



POTENZIAL-ANALYSE CIRCULAR ECONOMY (CE) FÜR DIE PRODUZIERENDEN UNTERNEHMEN DER AUTOMOBILINDUSTRIE IN DER WIRTSCHAFTSREGION HEILBRONN-FRANKEN MIT FOKUS AUF ZULIEFERER UND AUSTRÜSTER

CARMEN BEISSWANGER, PROF. DR. CLAUD LANG-KOETZ, MARIUS HEIL, DR. ULRICH HUTSCHEK

15.11.2025

POTENZIAL-ANALYSE CIRCULAR ECONOMY (CE) FÜR DIE PRODUZIERENDEN UNTERNEHMEN DER AUTOMOBILINDUSTRIE IN DER WIRTSCHAFTSREGION HEILBRONN-FRANKEN MIT FOKUS AUF ZULIEFERER UND AUSRÜSTER

CARMEN BEISSWANGER, PROF. DR. CLAUD LANG-KOETZ, MARIUS HEIL, DR. ULRICH HUTSCHEK
15.11.2025

Diese Publikation entstand im Rahmen des Projekts TRANSFORMATIVE.
Diese Publikation wurde von folgenden Partnern erstellt:



Im Auftrag von:



Durchgeführt von:



VORWORT

Transformation entscheidet sich im Alltag von Unternehmen – nicht in Leitbildern. Für viele kleine und mittlere Unternehmen bedeutet sie aktuell vor allem: steigende Kosten, unsichere Märkte, neue regulatorische Anforderungen und gleichzeitig der Anspruch, wettbewerbsfähig zu bleiben.

Diese Studie setzt genau hier an. Sie betrachtet Circular Economy nicht als Zusatzaufgabe, sondern als wirtschaftlichen Ansatz, um Ressourcen effizienter zu nutzen, Abhängigkeiten zu reduzieren und neue Wertschöpfungspotenziale zu erschließen – praxisnah und mit Blick auf die industrielle Realität in Heilbronn-Franken.

Die Analyse zeigt: In der Region sind viele Voraussetzungen bereits vorhanden – technisches Know-how, industrielle Erfahrung, eingespielte Lieferketten und erste erfolgreiche Praxisbeispiele. Gleichzeitig wird deutlich, dass Potenziale oft ungenutzt bleiben, weil Transparenz fehlt, Zuständigkeiten unklar sind oder der Einstieg als zu komplex wahrgenommen wird.

Ziel dieser Studie ist es daher, Orientierung zu geben. Sie zeigt auf, wo Circular Economy für KMU konkret ansetzen kann, welche Ansatzpunkte realistisch sind und welche nächsten Schritte sich daraus ableiten lassen – ohne Patentrezepte, aber mit klarem Blick auf Machbarkeit.

Die Ergebnisse verstehen sich als Einladung zum Weiterdenken: für Unternehmen, die ihre Prozesse robuster aufstellen wollen, für Netzwerke, die Zusammenarbeit stärken möchten, und für die Region, die ihre industrielle Stärke zukunftsfähig weiterentwickeln will.

Wenn diese Studie dazu beiträgt, Circular Economy als unternehmerische Chance zu erkennen – und nicht als zusätzliche Belastung –, dann hat sie ihr Ziel erreicht.



Martin Schunkert
Projektleiter TRANSFORMATIVE

1. Executive Summary	6
2. Einleitung	8
2.1 Circular Economy heute und morgen	8
2.2 Region Heilbronn-Franken	10
2.3 Motivation und Ziel der Studie	10
2.4 Bestandsaufnahme	11
3. Methodik und Forschungsdesign	12
3.1 Datengetriebene regionale Unternehmensanalyse	12
3.2 Trend- und Technologieanalyse aus wissenschaftlicher Literatur	13
3.3 Qualitative Validierung und strategische Verdichtung	13
4. Ergebnisse	14
4.1 Regionale Unternehmensanalyse	14
4.1.1 Materialclusteranalyse und Output-Input-Ketten Matching	14
4.1.2 R-Strategien Analyse	17
4.1.3 Transformationsanalyse	18
4.2 Technologie- und Trendanalyse Automotive Circularity	19
4.3 Qualitative Validierung und strategische Verdichtung	24
4.3.1 Experteninterviews	24
4.3.2 Erweiterte SWOT-Analyse	25
5. Chancen-Risiken-Analyse	30
5.1 Ableitung strategischer Leitlinien	30
5.2 Identifikation potenzieller CE Geschäftsmodellfelder	32
6. Handlungsempfehlungen für die Region	34
7. Anhang	38
Anhang A: Erweiterte Dokumentation Bestandsaufnahme	38
Anhang B: Interviewleitfaden – CE in Automotive/Zulieferindustrie, Region Heilbronn-Franken	39
Anhang C: Erweiterte Dokumentation Chancen-Risiken-Analyse	40
8. Abkürzungen	41
9. Literaturverzeichnis	42

1. EXECUTIVE SUMMARY

Die vorliegende Studie analysiert die Potenziale der **Circular Economy (CE)** für produzierende Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie in der Wirtschaftsregion Heilbronn-Franken. Sie wurde im Rahmen des Projekts **TRANSFORMATIVE** durchgeführt, das von der Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn GmbH (WFG) gemeinsam mit der Wirtschaftsregion Heilbronn-Franken GmbH verantwortet wird und verfolgt das Ziel, zirkuläre Wertschöpfungsansätze systematisch zu identifizieren, ihren Reifegrad zu bewerten und daraus strategisch nutzbare Handlungsoptionen für Unternehmen und regionale Akteure abzuleiten.

Die Circular Economy gewinnt vor dem Hintergrund zunehmender Ressourcenknappheit, steigender Rohstoffpreise, geopolitischer Unsicherheiten sowie ambitionierter Klima- und Nachhaltigkeitsziele erheblich an Bedeutung. Insbesondere die Automobil- und Zulieferindustrie steht unter Transformationsdruck: Neben dem technologischen Wandel hin zu Elektromobilität verändern regulatorische Anforderungen, Lieferkettenrisiken und Kundenanforderungen die Rahmenbedingungen industrieller Wertschöpfung grundlegend. Die CE wird dabei zunehmend nicht nur als ökologisches Leitbild, sondern als **strategischer Wettbewerbsfaktor** verstanden (Europäische Kommission, 2020; Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Methodisch basiert die Studie auf einem **mehrstufigen, integrierten Forschungsdesign**, das quantitative, qualitative und KI-gestützte Analyseansätze kombiniert. Zentrale Grundlage ist eine **datengetriebene Unternehmensanalyse von rund 800 Unternehmen** der regionalen Automobil- und Zulieferindustrie. Ergänzt wird diese durch eine **globale Trend- und Technologieanalyse auf Basis von über 1.300 wissenschaftlichen Publikationen** (2015–2025) sowie durch **qualitative Expertengespräche** mit Vertreterinnen und Vertretern aus Unternehmen und Forschung. Inhaltlich orientiert sich die Analyse an den etablierten **R-Strategien der Circular Economy** (Refuse bis Recover) und betrachtet sowohl material- als auch produkt- und geschäftsmodellbezogene Kreislaufansätze (vgl. Lang-Koetz et al., 2025; vgl. Woidasky et al., 2024).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Region Heilbronn-Franken über eine hohe industrielle Vielfalt, ausgeprägte Fertigungstiefe und relevante technologische Kompetenzen verfügt. Diese Faktoren bilden grundsätzlich günstige Voraussetzungen für den Aufbau regionaler und branchenübergreifender Material- und Wertschöpfungskreisläufe. Gleichzeitig wird deutlich, dass sich die bisherige Umsetzung der Circular Economy stark auf stoffliche Rückführung, insbesondere Recycling, konzentriert. Höherwertige R-Strategien wie Remanufacturing und Refurbishing sind zwar in einzelnen Branchen bereits relevant, während frühe Strategien wie Refuse, Rethink oder Reduce sowie nutzungs- und serviceorientierte Geschäftsmodelle bislang nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Die Studie identifiziert zentrale Chancen in der systematischen Verknüpfung von Produktionsinputs und Abfall- bzw. Nebenprodukten, insbesondere in den Materialclustern **Metall und Kunststoff**. Rund 60 % der eingesetzten Materialien gelten theoretisch als stofflich oder prozesstechnisch wiederverwertbar, was ein erhebliches Potenzial für regionale Kreisläufe eröffnet. Gleichzeitig bestehen **Risiken** in Form hoher Investitionsbedarfe, regulatorischer Unsicherheiten, fehlender Skalierung sowie begrenzter personeller Ressourcen – insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen.

Auf Basis der Ergebnisse werden strategische Leitlinien und Handlungsempfehlungen entwickelt, die auf einen **schrittweisen, umsetzungsnahen Ausbau der Circular Economy** in der Region Heilbronn-Franken abzielen. Zentrale Ansatzpunkte sind die Initiierung regionaler Pilotkreisläufe, gezieltes Partnermatching entlang von Wertschöpfungsketten, der Ausbau von Qualifizierungs- und Unterstützungsangeboten sowie eine stärkere strategische Koordination bestehender Initiativen. Ziel ist es, die Region langfristig als **zukunftsfähigen Standort für zirkuläre industrielle Wertschöpfung und Mobilitätswirtschaft** zu positionieren.

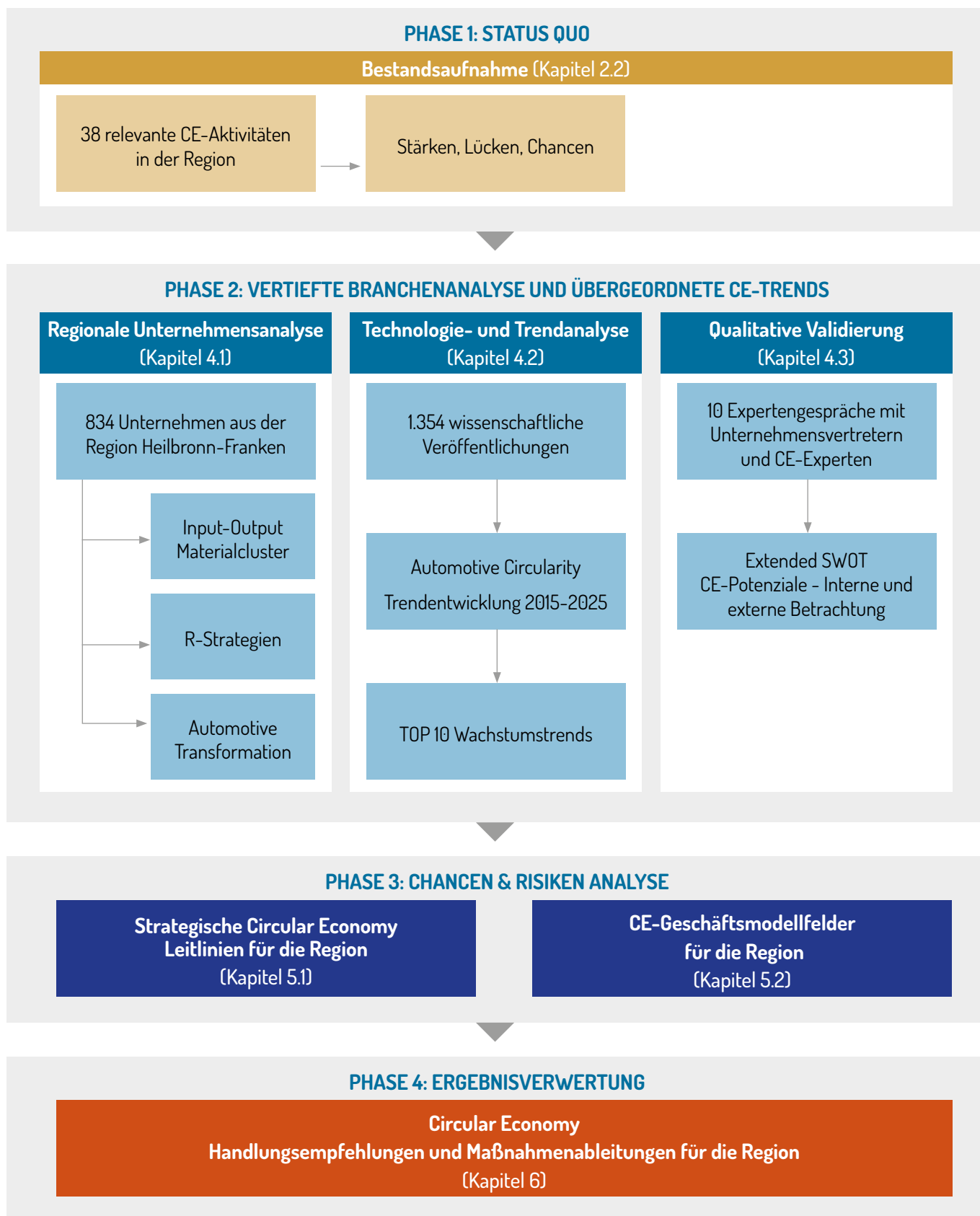


Abbildung 1: Studienablauf und Ergebnisse - Übersicht

2. EINLEITUNG

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag und in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn GmbH (WFG) im Rahmen des Projekts TRANSFORMATIVE erstellt, das Unternehmen gezielt bei der Transformation hin zu einer nachhaltigen Mobilitätswirtschaft unterstützt. Im Fokus stehen insbesondere die Automobilindustrie und angrenzende Branchen, die durch Elektromobilität, Wasserstoff, Digitalisierung und neue Geschäftsmodelle vor tiefgreifenden Veränderungen stehen.

