incamsbi/wissensbasis-circular-economy/r-prinzipien> [Zugriff 4 2026]
- [KE24] Keil S. (2024). Transformation im Gesundheitssektor – ökonomisch und nachhaltig. In S. Hartung & P. Wilhofskey (Eds.), Gesundheit und Nachhaltigkeit (pp. 321–329). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-68278-4_56
- [KNRW26] kunststoffland NRW e. V. (2026). Über uns. <https://www.kunststoffland-nrw.de/ueber-uns> [Zugriff 4 2026]
- [KO03] Konold, P., & Reger, H. (2003). Praxis der Montagetechnik. Vieweg+Teubner Verlag.
- [LE25] Lebensmittelverband Deutschland e. V. (2026). Leitfäden und Leitlinien. <https://www.lebensmittelverband.de/de/medien/leitfaeden-und-leitlinien> [Zugriff 1 2026]
- [LH23] Loh, M., Haßler, C., Daschner, F., & Frank, U. (2023). Ressourceneffizienz, Klimaschutz und ökologische Nachhaltigkeit im Gesundheitswesen Eine Bestandsaufnahme. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Gesundheit/Berichte/A1_ReKlimaMed_Abschlussbericht_final_barrierefrei.pdf [Zugriff 1 2026]
- [LW06] Lotter, B., & Wiendahl, H. P. (2006). Montage in der industriellen Produktion. Springer VDI-Buch
- [ME25] WWF Deutschland, & Mehrwegverband Deutschland e.V.. (2025). Mehrweg am Point of Sale: Playbook https://mehrweg-einfach-machen.de/wp-content/uploads/MEM_Playbook_Mehrweg-am-Point-of-Sale-1.pdf [Zugriff 1 2026]

- [NKWS24] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2024). Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS).
- [OWL22] Branchenreise Ostwestfalen-Lippe – Ein Exkurs in den Digitalisierungsstand der regionalen Kernbranchen. (2022). OstwestfalenLippe GmbH. https://www.ostwestfalenlippe.de/fileadmin/user_upload/owl_gmbh/regionalentwicklung/owl_2025/owl_branchenreport_a4_2022_web.pdf [Zugriff 4 2026]
- [PI22] Pichler, P.-P., Jaccard, I. S., Hanewinkel, L., & Weisz, H. (2022). Sachbericht zum Projekt: Evidenzbasis Treibhausgasemissionen des deutschen Gesundheitswesens GermanHealthCFP https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Gesundheit/Abschlussberichte/GermanHealthCFP_Sachbericht.pdf [Zugriff 1 2026]
- [PPWR] Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union. (2024, 19. Dezember). Verordnung (EU) 2025/40 über Verpackungen und Verpackungsabfälle. Amtsblatt der Europäischen Union
- [PWC20] PricewaterhouseCoopers (PwC). (2020). The food industry in the spotlight of climate change. PwC.
- [SB20] OWL GmbH. (2020). Strukturbericht für OWL 2020.
- [SB26] Statistisches Bundesamt. (2026, January). 1,7 % mehr Beschäftigte im Gesundheitswesen 2024. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2026/01/PD26_030_23526.html [Zugriff 1 2026]
- [SC25] Schwab, R., Schiestl, L. J., & Hasenburg, A. (2025). Greening the future of healthcare: Implementation of sustainability strategies in German hospitals and beyond—a review. *Frontiers in Public Health*, 13, 1559132. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1559132>
- [STA26] Statistisches Bundesamt (2026). Gesundheitspersonal. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitspersonal/_inhalt.html [Zugriff 5 2026]
- [ST26] Statistisches Bundesamt (2026). Gesundheitsausgaben im Jahr 2024 auf 538 Milliarden Euro gestiegen. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2026/04/PD26_115_23611.html [Zugriff 5 2026]
- [SN25] Schnitzer, M. C., Quitmann, C., Herrmann, A., Prütting, J., & Baltruks, D. (2025). Ökologische Nachhaltigkeit in der Medizinprodukteindustrie: Eine Analyse des Handlungsspielraums europäischer Gesetzgebung. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15174832> [Zugriff 4 2025]
- [TRansBiB25] TransBiB (2025). De-Risking Bericht 2025: Kunststoffindustrie. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- [UBA17] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. (2017). Schritt für Schritt zum nachhaltigen Lieferkettenmanagement: Praxisleitfaden für Unternehmen.
- [UBA21] Umweltbundesamt. (2021). Biologisch-abbaubare Kunststoffe. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/biologisch-abbaubare-kunststoffe>

[UBA23] Umweltbundesamt. (2023). Biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/biobasierte-und-biologisch-abbaubare-kunststoffe>

[UM26] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2026). Wie viele Einwegbecher werden jährlich verbraucht und wie viele landen davon in der Umwelt? <https://www.bundesumweltministerium.de/faq/wie-viele-einweg-becher-werden-jaehrlich-verbraucht-wie-viele-landen-davon-in-der-umwelt> [Zugriff 1 2026]

[VDI02] Verein Deutscher Ingenieure. (2002). VDI 2243: Recyclingorientierte Produktentwicklung. Düsseldorf, Germany: VDI Verlag.

[VDI22] VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2022, November). Circular economy für Kunststoffe neu denken: Wie die Transformation zur zirkulären Wertschöpfung gelingen kann (White paper).

[VDI25] VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (n.d.). Impulse zur Gesundheitsversorgung und Medizintechnik der Zukunft: Zukunft Deutschland 2050.

[WH23] WHO (2023) Climate Change. [Zugriff 1 2026]

[WWF25] WWF Deutschland. (2025, November). Biogene Rohstoffe in Verpackungen. WWF Deutschland.

6 Ansprechpartner der einzelnen Branchen



Kontakt:
Nissrin Heymann
nissrin.heyman@iosb-ina.fraunhofer.de



Kontakt:
Oliver Hülsmann
huelmann@lippe-bildung.de



Kontakt:
Sarah Kleinhans
kleinhans@zig-owl.de



Kontakt:
Beate Kolkmann
beate.kolkmann@foodprocessing.de