2.1 Circular Economy heute und morgen

Die Circular Economy hat sich in den vergangenen Jahren von einem überwiegend ökologisch motivierten Konzept zu einem zentralen industrie- und wirtschaftspolitischen Handlungsfeld entwickelt. Während industrielle Wertschöpfung lange Zeit durch lineare Modelle – „Take, Make, Waste“ – geprägt war, rücken heute geschlossene Material-, Energie- und Produktkreisläufe zunehmend in den Fokus. Treiber dieser Entwicklung sind unter anderem steigende Rohstoffpreise, wachsende Importabhängigkeiten, geopolitische Risiken sowie ambitionierte Klima- und Nachhaltigkeitsziele auf europäischer und nationaler Ebene (Europäische Kommission, 2020).

Insbesondere die Automobil- und Zulieferindustrie steht vor tiefgreifenden strukturellen Veränderungen. Der Übergang zu alternativen Antriebstechnologien, die Digitalisierung von Produktions- und Nutzungsprozessen sowie neue regulatorische Anforderungen – etwa durch die EU-Batterieverordnung oder erweiterte Herstellerverantwortung – verändern etablierte Wertschöpfungsketten grundlegend. In diesem Kontext gewinnt die Circular Economy an strategischer Bedeutung, da sie Unternehmen ermöglicht, Ressourceneffizienz zu steigern, Kostenrisiken zu reduzieren und neue Wertschöpfungspotenziale zu erschließen (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Zunehmend wird deutlich, dass Circular Economy nicht auf Recycling reduziert werden kann (vgl. Kirchherr et al., 2017). Vielmehr umfasst sie ein breites Spektrum an Strategien, das von der Vermeidung von Materialeinsatz (Refuse, Reduce) über neue Produkt- und Nutzungskonzepte (Rethink, Reuse, Repair) bis hin zu Wiederaufarbeitung, Remanufacturing und hochwertigem Recycling reicht (vgl. Potting et al., 2017). Die Zukunftsfähigkeit industrieller Standorte wird daher maßgeblich davon abhängen, inwieweit es gelingt, diese Strategien systematisch zu integrieren und wirtschaftlich tragfähig umzusetzen (vgl. Abbildung 2).

GRAD DER ZIRKULARITÄT	1. Refuse	Produkte werden überflüssig, da ihr Nutzen anders erbracht wird
	2. Rethink	Produkte werden neu gestaltet und/oder intensiver genutzt
	3. Reduce	Steigerung der Effizienz bei der Herstellung oder Nutzung durch geringeren Verbrauch von natürlichen Ressourcen
	4. Reuse	Funktionsfähige Produkte nach der ersten Nutzungsphase erneut verwenden
	5. Repair	Produkte warten und durch Reparatur länger nutzen
	6. Refurbish	Produkte oder Komponenten nach der Nutzungsphase aufarbeiten und technisch auf den Ursprungszustand bringen
	7. Remanufacture	Produkte oder Komponenten nach der ersten Nutzungsphase auf den Stand von Neuprodukten bringen
	8. Repurpose	Produkte oder Komponenten nach der Nutzungsphase für Produkte nutzen, die andere Funktionen erfüllen
	9. Recycle	Aufbereiten von Materialien, um eine hohe Qualität zu erreichen und Rückführung in den Materialkreislauf
	10. Recover	Thermische Verwertung mit Energierückgewinnung

Abbildung 2: R-Strategien angelehnt an Potting et al. (2017)

Neben den zehn R-Strategien der Circular Economy wurden zur Durchführung der vorliegenden Studie die Ansätze zur Kreislaufführung auf Produkt- und Werkstoffebene, adaptiert von Woidasky et al., 2024, als theoretischer Rahmen verwendet (vgl. Abbildung 3).

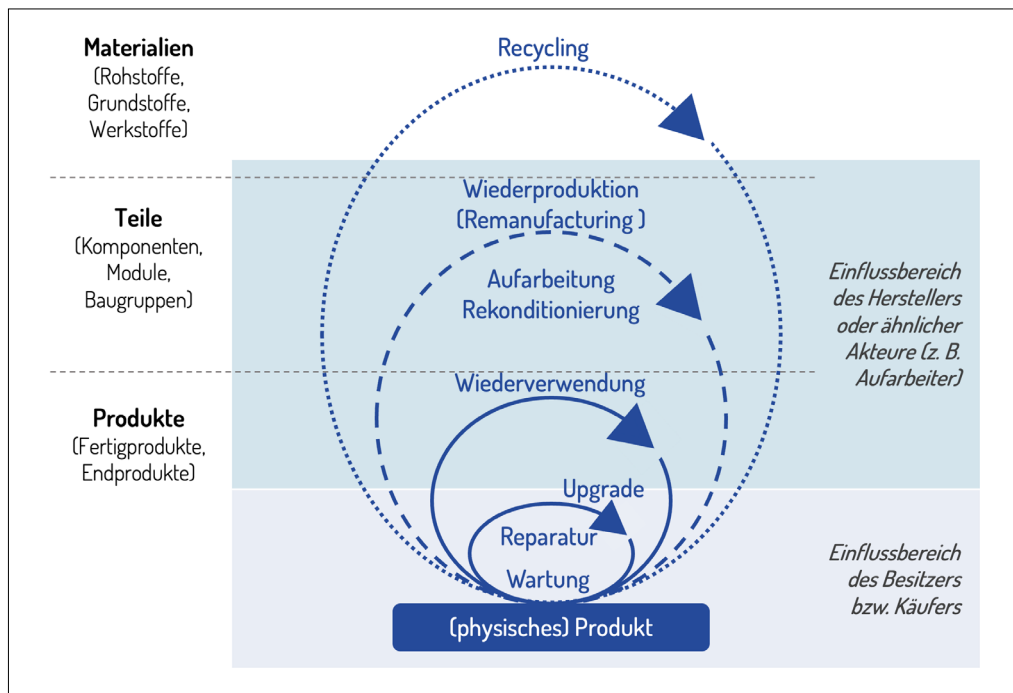


Abbildung 3: Ansätze zur Kreislaufführung auf Produkt- und Werkstoffebene adaptiert von Woidasky et al., 2024

Recycling bezeichnet die Methode, bei der Abfallstoffe so verarbeitet werden, dass daraus neue Produkte, Materialien oder Substanzen entstehen, sei es für denselben Verwendungszweck oder für andere (Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union, 2008). Remanufacturing (Wiederproduktion) ist ein wertschöpfender, standardisierter Prozess, bei dem ein Produkt hergestellt wird, das mindestens die ursprüngliche Funktionalität und Leistungsfähigkeit aufweist. Hierfür werden sowohl aufgearbeitete Teile von gebrauchten Komponenten als auch neue Bauteile verwendet. Ein solches wiederproduziertes Produkt wird als neuwertig betrachtet und mit einer gewerblichen Garantie versehen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2023, S. 9; Woidasky et al., 2024). Refurbishment (Aufarbeitung/Rekonditionierung) beschreibt die Modifikation eines Produkts, um dessen Funktionalität oder Leistung zu verbessern oder wiederherzustellen. Dabei werden technische Standards oder andere Anforderungen erneut erfüllt. Das Endresultat ist ein voll funktionsfähiges, hochwertiges Gebrauchtprodukt, das lange für seinen ursprünglichen Zweck genutzt werden kann.

Diese Produkte gelangen nicht erneut in den Handel und werden nicht als neu eingestuft (Deutsches Institut für Normung e. V., 2023, S. 8). Wiederverwendung (Reuse) bezeichnet das Verfahren, bei dem Produkte oder Komponenten, die nicht als Abfall gelten, erneut für ihren ursprünglich vorgesehenen Zweck genutzt werden (Deutsches Institut für Normung e. V., 2023, S. 9). Reparatur (Repair) ist der gezielte Prozess, bei dem Mängel oder Schäden an einem defekten Produkt behoben werden, um es wieder in seinen ursprünglichen Zustand zu versetzen und so die weitere Nutzung für den vorgesehenen Zweck zu ermöglichen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2023, S. 9).

Insbesondere auf die Kreisläufe auf Teileebene (Komponenten, Module, Baugruppen), also Wiederproduktion (Remanufacturing), Aufarbeitung (Rekonditionierung) sowie Wiederverwendung wird im Rahmen der Studie ein gezielter Fokus gesetzt: Diese CE-Ansätze werden für die untersuchten Unternehmen perspektivisch eine zunehmende Bedeutung haben, weil hier die industrielle Stärke und Fertigungstiefe eine entscheidende Rolle spielt.

2. EINLEITUNG

2.2 Region Heilbronn-Franken

Die Wirtschaftsregion Heilbronn-Franken zählt zu den bedeutenden Industrieregionen in Baden-Württemberg. Sie ist geprägt durch eine hohe Dichte produzierender Unternehmen, insbesondere in den Bereichen Automotive, Maschinenbau, Metallverarbeitung, Kunststofftechnik, Elektrotechnik und Einzelhandel. Neben international agierenden Konzernen bildet ein stark mittelständisch geprägter Zuliefersektor das Rückgrat der regionalen Wirtschaft.

Diese industrielle Struktur bietet grundsätzlich günstige Voraussetzungen für zirkuläre Wertschöpfung. Unterschiedliche Materialien, Produktionsstufen und technologische Kompetenzen sind regional eng miteinander verknüpft, was kurze Transportwege, Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette und die Entwicklung regionaler Materialkreisläufe begünstigt. Gleichzeitig stehen viele Unternehmen – insbesondere kleine und mittlere Betriebe – vor erheblichen Herausforderungen. Dazu zählen begrenzte personelle und finanzielle Ressourcen, hohe regulatorische Komplexität sowie der zunehmende Fachkräftemangel.

Vor diesem Hintergrund kommt regionalen Akteuren wie Netzwerken, Forschungseinrichtungen, Wirtschaftsförderungen und öffentlichen Institutionen eine zentrale Rolle zu. Sie fungieren als Impulsgeber, Koordinatoren und Unterstützer bei der Initiierung und Umsetzung zirkulärer Projekte. Die Region Heilbronn-Franken verfügt bereits heute über eine Vielzahl solcher Akteure und Initiativen, deren Zusammenspiel jedoch bislang bezogen auf CE-Aktivitäten nur teilweise strategisch koordiniert ist.

2.3 Motivation und Ziel der Studie

Die Motivation für die vorliegende Studie ergibt sich aus der Notwendigkeit, die Potenziale der Circular Economy für die Region Heilbronn-Franken systematisch, datenbasiert und praxisnah zu erfassen. Während CE auf politischer und strategischer Ebene breit diskutiert wird, fehlt es Unternehmen häufig an konkreten Anhaltspunkten, wie zirkuläre Ansätze in bestehenden Strukturen umgesetzt und wirtschaftlich genutzt werden können.

Ziel der Studie ist es daher:

- den Status quo zirkulärer Aktivitäten in der Region transparent darzustellen,
- unternehmens- und branchenbezogene Potenziale entlang der Wertschöpfungsketten zu identifizieren,
- regionale Stärken und Schwächen im Kontext der Circular Economy herauszuarbeiten
- und daraus strategische Leitlinien und Handlungsempfehlungen für Unternehmen und regionale Akteure abzuleiten.

Der Fokus liegt dabei bewusst auf anwendungsorientierten Ansätzen und realistischen Transformationspfaden. Die Studie versteht Circular Economy nicht als kurzfristiges Optimierungsprojekt, sondern als langfristigen Struktur- und Innovationsprozess, der nur im Zusammenspiel von Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und intermediären Akteuren erfolgreich gestaltet werden kann.

Als zentrales und verbindendes Element wird die Wirtschaftsförderung, insbesondere das Projekt TRANSFORMATIVE im Zielbild betrachtet und herausgearbeitet, welche Unterstützungsaktivitäten seitens der Unternehmen in Anspruch genommen werden können.

2.4 Bestandsaufnahme

Ein zentraler Bestandteil der Untersuchung ist die Bestandsaufnahme bestehender Circular-Economy-Aktivitäten in der Region Heilbronn-Franken. Ziel ist es, einen systematischen Überblick über relevante Akteure, Initiativen, Projekte und thematische Schwerpunkte zu gewinnen. Die Analyse konzentriert sich auf laufende oder kürzlich abgeschlossene Aktivitäten seit etwa 2020 und schließt reine Grundlagenforschung bewusst aus.

Methodisch basiert die Bestandsaufnahme auf einer strukturierten Desktop-Recherche, in deren Rahmen insgesamt 38 CE-relevante Aktivitäten identifiziert wurden. Die Ergebnisse zeigen eine netzwerkdominierte CE-Landschaft, in der öffentliche Ak-

teure und Förderstrukturen eine zentrale Rolle spielen. Forschungseinrichtungen fungieren überwiegend als technologische Impulsgeber, während Wirtschaftsförderungen als operative Schnittstellen zwischen Unternehmen, Verwaltung und Förderlandschaft agieren (vgl. Anhang A).

Inhaltlich dominieren bislang Themen wie Recycling, Ressourceneffizienz und Abfallmanagement. Strategische Ansätze entlang früher R-Stufen, etwa im Bereich Produktdesign, Nutzungsmodelle oder Geschäftsmodellinnovation, sind hingegen deutlich seltener vertreten. Die Auswertung der Bestandsaufnahme (vgl. Tabelle 1) macht damit sowohl bestehende Stärken als auch strukturelle Lücken sichtbar, zeigt erste Chancen auf und bildet die Grundlage für die vertiefenden Analysen der Studie.

Stärken	Lücken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> Breite Förderlandschaft: Zahlreiche Initiativen werden von BMWK, EU oder Landesprogrammen getragen (z.B. TRANSFORMATIVE, RE-INCITE, POLREC, HYDROGENIUM). Interdisziplinarität: Kombination von Technologieentwicklung, Netzwerkarbeit und strategischer Beratung (z. B. Value Chain Generator®, DLR-Testzentren). Kooperationsstärke: Kooperationen zwischen Wirtschaftsförderungen, Forschungseinrichtungen und KMU sind typisch. 	<ul style="list-style-type: none"> Wenige explizite Hinweise auf Skalierung oder Markteinführung; viele Projekte verharren in Konzept- oder Pilotphase. Teilweise fehlende Anschlussfähigkeit zwischen Clustern (z. B. Kunststoffkreislauf vs. biobasierte Materialien). Fehlende quantitative Erfolgsindikatoren (Output, Impact, CO₂-Einsparung etc.) in der Dokumentation. Themen wie Urban Mining, Textilrecycling, oder kritische Rohstoffe sind unterrepräsentiert. 	<ul style="list-style-type: none"> Ausbau von datenbasierten Plattformlösungen (z. B. Value Chain Generator) für die Potenzialermittlung unternehmensübergreifender Zusammenarbeit. Verstärkung von Schnittstellen zwischen Clustern – vor allem zwischen Forschung und Industrie. Nutzung bestehender Förderstrukturen (RegioWIN, BMWK) zur stärkeren Einbindung von KMU. Exportfähige Modelle: mehrere Projekte könnten als Best-Practice-Beispiele für andere Regionen fungieren.

Tabelle 1: Bestandsaufnahme der CE-Aktivitäten – Stärken, Lücken, Chancen

3. METHODIK UND FORSCHUNGSDESIGN

Die vorliegende Potenzial-Analyse zur Circular Economy in der Wirtschaftsregion Heilbronn–Franken folgt einem mehrstufigen, integrierten Forschungsdesign, das quantitative, qualitative und KI-gestützte Methoden systematisch miteinander verknüpft. Ziel ist es, sowohl den Status quo als auch zukünftige Entwicklungspotenziale zirkulärer Wertschöpfung belastbar zu erfassen und strategisch einzuordnen. Der methodische Ansatz orientiert sich an aktuellen wissenschaftlichen Standards der Transformations- und Innovationsforschung und wurde explizit auf die regionalen und branchenspezifischen Rahmenbedingungen zugeschnitten (vgl. Potting et al., 2017).



3.1 Datengetriebene regionale Unternehmensanalyse

Zentrales Element der Studie ist eine datengetriebene Analyse der regionalen Unternehmenslandschaft. Grundlage bildet ein Korpus von rund 800 Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie in der Wirtschaftsregion Heilbronn-Franken, die im Vorfeld als relevant identifiziert wurden. Die Auswahl berücksichtigt sowohl OEM-nahe Zulieferer als auch vor- und nachgelagerte Unternehmen aus angrenzenden Industrie- und Dienstleistungsbereichen.

Die Analyse basiert auf einem Crawler-gestützten Webanalyse-ansatz, bei dem die öffentlich zugänglichen Unternehmenswebseiten automatisiert ausgewertet wurden. Hierbei kamen strukturierte und unstrukturierte Datenquellen zum Einsatz, darunter Produktbeschreibungen, Leistungsportfolios, Materialangaben sowie Hinweise auf Produktionsprozesse, Abfall- und Nebenprodukte. Ergänzend wurden Metadaten wie Sitemaps, Schema.org-Strukturen und robots.txt-Dateien ausgewertet, um die Datentiefe und -qualität zu erhöhen.

Die gewonnenen Inhalte wurden in einer projektspezifischen Datenbank gespeichert und mithilfe KI-gestützter Verfahren weiterverarbeitet. Dazu zählen:

- semantische Aufbereitung (Vektorisierung, Synonymerkennung),
- inhaltliche Klassifikation entlang von Material-, Produkt- und Prozessdimensionen,
- Zuordnung zu übergeordneten Branchen- und Materialclustern

Ergebnis ist ein strukturierter Masterdatensatz (vgl. Abbildung 4), der jedes Unternehmen entlang zentraler CE-relevanter Kriterien abbildet. Dieser Datensatz bildet die Grundlage für die nachgelagerte Materialclusteranalyse, das Output-Input-Matching sowie die Bewertung der Relevanz einzelner R-Strategien (vgl. Abbildung 2).

	Firma							Produkte	Umweltlicher Input	Potenzielle Abfall- und Nebenprodukte	Realistische CE-Potenziale, die noch nicht umgesetzt sind						
	Firma	Strat.	PL	Ort	URF	Branchen	Spezial	Produkte	Vermutlicher Input	Potenzielle Abfall- und Nebenprod.	Umwelt- und Energie	CE-Integration, wesentliche Mechanismen	Schätzende CE-Potenziale, die noch nicht umgesetzt	Ins. Eff.	Ins. Abf.	Ins. Ver.	Ins. Nebenprod.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

Abbildung 4: Schematische Darstellung Unternehmensanalyse Masterdatensatz

3.2 Trend- und Technologieanalyse aus wissenschaftlicher Literatur

Zur Einordnung der regionalen Ergebnisse in einen internationalen Innovations- und Technologiekontext wurde eine globale Trend- und Technologieanalyse durchgeführt. Diese basiert auf der offenen wissenschaftlichen Datenbank OpenAlex, die mehr als 250 Millionen Publikationen aus Wissenschaft und Technik umfasst (vgl. Priem et al., 2022).

Mittels eines mehrstufigen Such- und Filterprozesses wurden insgesamt 1.354 wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Zeitraum 2015–2025 identifiziert, die einen expliziten Bezug zu Automotive, Mobility und Circular Economy aufweisen. Die Analyse erfolgte mithilfe des KI-Expertentools CumulusAI, das Titel, Abstracts und bibliografische Metadaten semantisch verarbeitet.

Die methodische Pipeline umfasst:

- kontextsensitive Transformer-Modelle zur Texteinbettung,
- hierarchisches Clustering zur Identifikation von Themen- und Subclustern,
- Zeitreihenanalysen zur Ermittlung von Wachstumsraten (CAGR),
- Visualisierung der Ergebnisse in Impact- und Trendmatrizen.

Ziel der Trendanalyse ist es, zentrale Technologie- und Anwendungsfelder, deren Reifegrad sowie deren Entwicklungsdynamik zu identifizieren. Die Ergebnisse dienen als Referenzrahmen für die Bewertung regionaler Unternehmenspotenziale und zur Identifikation möglicher „White Spots“ – also bislang wenig adressierter, aber wachsender Anwendungsfelder.

3.3 Qualitative Validierung und strategische Verdichtung

Zur qualitativen Ergänzung und Validierung der datenbasierten Analysen wurden Experteninterviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus Unternehmen und Forschung durchgeführt. Ziel war es, quantitative Ergebnisse zu plausibilisieren, praxisrelevante Hemmnisse und Erfolgsfaktoren zu identifizieren sowie strategische Einschätzungen zur Umsetzbarkeit zirkulärer Ansätze zu gewinnen.

Die Interviews wurden leitfadengestützt durchgeführt und thematisch entlang der Schwerpunkte CE-Reifegrad, Transformationsdruck, Kooperationsbedarf, regulatorische Rahmenbedingungen und Innovationshemmnisse ausgewertet (vgl. Anhang B). Die Ergebnisse fließen verdichtet in Kapitel 4.3 ein und bilden eine wichtige Grundlage für die Chancen-Risiken-Analyse sowie die Ableitung strategischer Leitlinien.

Insgesamt wurden 12 Expertinnen und Experten aus zehn Unternehmen und Organisationen interviewt. Die Funktionszugehörigkeit der Gesprächspartner umfasste sowohl Geschäftsführung und Unternehmensgründer, Vertrieb, HSE-Management (Health, Safety & Environment), Controlling, Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung wie auch den Lehr- und Forschungsbereich Technical Management, Wertstoffmanagement und Recycling. Die Unternehmen sind den Geschäftstätigkeiten Spritzgusswerkzeugherstellung, Kunststoffspritzguss und Kunststofftechnik, Kunststoffverarbeitung, Werkzeugherstellung sowie Maschinenbau mit Schwerpunkt Kabelverarbeitung und Automation und Präzisionsbearbeitung zuzuordnen. Daneben wurde ein Soft- und Hardwarehersteller für KI-gestützte Ökobilanzierung befragt. Zeitraum der Interviewdurchführung war von August bis November 2025.

4. ERGEBNISSE

Die zentralen Ergebnisse der Untersuchung sind basierend auf der regionalen Unternehmensanalyse, der globalen Technologie- und Trendanalyse sowie der Experteninterviews entstanden und zeigen den aktuellen Stand, zentrale Potenziale und strukturelle Hemmnisse der Circular Economy in der Region Heilbronn-Franken systematisch auf. Die Verknüpfung quantitativer Analysen mit qualitativen Einschätzungen bildet die analytische Grundlage für die anschließende Chancen-Risiken-Bewertung und die Ableitung strategischer Handlungsempfehlungen.

4.1 Regionale Unternehmensanalyse

Die Unternehmensanalyse zeigt ein heterogenes, aber grundsätzlich gut vernetztes industrielles Ökosystem, das vielfältige Ansatzpunkte für zirkuläre Wertschöpfung bietet. Gleichzeitig

wird deutlich, dass CE bislang überwiegend inkrementell umgesetzt wird und sich stark auf einzelne Wertschöpfungsstufen und das eigene Unternehmen konzentriert.

4.1.1 Materialclusteranalyse und Output-Input-Ketten Matching

Auf Basis der identifizierten Produktionsinputs sowie Abfall- und Nebenprodukte wurden mehrere Material- und Branchencluster gebildet. Die Materialclusteranalyse zeigt, welche Materialien typischerweise eingesetzt, welche Produkte hergestellt werden und welche potenziellen Output-Ströme entstehen. Besonders relevant sind dabei die Materialcluster Metall, Kunststoff, Chemie, Elektronik und Verpackung (vgl. Abbildungen 5–7).

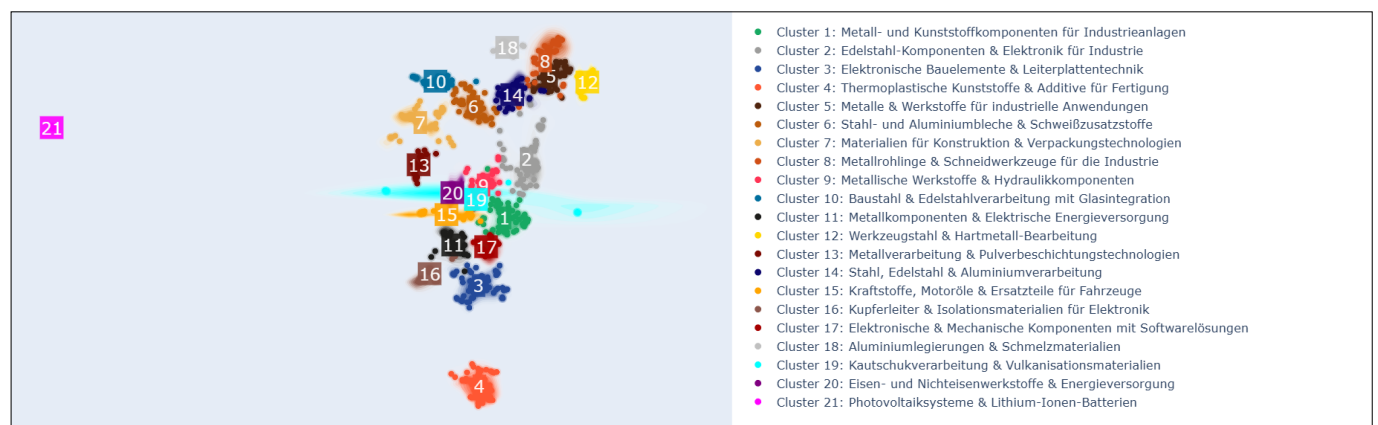


Abbildung 5: Vermutlicher Produktionsinput – Typische Materialkonfiguration der Unternehmen

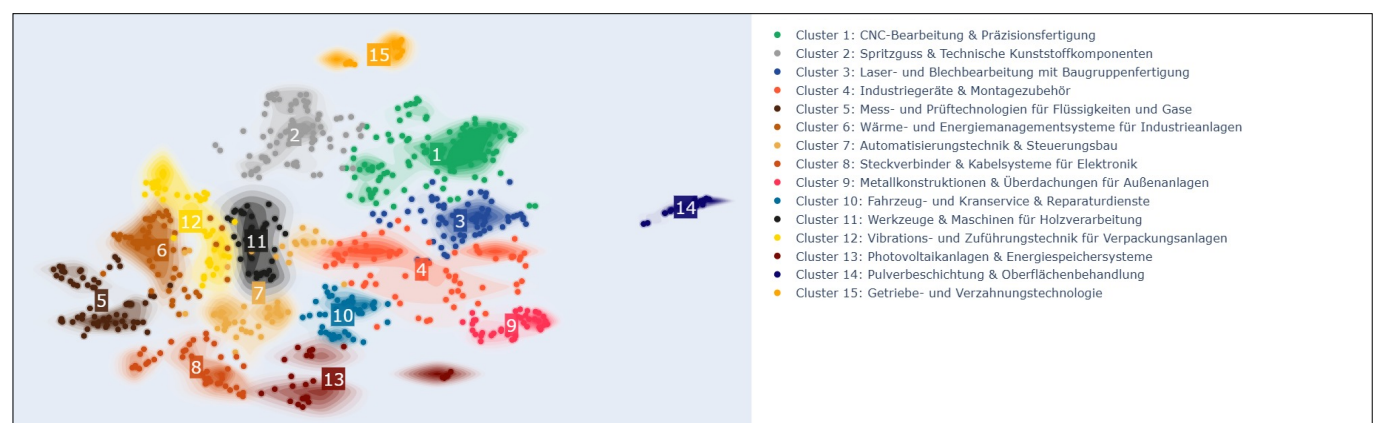


Abbildung 6: Typische Produkte der Unternehmen

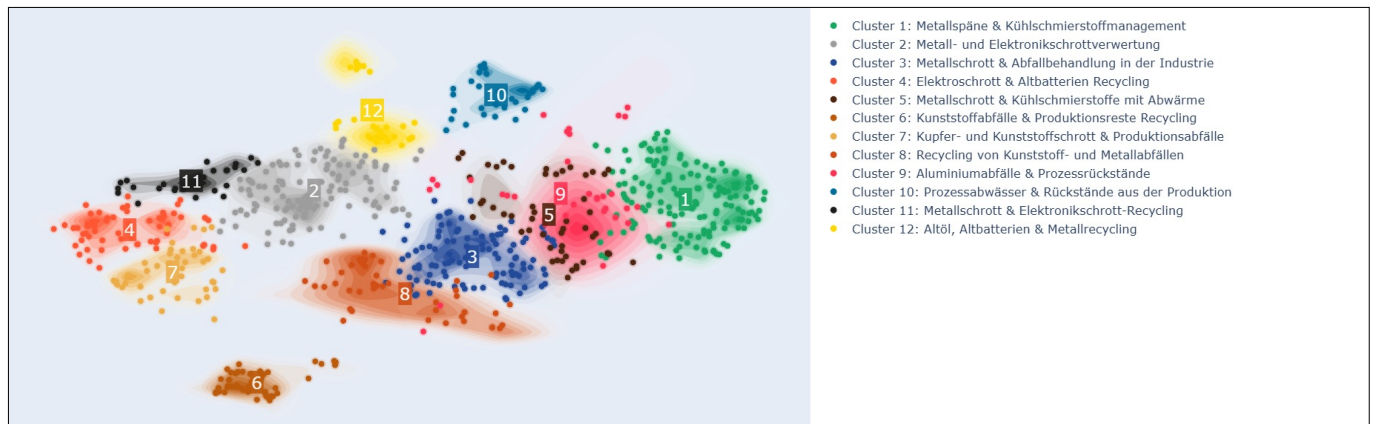


Abbildung 7: Potenzielle Abfall- und Nebenprodukte der Unternehmen

Die anschließende Output-Input-Analyse untersucht, inwieweit Abfall- und Nebenprodukte eines Materialclusters als Produktionsinput in anderen Materialclustern genutzt werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass rund 60 % der eingesetzten Materialien theoretisch stofflich oder prozesstechnisch wiederver-

wertbar sind. Besonders hohe Überschneidungen bestehen zwischen der metallbasierten Industrie und der Kunststoffverarbeitung, gefolgt von Schnittstellen zur Verpackungs- und Chemieindustrie (vgl. Abbildung 8).

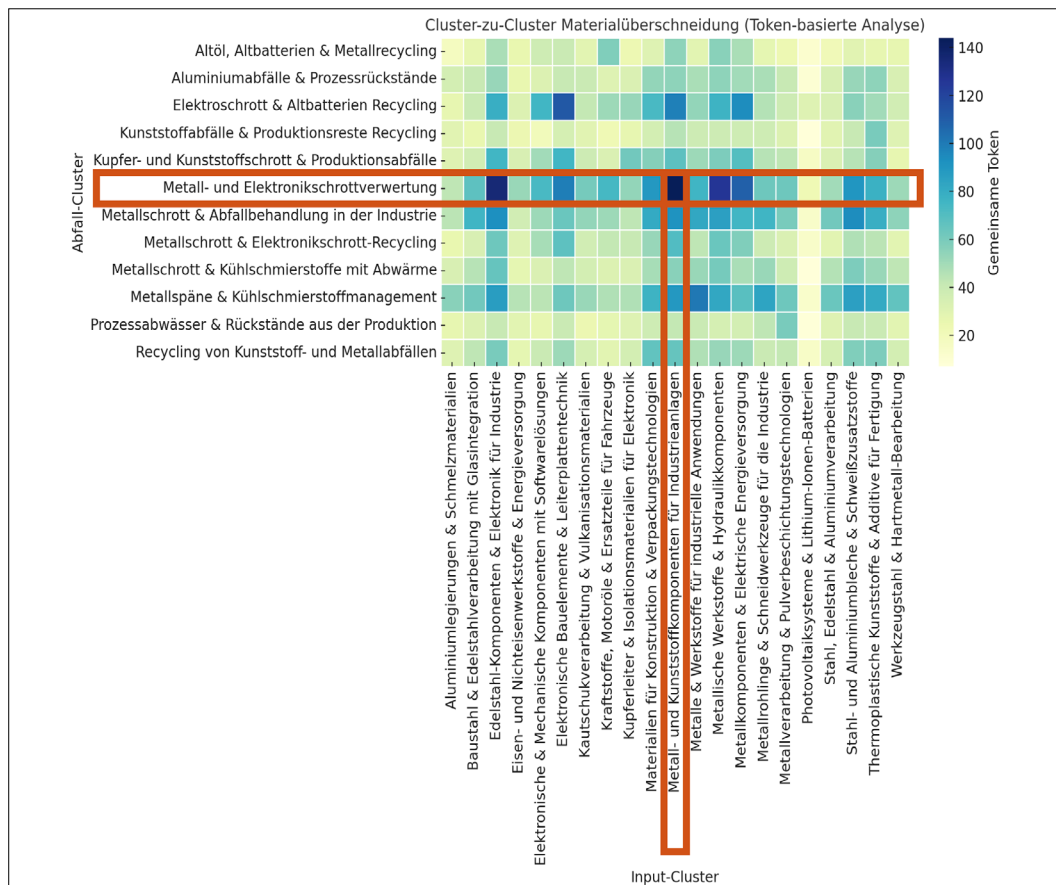


Abbildung 8: Cluster-zu-Cluster Materialüberschneidungen

4. ERGEBNISSE

Die Analyse verdeutlicht, dass regionale Materialkreisläufe insbesondere dort realisierbar sind, wo:

- hohe Materialmengen anfallen,
- standardisierte Stoffströme vorliegen,
- räumliche Nähe zwischen Erzeuger und Abnehmer besteht.

Auf Basis der sogenannten Matching-Intensität – einer Kombination aus Tokenüberschneidung und Clustervernetzung – lassen sich potenzielle Kreisläufe priorisieren¹. Die Ergebnisse legen nahe, Pilotkreisläufe zunächst in den Materialclustern Metall und Kunststoff zu initiieren, da hier der größte Anteil der identifizierten stofflichen Synergien gebündelt ist (vgl. Tabelle 2).

Stofflicher Fokus	Material-clusterpaar	Relevante Materialien	Potenzial (wirtschaftlich & ökologisch)	Typische Umsetzung
Metall ↔ Metallverarbeitung	Metallschrott → Stahl-/Alu-Bleche	Stahl, Edelstahl, Aluminium, Späne	Sehr hoch: stabile Qualität, hohe Rücklaufquote	Schrottreycling, Sortenreine Sammlungen, Rückführung in lokale Gießereien
Kunststoff ↔ Kunststoffverarbeitung	Kunststoffabfälle → Thermoplastische Fertigung	PP, PE, ABS, Silikon	Hoch: Standardisierte Aufbereitung zu Regranulaten	Regranulat-Kreislauf, Compoundierung
Kühlschmier-/Emulsionsabfälle ↔ Maschinenbau	Emulsionen → Werkzeugfertigung	Öl, Emulsion, Metallspäne	Hoch: Kombi von Material + Energieeffizienz	Zentrale Öl-/Emulsionsaufbereitung, Wärmerückgewinnung
Verpackung ↔ Produktion/Logistik	Karton, Paletten, Folien	Holz, Pappe, Stretchfolie	Mittel: Geringe Komplexität, hohe Volumen	Mehrweglogistik, Rücknahme-Systeme
Chemie/Additive ↔ Beschichtung/Lacke	Lösungsmittel, Harze	Additive, Lacke, Farben	Mittel: Gefahrstoffe = Regulatorisch sensibel	Chemische Rückgewinnung, zertifizierte Partnerprozesse

Tabelle 2: Regionale Materialkreisläufe priorisiert nach Matching-Intensität

¹⁾ Zur Identifikation potenzieller Materialkreisläufe wurde eine Tokenüberschneidungsanalyse durchgeführt, bei der Materialbeschreibungen aus Produktionsinputs sowie Abfall- und Nebenprodukten in einzelne Begriffe zerlegt und miteinander verglichen wurden. Überschneidungen zwischen Abfall- und Input-Tokens weisen auf potenzielle stoffliche Anschlussmöglichkeiten hin und wurden auf Materialclusterebene zu einem Vernetzungsmodell aggregiert. Die Analyse zeigt, dass insbesondere Metall-, Kunststoff- und Verpackungscluster ein hohes theoretisches Kreislaufpotenzial aufweisen.

Langfristige Cross-Industry Potenziale existieren (vgl. Tabelle 3): Auch die Identifizierung branchenübergreifender Materialkreisläufe, bei denen Abfälle aus einem Materialcluster zu Inputs in einem anderen werden, zeigen Chancen und ermöglichen Neu-

geschäftspotenziale, wobei die Erschließung und Realisierung dieser Kreislaufpotenziale für die Unternehmen zunächst von langfristiger-strategischer Bedeutung ist (vgl. Chertow, 2000).

Nutzenpotenzial, Chancen	Cross-Industry	Materialkreislauf
Abwärme-zu-Trocknung	Metallbearbeitung ↔ Lebensmittel/ Kunststoffindustrie	Nutzung von Prozesswärme → Energie- autarkie
Kunststoffreste zu Beschichtungspulver	Kunststoff ↔ Oberflächentechnik	Sekundär-Kunststoffe als Pulverkomponente
Verpackungs-Mehrwegpooling	Logistik ↔ Produktion ↔ Bau	Gemeinsames Pooling-System für Paletten, Kisten
Chemische Reststoffe → Additivherstellung	Lacke/Additive ↔ Chemie ↔ Beschichtung	Wiederverwendung von Additiven nach Reinigung
Elektronikschrott → Kupfer-/Zinn- Recycling	Elektronik ↔ Metall	Rückgewinnung wertvoller Metalle für neue Bauteile

Tabelle 3: Cross-Industry Potenziale: Identifizierung branchenübergreifender Materialkreisläufe

4.1.2 R-Strategien Analyse

Die Auswertung der Unternehmensdaten entlang der zehn R-Strategien zeigt ein klares Muster: Die Circular Economy in der Region Heilbronn-Franken ist derzeit stark auf stoffliche Rückführung ausgerichtet. Die R-Strategie Recycle dominiert in allen untersuchten Branchen (vgl. Abbildung 9).

R-Strategie	Chemie & Oberflächen	Energie, Wärme & Elektro-technik	Kunststoff- und Gummiverarbeitung	Metallbasierte Industrie	Sonstige / Dienstleistungen	Verpackung & Papier
1. Refuse	0	0	0	1	0	0
2. Rethink	0	5	18	21	8	2
3. Reduce	0	3	1	7	1	0
4. Repair	0	51	9	122	40	0
5. Reuse	0	38	22	175	33	1
6. Refurbish	1	55	18	158	26	3
7. Remanufacture	0	65	14	325	37	2
8. Repurpose	0	0	0	3	1	0
9. Recycle	1	128	68	531	86	5
10. Recover	1	41	43	248	24	2

Abbildung 9: Potenzialauswertung der R-Strategien auf Branchenebene, Anzahl Unternehmen für die R-Strategie relevant ist.

4. ERGEBNISSE

Darüber hinaus spielen Remanufacturing und Refurbishing insbesondere in der metallbasierten Industrie sowie im Maschinen- und Anlagenbau eine wichtige Rolle. Rund 80 % der Unternehmen verfügen über Produkte oder Komponenten, bei denen beide Strategien kombiniert angewendet werden könnten, etwa bei Motoren, Pumpen, Steuergeräten oder technischen Baugruppen.

Demgegenüber sind frühe R-Strategien wie Refuse, Rethink oder Reduce deutlich unterrepräsentiert. Design- und nutzungsbezogene Ansätze werden bislang nur von wenigen Unternehmen systematisch adressiert. Dies deutet auf ein erhebliches, bislang ungenutztes Potenzial hin – insbesondere im Bereich produktnaher Dienstleistungen, modularer Produktgestaltung und langlebiger Nutzungskonzepte.

4.1.3 Transformationsanalyse

Im Kontext der Transformation zur Elektromobilität zeigt sich ein deutlich differenziertes Bild. Die Analyse der Produkt- und Materialkompetenzen erlaubt eine Einordnung der Unternehmen entlang der Kategorien Verbrenner (ICE), Elektrofahrzeug (EV), Hybrid / Übergangstechnologie (Hybrid) und Wasserstoff / alternative Antriebe (H2/Alt). Während ein Teil der Unternehmen bereits stark in EV-relevanten Material- und Technologiefeldern aktiv ist, verbleibt ein signifikanter Anteil im klassischen Verbrennergeschäft (vgl. Tabelle 4, Abbildung 10).

Kategorie	Typische Schlüsselwörter in den Produktions- oder Abfallbeschreibungen
Verbrenner (ICE)	Motor, Kolben, Ventil, Kurbelwelle, Abgasanlage, Auspuff, Öl, Kraftstoff, Getriebe, Zylinderkopf, Einspritzung, Diesel, Benzin, Schmierstoff, Dichtung, Filter
Elektro (EV)	Batterie, Akku, Zellgehäuse, Kupferfolie, Leiterplatte, Stromschiene, Elektromotor, Spule, Kabelbaum, Inverter, Ladegerät, Hochvolt, Silikon, Wärmeleitpaste, Dichtung für Gehäuse
Hybrid / Übergang (Hybrid)	Kombinationen beider Kategorien in Input/Output; Begriffe wie Hybrid, Kombination, E-Antrieb, Getriebe + Batterie
Wasserstoff / alternative Antriebe (H2/Alt)	Brennstoffzelle, Membran, Wasserstoff, H2, Tank, Elektrolyse, Stack, Separator, PEM, Kompressor

Tabelle 4: Transformationsanalyse – Kategorien und Schlüsselbegriffe

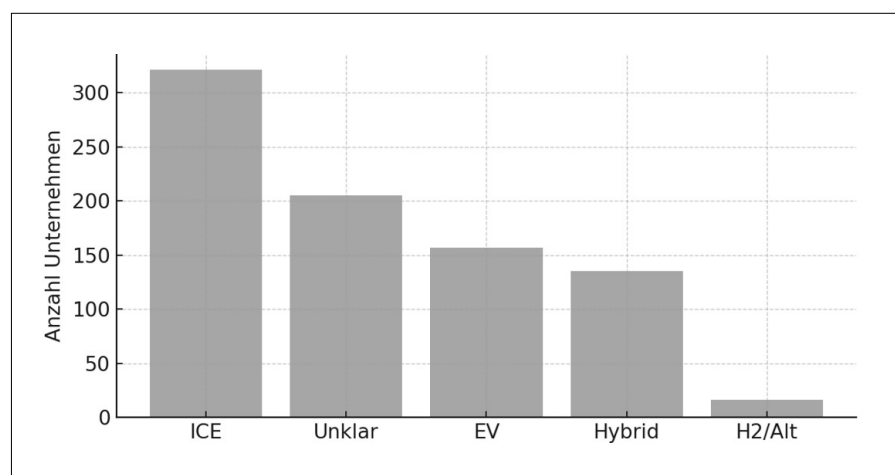


Abbildung 10: Verteilung Primärkategorien

Der berechnete Transformationsindex² zeigt, dass rund 45–50 % der Unternehmen bereits in oder auf dem Weg zur Elektromobilität sind, während etwa 40 % weiterhin stark vom Verbrennungsmotor abhängig bleiben. Zirkuläre Strategien wie Re-

manufacturing und Refurbishing gewinnen in diesem Kontext an Bedeutung, da sie als Brückenstrategien zwischen bestehenden und zukünftigen Geschäftsmodellen fungieren können (vgl. Hina et al., 2022).



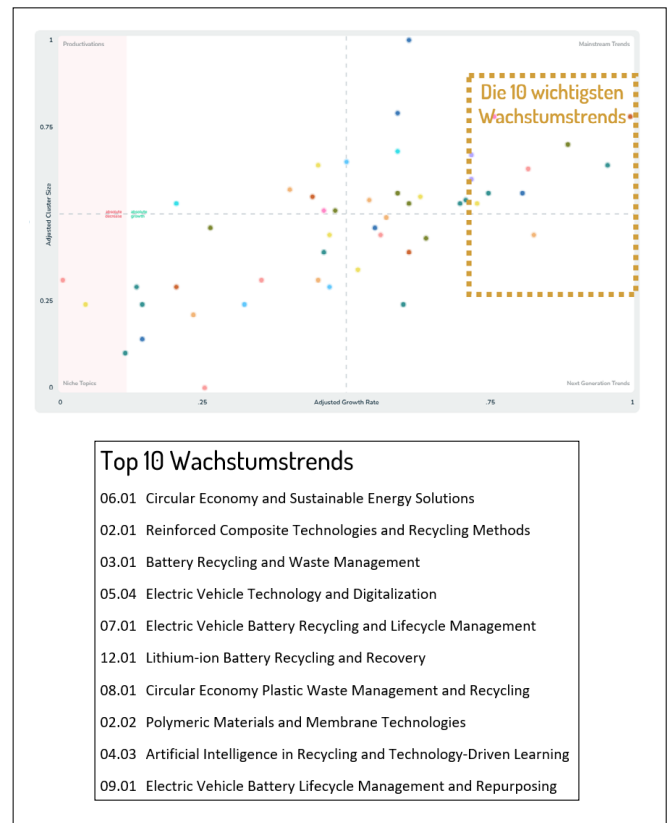
Die untersuchten Unternehmen zeigen ein deutlich heterogenes Bild hinsichtlich ihrer technologischen Ausrichtung:

- EV-Top-Zulieferer zeigen klare Materialcluster in Elektronik, Batterie, Dichtung, Silikon, Leiterplatten, Wärmeleitmaterialien – sie sind strategisch gut auf die E-Mobilität ausgerichtet.
- ICE-Legacy-Unternehmen konzentrieren sich stark auf Motor- und Getriebeteile, Schmierstoffe, Abgas- und Filterkomponenten – hier besteht ein hohes Risiko, dass Umsätze mit dem Rückgang der Verbrennertechnologien einbrechen.
- Hybrid-Unternehmen (in der Ausgangsklassifikation enthalten) bilden die Brücke: Sie kombinieren typische ICE- und EV-Materialien und könnten kurzfristig am stärksten von der Transformation profitieren.

4.2 Technologie- und Trendanalyse Automotive Circularity

Die globale Technologie-Trendanalyse im Themenfeld Automotive Circularity dient der Einordnung der regionalen Unternehmenspotenziale in einen internationalen Innovations- und Technologiekontext. Auf Basis von 1.354 wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Zeitraum 2015 bis 2025 wurden mithilfe des KI-Expertentools CumulusAI insgesamt 14 Technologie-Hauptcluster identifiziert, die die Entwicklung der Circular Economy in der Automobil- und Mobilitätswirtschaft prägen.

Die Technologie-Cluster unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer Wachstumsdynamik, ihres Reifegrades sowie ihrer Marktnähe. Die Einordnung in einer Impact-Matrix ermöglicht eine Differenzierung zwischen Nischenthemen, aufkommenden Zukunftstrends, etablierten Mainstream-Technologien und produktiven Anwendungen (vgl. Abbildung 11).



2) Transformationsindex: ermittelt als Verhältnis von Nicht-Verbrenner- zu Verbrenner-Technologien.

Abbildung 11: Impact-Matrix Automotive Circularity Technology Trends

4. ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die zehn relevantesten Wachstumstrends vorgestellt.

TREND 1

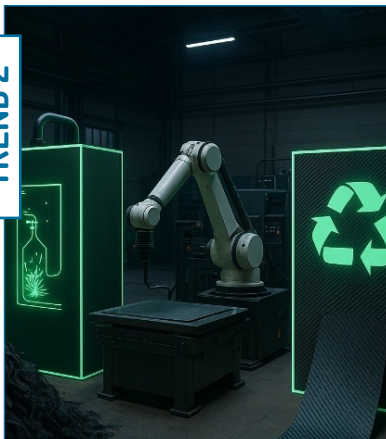


Zirkuläre Energiesysteme und klimaneutrale Mobilität

Dieser Trend adressiert die systemische Verknüpfung von Energie- und Materialkreisläufen im Kontext nachhaltiger Mobilität. Im Fokus stehen integrierte Energiesysteme, die erneuerbare Energieerzeugung, Speicherung, Nutzung und Rückgewinnung miteinander verbinden. Digitale Steuerungsinstrumente wie Smart Grids, Energiemanagementplattformen und sektorübergreifende Optimierung spielen hierbei eine zentrale Rolle.

Die Circular Economy wird in diesem Trend als Systemarchitektur verstanden, die Ressourceneffizienz, Versorgungssicherheit und Klimaneutralität gemeinsam adressiert. Die starken Wachstumsdynamiken dieses Themenfeldes werden insbesondere durch regulatorische Anforderungen und den Ausbau erneuerbarer Energien getrieben.

TREND 2



Rückgewinnung von Hochleistungsfasern und Leichtbaustrukturen

Der zunehmende Einsatz von Faserverbundwerkstoffen im Fahrzeugbau stellt die Circular Economy vor neue Herausforderungen. Dieser Trend fokussiert innovative Recycling- und Aufbereitungsverfahren für Carbon- und Glasfaserverbunde, mit dem Ziel, die Materialperformance möglichst vollständig zu erhalten.

Untersucht werden unter anderem pyrolytische, solvolytische und mechanische Verfahren sowie Design-for-Disassembly-Ansätze. Die Bedeutung dieses Trends ergibt sich aus dem Zielkonflikt zwischen Leichtbau, Ressourceneffizienz und Recyclingfähigkeit. Dieses Themenfeld stellt ein stark wachsendes, aber technologisch anspruchsvolles Innovationsfeld dar.

TREND 3



Batterierecycling und nachhaltiges E-Waste-Management

Mit dem Hochlauf der Elektromobilität gewinnt das Recycling von Batterien und Elektronikkomponenten massiv an Bedeutung. Dieser Trend umfasst Rückgewinnungsprozesse für kritische Metalle wie Lithium, Kobalt, Nickel und Graphit sowie die Automatisierung von Trenn- und Sortierschritten.

Zentrale Fragestellungen betreffen Prozess-Effizienz, Umweltverträglichkeit und Skalierbarkeit. Der Trend ist eng mit regulatorischen Vorgaben – etwa der EU-Batterieverordnung – verknüpft und gilt als eines der strategisch wichtigsten Felder der Circular Economy im Automotive-Sektor.

TREND 4



Digitale Optimierung von E-Mobilität und Lebenszyklussteuerung

Dieser Trend verbindet Elektromobilität, Digitalisierung und Circular Economy. Im Fokus stehen datenbasierte Ansätze zur Optimierung des gesamten Fahrzeug- und Komponentenlebenszyklus, etwa durch digitale Zwillinge, KI-gestützte Steuerungssysteme und Blockchain-basierte Transparenzlösungen.

Ziel ist es, Nutzung, Wartung, Wiederverwendung und Recycling effizienter und planbarer zu gestalten. Ein Trend, der zunehmend an Reife gewinnt und insbesondere für daten- und softwareaffine Unternehmen neue Geschäftsmodelle eröffnet.

TREND 5



Verlängerung von Batterielebenszyklen und Second-Life-Konzepte

Der fünfte Technologie-Trend konzentriert sich auf die Verlängerung der Nutzungsdauer von EV-Batterien durch Second-Life-Anwendungen, etwa als stationäre Energiespeicher. Neben technischen Fragen der Zustandsdiagnose und Sicherheitsbewertung spielen regulatorische und organisatorische Aspekte eine zentrale Rolle.

Dieser Trend trägt wesentlich zur Verbesserung der Gesamtökobilanz von Elektromobilität bei und eröffnet neue Märkte an der Schnittstelle von Energie- und Mobilitätswirtschaft.

TREND 6



Effiziente Rückgewinnung von Lithium-Ionen-Ressourcen

Dieser Trend adressiert die Weiterentwicklung von hydrometallurgischen, biochemischen und direkten Recyclingverfahren für Lithium-Ionen-Batterien. Im Vordergrund stehen Prozessinnovationen, die eine höhere Rückgewinnungsquote bei geringerer Umweltbelastung ermöglichen.

Besondere Bedeutung kommt der Reduktion toxischer Reststoffe sowie der Entwicklung geschlossener Prozesskreisläufe zu. Ein Themenfeld, das stark wächst, jedoch weiterhin hohe technologische und wirtschaftliche Eintrittsbarrieren aufweist.

4. ERGEBNISSE

TREND 7

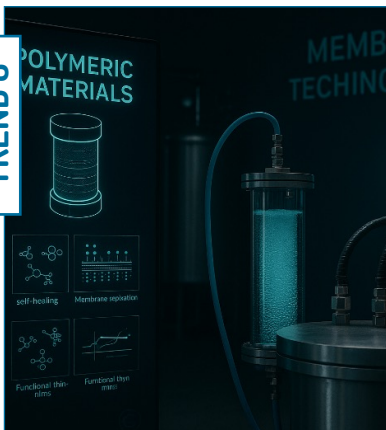


Schließung von Kunststoffkreisläufen und urbane Stoffströme

Der siebte Wachstumstrend befasst sich mit der Behandlung von Kunststoffabfällen, insbesondere aus urbanen und industriellen Kontexten. Neben mechanischem und chemischem Recycling spielen politische Steuerungsinstrumente, Materialsubstitution und digitale Abfallmanagementsysteme eine wichtige Rolle.

Für die Automotive-Branche ist dieser Trend insbesondere im Hinblick auf Innenraumkomponenten, Verpackungen und Logistik relevant. Der Trend verdeutlicht, dass Kunststoffkreisläufe ein wachsendes, aber stark regulierungsabhängiges Innovationsfeld darstellen.

TREND 8



Funktionale Polymere und Membrantechnologien

Dieser Trend fokussiert die Entwicklung funktionaler Polymer- und Membranmaterialien, die Trenn-, Energie- und Recyclingprozesse effizienter gestalten. Dazu zählen selbstheilende, biologisch abbaubare und nanostrukturierte Materialien.

Die Bedeutung dieses Trends liegt weniger in unmittelbaren Automotive-Anwendungen, sondern in seiner Querschnittsfunktion für zahlreiche CE-relevante Prozesse.

TREND 9



KI-gestützte Automatisierung von Recyclingprozessen

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz zur Optimierung zirkulärer Wertschöpfungssysteme bildet einen eigenständigen Trend. Anwendungen reichen von intelligenter Sortierung über Predictive Maintenance bis hin zu generativer KI im nachhaltigen Produktdesign.

Dieser Trend wirkt als Enabler für viele andere CE-Technologien, da er Effizienz, Skalierbarkeit und Transparenz erhöht. Es wird deutlich, dass KI-basierte Lösungen zu den dynamischsten Wachstumstreibern im CE-Kontext zählen, ihr Einzug in die Unternehmenspraxis aber noch am Anfang steht.

TREND 10



Zweitnutzung und systemische Integration von Batterien

Der zehnte Trend erweitert Second-Life-Konzepte um eine systemische Perspektive. Im Fokus stehen Plattformen, Logistiklösungen und Governance-Modelle für die Integration gebrauchter Batterien in sekundäre Energiemärkte.

Dieser Trend verbindet technologische, wirtschaftliche und regulatorische Fragestellungen und gilt als Schlüssel zur Skalierung zirkulärer Batteriewertschöpfung.

Zwischenfazit zur Technologie-Trendanalyse

Die Trendanalyse zeigt, dass sich die Circular Economy im Automotive-Sektor zunehmend von einzelnen Technologien hin zu integrierten Systemlösungen entwickelt. Material-, Energie- und Datenkreisläufe werden gemeinsam gedacht und digital unterstützt.

Für die Region Heilbronn-Franken ergeben sich daraus vielfältige Anknüpfungspunkte: Einerseits können bestehende industrielle Kompetenzen gezielt weiterentwickelt werden, andererseits eröffnen sich neue Anwendungsfelder jenseits klassischer Automotive-Märkte.

4. ERGEBNISSE

4.3 Qualitative Validierung und strategische Verdichtung

Zur Ergänzung der quantitativen Ergebnisse wurden Experteninterviews und eine erweiterte SWOT-Analyse genutzt. Ziel ist es, zentrale Befunde praxisnah einzuordnen und konkrete Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung der Circular Economy in der Region Heilbronn-Franken abzuleiten.

4.3.1 Experteninterviews

Zur qualitativen Ergänzung und Validierung der datenbasierten Ergebnisse wurden strukturierte Experteninterviews mit zwölf Vertreterinnen und Vertretern aus Unternehmen und Forschung durchgeführt. Ziel der Interviews war es, die identifizierten Potenziale und Hemmnisse der Circular Economy aus praktischer Perspektive einzuordnen, Transformationsdynamiken besser zu verstehen und strategische Handlungsbedarfe herauszuarbeiten.

Die Auswertung basiert auf einer thematischen Verdichtung der Interviewinhalte entlang zentraler Analyseachsen, darunter Definition und Reifegrad der Circular Economy im eigenen Unternehmen bzw. Kontext, wirtschaftliche und regulatorische Rahmenbedingungen, Kooperations- und Governance-Fragen sowie technologische und organisatorische Hürden. Die Ergebnisse bestätigen in weiten Teilen die quantitativen Befunde, liefern jedoch zusätzliche Tiefenschärfe und kontextualisieren die Umsetzbarkeit zirkulärer Strategien in der Region Heilbronn-Franken.

Reifegrad und aktueller Umsetzungsstand

Die Interviews zeigen übereinstimmend, dass die Circular Economy in vielen Unternehmen der Region bislang punktuell und reaktiv umgesetzt wird. Zirkuläre Aktivitäten konzentrieren sich überwiegend auf Bereiche mit klaren ökonomischen Anreizen oder regulatorischem Druck, insbesondere Recycling, Abfallmanagement sowie vereinzelt Remanufacturing- und Refurbishing-Prozesse.

Strategische, ganzheitliche CE-Ansätze – etwa entlang der frühen R-Strategien oder in Form neuer Geschäftsmodelle – sind bislang die Ausnahme. Mehrere Interviewpartner betonen, dass Circular Economy häufig noch als „Add-on“ und nicht als integraler Bestandteil der Unternehmensstrategie verstanden wird. Life Cycle Assessment (LCA), also die Lebenszyklusanalyse von Teilen, Komponenten, Baugruppen und Produkten, wird als eine wichtige Basis für die Umsetzung von CE-Ansätzen genannt, die auch wirtschaftlich tragbar sind.

Ökonomische und regulatorische Rahmenbedingungen

Ein zentrales Thema der Interviews sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Umsetzung zirkulärer Wertschöpfung. Während Recycling und Wiederaufarbeitung in vielen Fällen wirtschaftlich darstellbar sind, werden höhere R-Strategien häufig durch unsichere Marktbedingungen, fehlende Skalierung und hohe Investitionskosten gehemmt.

Regulatorische Vorgaben werden ambivalent bewertet. Einerseits gelten sie als wichtiger Treiber für Circular Economy, andererseits werden Komplexität, Dynamik und mangelnde Planungssicherheit als Hemmnisse genannt. Insbesondere KMUs sehen sich hier häufig überfordert. Mehrere Interviewpartner heben hervor, dass eine stärkere Übersetzungsleistung zwischen Regulierung und unternehmerischer Praxis erforderlich ist.

Kooperation, Netzwerke und Governance

Die Interviews unterstreichen die hohe Bedeutung von Kooperation und Vernetzung für den Erfolg zirkulärer Ansätze. Viele CE-Potenziale – insbesondere regionale Materialkreisläufe – lassen sich nicht auf Unternehmensebene allein realisieren, sondern erfordern abgestimmte Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette.

Gleichzeitig wird ein Mangel an klaren Koordinations- und Governance-Strukturen identifiziert. Bestehende Netzwerke und Initiativen werden grundsätzlich positiv bewertet, agieren jedoch häufig thematisch fragmentiert. Mehrere Interviewpartner sprechen sich für eine stärkere strategische Bündelung regionaler CE-Aktivitäten aus, etwa in Form themenspezifischer Plattformen oder Pilotcluster.

Technologische und organisatorische Hürden

Auf technologischer Ebene werden insbesondere fehlende Standardisierung, begrenzte Datenverfügbarkeit und Unsicherheiten hinsichtlich der Qualität von Rezyklaten als zentrale Hemmnisse benannt. Dies betrifft vor allem komplexe Materialströme wie Verbundwerkstoffe oder Batterien.

Organisatorisch wird der Fachkräftemangel als einer der größten limitierenden Faktoren hervorgehoben. Die Umsetzung zirkulärer Strategien erfordert neue Kompetenzen in den Bereichen Materialkunde, Digitalisierung, Datenanalyse und Systemintegration. Mehrere Interviewpartner sehen hier einen hohen Weiterbildungs- und Qualifizierungsbedarf.

4.3.2 Erweiterte SWOT-Analyse

Auf Basis der Unternehmensanalyse, der globalen Trendanalyse sowie der qualitativen Experteninterviews wurde eine Extended SWOT-Analyse (vgl. Helms, M. M., & Nixon, J., 2010) durchgeführt, um die zentralen Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Circular Economy für die Region Heilbronn-Franken systematisch zu erfassen und miteinander zu verknüpfen. Ziel ist es, aus der Bestandsaufnahme nicht nur eine Zustandsbe-

schreibung abzuleiten, sondern konkrete strategische Handlungsoptionen für die Region zu entwickeln.

Im Unterschied zu einer klassischen SWOT-Analyse werden dabei die internen Faktoren (Stärken und Schwächen) gezielt mit externen Einflussgrößen (Chancen und Risiken) kombiniert. Auf diese Weise lassen sich SO-, ST-, WO- und WT-Strategien ableiten, die unterschiedliche strategische Stoßrichtungen adressieren (vgl. Abbildung 12).

		INTERNE FAKTOREN	
		STÄRKEN (S)	SCHWÄCHEN (W)
		Welche Stärken haben die Unternehmen der Region Heilbronn Franken bezogen auf CE?	Welche Schwächen haben die Unternehmen der Region Heilbronn Franken bezogen auf CE?
		STRATEGISCHE OPTIONEN (STRATEGIEN, MASSNAHMEN, PROJEKTE)	
EXTERNE FAKTOREN	CHANCEN / MÖGLICHKEITEN (O)	S+O STRATEGIEN	W+O STRATEGIEN
	Welche Chancen / Möglichkeiten bietet die Region Heilbronn Franken für Unternehmen?	Wie können Stärken genutzt werden, um Chancen zu ergreifen? (Kapitalisierungsstrategien)	Können Chancen genutzt werden, um eigene Schwächen zu überwinden? (Neutralisierungsstrategien)
	GEFAHREN / RISIKEN (T)	S+T STRATEGIEN	W+T STRATEGIEN
	Mit welchen Gefahren / Risiken sind Unternehmen in der Region Heilbronn Franken konfrontiert?	Wie können Stärken genutzt werden, um Gefahren / Risiken entgegenzuwirken? (Verteidigungsstrategien)	Welche Schwächen sind mit welchen Risiken verknüpft und welche Maßnahmen zur Risikobegrenzung sind zu entwickeln? (Krisenstrategien)

Abbildung 12: Übersicht Erweiterte SWOT, angelehnt an Helms & Nixon (2010)

4. ERGEBNISSE

Nachfolgend werden die vier SWOT-Felder zunächst separat vorgestellt und dann in die Strategieableitungen überführt.

Stärken

Die Region Heilbronn-Franken verfügt über eine starke industrielle Basis mit überdurchschnittlicher Fertigungstiefe. Diese bildet eine stabile Ausgangslage für Transformationsprozesse in Richtung Circular Economy. Ergänzt wird dies durch eine hohe Material-Clusterdiversität in den Bereichen Metall, Kunststoff, Chemie und Elektronik sowie ein dichtes Zuliefernetzwerk über mehrere Wertschöpfungsstufen hinweg. Diese Struktur ermöglicht sektorübergreifende Materialkreisläufe und Recyclinglösungen.

Darüber hinaus ist in der Region eine zunehmende Kompetenz im Bereich Elektro- und Hybridtechnologien vorhanden. Rund die Hälfte der Zulieferunternehmen befindet sich bereits in der Transformation, was günstige Voraussetzungen für die Weiterentwicklung zirkulärer Wertschöpfungsansätze schafft.

Die Region verfügt über relevante Forschungs-, Transfer- und Netzwerkakteure, die technologische Innovationen begleiten und den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft unterstützen können. Diese Kombination aus industrieller Substanz und institutioneller Infrastruktur stellt eine zentrale Ausgangsbasis für den Aufbau zirkulärer Wertschöpfung dar.

Schwächen

Demgegenüber stehen mehrere strukturelle Schwächen. In vielen Unternehmen ist die Circular Economy bislang nicht strategisch verankert, sondern wird überwiegend operativ oder reaktiv adressiert. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen verfügen häufig über begrenzte personelle und finanzielle Ressourcen, um zirkuläre Strategien systematisch zu entwickeln und umzusetzen.

Hinzu kommen fehlende übergreifende Koordinations- und Governance-Strukturen auf regionaler Ebene sowie Wissenslücken in Bezug auf CE-Technologien, regulatorische Anforderungen, Fördermöglichkeiten und die wirtschaftliche Bewertung zirkulärer Geschäftsmodelle. Diese Faktoren erschweren die Entwicklung und Skalierung von bzw. CE-Ansätzen bei den Unternehmen in der Region.

Chancen

Die Chancen liegen insbesondere in der systematischen Verknüpfung regionaler Materialströme, der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle entlang von Remanufacturing-, Refurbishing- und Second-Life-Ansätzen sowie in der Nutzung digitaler Technologien als Enabler der Circular Economy.

Die globale Trendanalyse zeigt zudem, dass zahlreiche Wachstumsfelder bestehen – etwa im Bereich Batteriekreisläufe, digitale Lebenszyklussteuerung oder KI-gestützte Recyclingprozesse – an die regionale Kompetenzen anschließen können. Zusätzlich wirken regulatorische Vorgaben und OEM-Anforderungen (z. B. Rezyklatquoten) als externer Innovations- und Markttreiber (vgl. Europäische Union, 2014).

Risiken

Zu den zentralen Risiken zählen hohe Investitionsbedarfe, unsichere Markt- und Preisentwicklungen, regulatorische Unsicherheiten sowie der Fachkräftemangel. Darüber hinaus besteht das Risiko, dass Circular-Economy-Aktivitäten fragmentiert bleiben, wenn es nicht gelingt, Kooperationen zu stabilisieren und Skalierungseffekte zu realisieren.

Für Unternehmen mit hoher Abhängigkeit vom klassischen Verbrennungsmotor stellt der strukturelle Wandel der Automobilindustrie ein zusätzliches Transformationsrisiko dar.

Strategieableitungen aus der Extended SWOT

S + O KAPTIALISIERUNGS- STRATEGIEN	<p>Die SO-Strategien nutzen die starke industrielle Basis, die Clusterdiversität sowie vorhandene EV- und Elektronikkompetenzen der Region Heilbronn-Franken, um Chancen der Circular Economy gezielt zu realisieren.</p> <p>Zentrale Ansatzpunkte sind der Aufbau regionaler EV-Kompetenzzentren und Recycling-Hubs sowie die Etablierung geschlossener Materialkreisläufe für Metall und Kunststoff.</p> <p>Digitale Materialplattformen, eine engere Zusammenarbeit zwischen OEMs und Zulieferern, Qualitätsstandards für Sekundärmaterialien sowie die Nutzung industrieller Abwärme und die Rückgewinnung von Elektronikmaterialien können die regionale Wertschöpfung stärken.</p>
W + O NEUTRALISIERUNGS- STRATEGIEN	<p>Die WO-Strategien nutzen externe Chancen wie Förderprogramme, regulatorische Impulse und die steigende EV-Nachfrage, um strukturelle Schwächen zu überwinden.</p> <p>Im Fokus stehen Re-Tooling-Programme für den Übergang von verbrennerorientierten Kapazitäten zu EV-Anwendungen sowie clusterübergreifende Pilotprojekte zur Umsetzung von Materialkreisläufen.</p> <p>Ergänzend können Qualifizierungsformate, Datenaustausch-Standards und gezielte Weiterbildungsprogramme fehlende Erfahrung, Datensilos und Kompetenzlücken reduzieren.</p>
S + T VERTEIDIGUNGS- STRATEGIEN	<p>Die ST-Strategien setzen vorhandene Stärken ein, um Risiken wie Lieferkettenvolatilität, Rohstoffpreisisiken und den schnellen Technologiewandel der OEMs abzufedern.</p> <p>Zentrale Maßnahmen sind lokale Rezyklatverträge mit OEMs, Dual-Sourcing-Strategien mit regionalen Sekundärrohstoffen sowie gezielte Supplier-Development-Programme im Elektronik- und Hochvoltbereich.</p> <p>Des weiteren können CE-Portfolio-Branding (CO₂-Footprint, Traceability), Energiepartnerschaften und strategische Metallkreisläufe zur Erhöhung von Resilienz und Wettbewerbsfähigkeit beitragen.</p>
W + T KRISEN- STRATEGIEN	<p>Die WT-Strategien zielen auf die Reduktion struktureller Schwächen und die Begrenzung von Risiken.</p> <p>Dazu gehören ein schrittweiser Ausstieg aus verbrennerorientierten Produktionslinien, die Diversifikation in nicht-Verbrenner-bezogene Anwendungen sowie selektive Kooperationen oder Akquisitionen zum schnellen Kompetenzaufbau.</p> <p>Rezyklatpuffer, verbesserte Lieferkettentransparenz und ein strukturiertes Krisen-Playbook für KMUs können die Widerstandsfähigkeit gegenüber Markt- und Regulierungsschocks erhöhen.</p>

4. ERGEBNISSE

Im Folgenden konkretisieren jeweils zwei Praxisbeispielen die Umsetzungspotenziale der vier Strategiefelder:

SO-STRATEGIEN:

Stärken nutzen, um Chancen zu realisieren

SO-Strategien zielen darauf ab, die bestehenden industriellen und institutionellen Stärken der Region gezielt einzusetzen, um identifizierte Markt- und Technologietrends zu erschließen.

- **Beispiel 1: Aufbau regionaler Remanufacturing- und Refurbishing-Allianzen**
Die vorhandene Fertigungstiefe sowie bestehende Kompetenzen in der Wiederaufarbeitung können genutzt werden, um regionale Leistungsverbünde für Remanufacturing und Refurbishing aufzubauen. Diese Allianzen ermöglichen es, neue Marktchancen im Kontext von Elektromobilität und Ersatzteilversorgung zu erschließen und gleichzeitig Ressourcen- und Kosteneffizienz zu steigern.
- **Beispiel 2: Pilotkreisläufe in den Materialclustern Metall und Kunststoff**
Die Vielfalt regionaler Material- und Produktionsstufen bietet ideale Voraussetzungen, um in den Materialclustern Metall und Kunststoff erste Pilotkreisläufe zu realisieren. Diese können als Referenzprojekte dienen, um zirkuläre Wertschöpfung sichtbar zu machen und schrittweise zu skalieren.

ST-STRATEGIEN:

Stärken einsetzen, um Risiken zu begrenzen

ST-Strategien adressieren die Frage, wie regionale Stärken genutzt werden können, um externe Risiken abzufedern.

- **Beispiel 1: Regionale Kreisläufe zur Reduktion von Rohstoff- und Lieferkettenrisiken**
Durch den Ausbau regionaler Sekundärrohstoffkreisläufe kann die Abhängigkeit von volatilen internationalen Rohstoffmärkten reduziert werden. Die industrielle Dichte der Region erlaubt es, Materialströme lokal zu schließen und Versorgungssicherheit zu erhöhen.
- **Beispiel 2: Nutzung von Remanufacturing als Brückenstrategie im Strukturwandel**
Bestehende Fertigungskompetenzen können gezielt eingesetzt werden, um Unternehmen mit hoher ICE-Abhängigkeit über Remanufacturing- und Refurbishing-Ansätze in neue Wertschöpfungsfelder zu überführen und Transformationsrisiken zu mindern.

WO-STRATEGIEN:

Chancen nutzen, um Schwächen zu überwinden

WO-Strategien setzen dort an, wo externe Chancen helfen können, interne Defizite auszugleichen.

- **Beispiel 1: Förderprogramme für den Aufbau von Daten- und Koordinationsstrukturen**
Externe Förderkulissen können genutzt werden, um fehlende Dateninfrastrukturen, Plattformlösungen und Governance-Strukturen aufzubauen. Dies adressiert direkt die bestehende Fragmentierung und erleichtert insbesondere KMU den Einstieg in zirkuläre Modelle.
- **Beispiel 2: OEM-Anforderungen als Hebel für Professionalisierung**
Steigende Anforderungen an Rezyklatanteile und Transparenz können als Anlass genutzt werden, regionale Qualitätsstandards, Zertifizierungsprozesse und Kooperationsformate zu etablieren und so die bislang geringe strategische Verankerung der Circular Economy zu überwinden.

WT-STRATEGIEN:

Schwächen minimieren und Risiken vermeiden

WT-Strategien verfolgen einen defensiven Ansatz und zielen darauf ab, besonders kritische Kombinationen aus Schwächen und Risiken zu entschärfen.

- **Beispiel 1: Schrittweise Clusterbildung statt Insellösungen**
Um Fragmentierung und Skalierungsprobleme zu vermeiden, sollten zunächst kleine, verbindliche Kooperationsformate innerhalb einzelner Materialcluster etabliert werden, bevor komplexe Plattformlösungen umgesetzt werden.
- **Beispiel 2: Frühzeitige Transformationspfade für besonders exponierte Unternehmen**
Für Unternehmen mit hoher Verbrenner-Abhängigkeit sollten strukturierte Analyse- und Entscheidungsinstrumente entwickelt werden, um rechtzeitig Diversifizierungs- und Umbaupfade einzuleiten und damit Markt- und Investitionsrisiken zu begrenzen.

Zusammenfassende Bewertung

Die Extended SWOT-Analyse zeigt, dass die Region Heilbronn-Franken über eine solide Ausgangsbasis für den Aufbau zirkulärer Wertschöpfung verfügt, dass der Erfolg jedoch maßgeblich von der strategischen Verknüpfung bestehender Stärken mit externen Markt- und Technologietrends abhängt.

Von den Projektbeteiligten wurden die folgenden Potenzialfelder als besonders relevant bewertet:

1. Kompetenzen, Qualifizierung und Organisation

- Ausbau regionaler Qualifizierungsangebote für Mitarbeitende mit Schwerpunkt auf Elektromobilität und Circular Economy, z. B. durch eine CE-Akademie.
- Unterstützung beim Aufbau strategischer Allianzen für Schlüsselkompetenzen, um strukturelle Kompetenzlücken in der Region gezielt und zeitnah zu schließen.
- Entwicklung eines strategischen Krisen-Playbooks für KMUs mit hohem Marktrisiko durch starke Verankerung in Verbrenner-Technologien.

2. Materialkreisläufe, Beschaffung und Versorgungssicherheit

- Aufbau regionaler Metall- und Kunststoff-Closed-Loops zur systematischen Rückführung, Aufbereitung und Wiederverwendung von Materialien im regionalen Wirtschaftskreislauf.
- Ausbau von Dual-Sourcing-Ansätzen für Primär- und Sekundärrohstoffe, um globale Lieferanten gezielt mit regionalen oder europäischen Bezugsquellen zu kombinieren.
- Prüfung des Potenzials von Einkaufsgenossenschaften, um die Beschaffung zirkulärer Materialien und Leistungen zu bündeln und Kosten sowie Komplexität zu reduzieren.
- Potenzialprüfung des Einsatzes biobasierter Materialien, um fossile Werkstoffe teilweise oder vollständig zu substituieren und regionale zirkuläre Wertschöpfungssysteme zu ergänzen.

3. Digitalisierung, Transparenz und Marktzugang

- Auf- und Ausbau digitaler Materialplattformen (Match-making) zur Vermarktung von Nebenprodukten und Rezyklaten sowie zur Erhöhung der Lieferanten- und Materialtransparenz.
- Ausbau von CE-Portfolio-Branding, um zirkuläre Produkte und Leistungen (z. B. Rezyklateinsatz, CO₂-Fußabdruck, Recyclingfähigkeit) systematisch darzustellen und die Positionierung bei OEM-Anfragen und Nachhaltigkeitsaudits zu stärken.

4. Energieeffizienz und Industriesymbiosen

- Aufbau regionaler Energiepartnerschaften zur Abwärmeeinnutzung, einschließlich der Wärmerückgewinnung und der Entwicklung eines Trocknungs-Clusters für energieintensive Prozesse.

Die abgeleiteten Strategieoptionen und deren Bewertung durch die Projektbeteiligten bilden eine zentrale inhaltliche Brücke zwischen der Chancen-Risiken-Analyse und den anschließend formulierten konkreten Handlungsempfehlungen für die Region.

5. CHANCEN-RISIKEN-ANALYSE

Die Chancen- Risiken-Analyse bündelt die zentralen Erkenntnisse aus der datengetriebenen Unternehmensanalyse, der globalen Trendanalyse sowie den qualitativen Experteninterviews und der erweiterten SWOT und überführt diese in eine strategische Gesamtbewertung für die Region Heilbronn-Franken. Ziel ist es, nicht nur isolierte Potenziale aufzuzeigen, sondern deren wirtschaftliche Tragfähigkeit, Umsetzbarkeit und Skalierbarkeit im regionalen Kontext zu bewerten.

Der hier gewählte Ansatz verfolgt eine erweiterte, dynamische Perspektive, um die Wechselwirkungen zwischen technologischen Entwicklungen, regionalen Strukturen und unternehmerischen Entscheidungslogiken zu berücksichtigen.

5.1 Ableitung strategischer Leitlinien

Aus den Erkenntnissen der unterschiedlichen Analysen lassen sich vier strategische Leitlinien ableiten, die im Folgenden beschrieben werden.

1. GO REGIONAL:

Lokale Stoff- und Energiekreisläufe als Stabilitätsanker mit Skalierungspotenzial

2. DATA TO SCALE:

Materialpässe und Plattformen als Voraussetzung für CE-Skalierung und schrittweiser Ausbau höherwertiger R-Strategien

3. DE-RISK TRANSITION:

Circular Economy als Transformationsinstrument

4. GEMEINSAM STARK:

Kooperation und Governance als CE-Erfolgsfaktor

1. GO REGIONAL:

Lokale Stoff- & Energiekreisläufe als Stabilitätsanker mit Skalierungspotenzial

Eine zentrale strategische Leitlinie ergibt sich aus der Analyse regionaler Materialflüsse: Die größten kurzfristig realisierbaren Potenziale liegen in stofflichen Kernkreisläufen mit hohen Volumina, relativ homogenen Materialströmen und bestehender technologischer Kompetenz. Dies betrifft insbesondere die Metall- und Kunststoffcluster, die sowohl in der Unternehmensanalyse als auch in den Experteninterviews als tragende Säulen regionaler Circular-Economy-Aktivitäten identifiziert wurden.

Die strategische Priorisierung dieser Cluster ist nicht als Einschränkung, sondern als Einstiegspunkt für Skalierung zu verstehen. Erfolgreiche Pilotkreisläufe in diesen Bereichen können als Referenzmodelle dienen, um sukzessive komplexere Materialströme – etwa Verbundwerkstoffe oder batteriebezogene Stoffe – zu adressieren.

2. DATA TO SCALE:

Materialpässe & Plattformen als Voraussetzung für CE-Skalierung und schrittweiser Ausbau höherwertiger R-Strategien

Die Analyse der R-Strategien zeigt deutlich, dass die Circular Economy in der Region bislang stark auf Recycling fokussiert ist, während höhere Wertschöpfungsstufen wie Remanufacturing, Refurbishing, Reuse oder nutzungsbasierte Modelle noch unterentwickelt sind. Eine zentrale strategische Leitlinie besteht daher im schrittweisen Ausbau höherwertiger R-Strategien, insbesondere dort, wo bestehende Kompetenzen bereits vorhanden sind und an neue Geschäftsmodelle anschließen können.

Diese Strategien stellen jedoch deutlich höhere Anforderungen an Organisation, Logistik, Qualitätssicherung, Rückverfolgbarkeit und Kundenintegration als klassische Recyclingansätze. Voraussetzung für ihre wirtschaftliche Skalierung ist eine verbesserte Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von produkt-, material- und standsbezogenen Daten über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Digitale Materialpässe, die Informationen zu Materialzusammensetzung, Herkunft, Reparierbarkeit, Austauschbarkeit und End-of-Life-Optionen systematisch bündeln, schaffen die notwendige Transparenz und Datenqualität. Sie unterstützen Unternehmen dabei, die komplexen Anforderungen höherwertiger R-Strategien zu adressieren und verkürzen zugleich Such- und Verarbeitungsprozesse entlang der Wertschöpfungskette.

Auf europäischer Ebene wird dieser Datenansatz durch den Digital Product Passport (DPP) verbindlich unterstützt: Im Rahmen der EU-Ökodesign-Verordnung (vgl. Europäische Union, 2024) sollen ab 2027 für eine wachsende Zahl von Produktgruppen standardisierte digitale Produktpässe eingeführt werden, die einheitlich strukturierte Informationen über Materialien, Umwelt- und Kreislaufindikatoren, Reparatur- und Recyclingfähigkeit sowie weitere produktspezifische Daten bereitstellen. Durch die Bereitstellung solcher Daten über den gesamten Lebenszyklus hinweg wird die Transparenz entlang von Lieferketten erhöht und zugleich eine datengestützte Basis für strategische Entscheidungen, Qualitätssicherungsprozesse und zirkuläre Geschäftsmodelle geschaffen. Der DPP fungiert damit als regulatorischer und operativer Enabler für CE-Strategien, weil er die Dateninfrastruktur liefert, die für das Funktionieren höherwertiger R-Strategien notwendig ist (vgl. Datenportal Europa, 2024).

Ergänzend dazu spielen digitale Plattformen eine entscheidende Rolle als infrastruktureller Enabler der Circular Economy. Plattformbasierte Lösungen ermöglichen die Koordination von Rücknahme, Logistik, Aufarbeitung und Wiedervermarktung über Unternehmensgrenzen hinweg und senken damit die Transaktionskosten zirkulärer Geschäftsmodelle. Sie schaffen Schnittstellen zwischen Herstellern, Zulieferern, Service- und Reparaturdienstleistern sowie Kunden und unterstützen nicht nur Remanufacturing und Refurbishing, sondern auch nutzungsbasierte Modelle wie Product-as-a-Service.

Der Ausbau höherwertiger R-Strategien sollte daher nicht flächendeckend, sondern zielgerichtet entlang konkreter Produktgruppen und Marktsegmente erfolgen. Die Transformationsanalyse zeigt, dass insbesondere technische Baugruppen, Maschinenkomponenten und modulare Systeme hierfür geeignet sind, da sie hohe Wertdichten, lange Lebenszyklen und klar definierte Schnittstellen aufweisen. Materialpässe und digitale Plattformen können hier schrittweise eingeführt und erprobt werden, um zunächst Pilotanwendungen zu skalieren und darauf aufbauend komplexere zirkuläre Wertschöpfungsmodelle zu entwickeln.

Insgesamt wird deutlich, dass „Data to scale“ – also die systematische Nutzung digitaler Produkt- und Materialdaten – ein zentraler Erfolgsfaktor für die Weiterentwicklung der Circular Economy in der Region ist: Erst durch standardisierte Datenwerke wie den DPP und durch digitale Plattformstrukturen lassen sich höhere R-Strategien wirtschaftlich tragfähig umsetzen und über einzelne Pilotprojekte hinaus skalieren.

3. DE-RISK TRANSITION:

Circular Economy als Transformationsinstrument

Die Ergebnisse der qualitativen Analyse zeigen, dass Remanufacturing- und Refurbishing-Ansätze von Unternehmen weniger als isolierte Nachhaltigkeitsmaßnahmen, sondern vielmehr als pragmatische Übergangslösungen im industriellen Transformationsprozess verstanden werden. Sie ermöglichen es, bestehende produkt- und prozessbezogene Kompetenzen – etwa in der mechanischen Bearbeitung, Montage, Prüfung und Qualitätssicherung – weiterhin wirtschaftlich zu nutzen und schrittweise an neue technologische Anforderungen anzupassen.

Diese Ansätze tragen dazu bei, Transformationsrisiken zu reduzieren, da sie Investitionsbedarfe strecken, bestehende Infrastrukturen einbinden und zusätzliche Erlösquellen während des Übergangs in neue Markt- und Technologiefelder eröffnen. Vor dem Hintergrund unsicherer Zeitachsen und Marktentwicklungen, insbesondere im Zuge der Transformation zur Elektromobilität, fungieren Remanufacturing und Refurbishing damit faktisch als Brückenelemente zwischen bestehenden und zukünftigen Wertschöpfungslogiken.

Gleichzeitig wird deutlich, dass Circular-Economy-Aktivitäten in vielen Unternehmen noch überwiegend getrennt von übergeordneten Transformations- und Innovationsstrategien betrachtet werden. Die Analyse legt jedoch nahe, dass gerade eine integrierte Verknüpfung von Circular Economy und Elektromobilität erhebliche strategische Potenziale birgt. Eine solche Ausrichtung erlaubt es, bestehende industrielle Kompetenzen gezielt in neue technologische Kontexte zu überführen, wirtschaftliche Stabilität im Übergang zu sichern und die Circular Economy als aktiven Hebel des strukturellen Wandels zu nutzen.

4. GEMEINSAM STARK:

Kooperation und Governance als CE Erfolgsfaktor

Nahezu alle identifizierten Chancen der Circular Economy setzen kooperative Strukturen voraus. Regionale Materialkreisläufe, Second-Life-Konzepte oder datenbasierte Plattformlösungen lassen sich nicht durch einzelne Unternehmen allein realisieren.

Eine zentrale strategische Leitlinie ist daher der Aufbau klarer Governance- und Koordinationsstrukturen, die bestehende Netzwerke bündeln, Rollen klären und langfristige Verlässlichkeit schaffen. Die Interviews zeigen, dass Unternehmen grundsätzlich kooperationsbereit sind, jedoch klare Ansprechpartner, transparente Nutzenargumente und rechtliche Sicherheit erwarten.

5. CHANCEN-RISIKEN-ANALYSE

5.2 Identifikation potenzieller CE Geschäftsmodellfelder

Auf Basis der integrierten Analyse lassen sich mehrere typisierte Geschäftsmodellfelder identifizieren, die für Unternehmen in der Region Heilbronn-Franken besonders relevant sind bzw. an Bedeutung gewinnen werden (vgl. Anhang C). Diese unterscheiden sich hinsichtlich Reifegrad, Investitionsbedarf und Skalierungspotenzial und dienen als Orientierung bei der Abwägung und Ausrichtung künftiger CE-Aktivitäten:

1. Industrielle Kreisläufe & Recyclingnetzwerke
2. Produktnutzungs- und Lebensdauerverlängerung
3. Biobasierte und stoffliche Reststoffverwertung
4. Digitale & systemische Plattformmodelle
5. Design & Bildung für Kreislaufwirtschaft

Diese Geschäftsfelder decken unterschiedliche Stufen des Produkt- und Materiallebenszyklus ab und adressieren sowohl technische als auch organisatorische, digitale und kulturelle Voraussetzungen der Circular Economy. Im Folgenden werden sie näher beschrieben und eingeordnet.

Ein zentrales Geschäftsfeld stellen industrielle Kreisläufe und Recyclingnetzwerke dar. Der Fokus liegt hierbei auf dem Aufbau geschlossener Stoff- und Materialkreisläufe zwischen Unternehmen, insbesondere innerhalb industriell geprägter Regionen. Abfälle, Nebenprodukte oder nicht mehr aufarbeitbare Komponenten werden nicht als Entsorgungsproblem betrachtet, sondern als potenzielle Sekundärrohstoffe, die in anderen Produktionsprozessen wiederverwendet werden können. Ergänzend fungieren solche Netzwerke als Auffanglösung für Materialien aus Second-Life-, Remanufacturing- oder Refurbishing-Prozessen, die nicht erneut in hochwertige Nutzungskreisläufe zurückgeführt werden können. Die Region Heilbronn-Franken bietet hierfür aufgrund ihrer starken industriellen Basis – insbesondere in den Bereichen Automotive, Maschinenbau und Chemie – sowie vorhandener Entsorgungs- und Logistikstrukturen günstige Voraussetzungen. Regionale Industrie- und Gewerbeparks eröffnen dabei besondere Chancen für die räumliche Nähe von Stoffströmen und die Entwicklung industrieller Symbiosen. Relevante Circular-Economy-Themen sind in diesem Geschäftsfeld vor allem Abfallmanagement, die Erschließung von Recyclingpotenzialen, eine effizientere Ressourcennutzung sowie die Vermeidung von Kreislaufverlusten.

Eng damit verknüpft, jedoch stärker produkt- und nutzungsorientiert, ist das Geschäftsfeld der Produktnutzungs- und Lebensdauerverlängerung. Ziel ist es, Produkte möglichst lange im Nutzungskreislauf zu halten und ihren Wert über Reparatur, Wiederaufarbeitung und Mehrfachnutzung zu erhalten. Im Mittelpunkt stehen insbesondere Remanufacturing- und Refurbishing-Ansätze, da diese sich derzeit als wirtschaftlich tragfähig und technisch gut umsetzbar erweisen. In vielen Unternehmen existieren entsprechende Aktivitäten bislang eher informell oder projektbezogen, ohne strategische Einbettung. Die Region verfügt über eine ausgeprägte Fertigungs- und Qualitätskompetenz sowie eine dichte Werkstatt- und Serviceinfrastruktur, was insbesondere für standardisierte und technisch anspruchsvolle Komponenten von Vorteil ist. Durch strukturierte Rücknahme-, Prüf- und Wiederaufarbeitungsprozesse lassen sich nicht nur Material- und Ressourceneffizienz steigern, sondern auch signifikante CO₂-Einsparungen realisieren. Dieses Geschäftsfeld adressiert insbesondere die Circular-Economy-Themen lange Nutzungsdauer, Wieder- und Weiterverwendung von Materialien, Ressourcennutzung und Klimawirkung.

Ein weiteres relevantes Geschäftsfeld ist die biobasierte und stoffliche Reststoffverwertung. Im Unterschied zu technischen Kreisläufen stehen hier organische Abfälle und Reststoffe aus Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie und Holzverarbeitung im Mittelpunkt. Ziel ist es, diese Stoffe stofflich oder – wo eine direkte Wiederverwendung nicht sinnvoll ist – energetisch zu verwerten. Besonders in landwirtschaftlich geprägten Teilregionen wie Hohenlohe oder dem Main-Tauber-Kreis bestehen hierfür substantielle Potenziale. Gleichzeitig gewinnt die Bioökonomie als Zukunftsfeld an Bedeutung, nicht zuletzt durch den Zugang zu spezifischen Förderprogrammen. Mögliche Anwendungen reichen von der Nutzung von Holz- und Agrarreststoffen über die Erzeugung von Biogas und Düngemitteln bis hin zur Entwicklung biobasierter Materialien und Biopolymere. Charakteristisch für dieses Geschäftsfeld sind Kooperationen zwischen Landwirtschaft, Industrie und Entsorgungswirtschaft. Zentrale Circular-Economy-Aspekte sind hier Abfallmanagement, Recyclingpotenziale, Ressourcennutzung sowie die gute Abbaubarkeit und Umweltverträglichkeit der eingesetzten Materialien.

Als übergreifender Enabler für nahezu alle zirkulären Ansätze erweisen sich digitale und systemische Plattformmodelle. Diese ermöglichen eine datenbasierte Vernetzung von Akteuren entlang der Wertschöpfungskette und schaffen Transparenz über Materialflüsse, Qualitäten, Mengen und Verfügbarkeiten. Digitale Lösungen unterstützen damit sowohl industrielle Kreisläufe als auch Second-Life-, Remanufacturing- und Recyclingmodelle. In der Region ist eine zunehmende Digitalisierung der Industrie zu beobachten, begleitet von einer guten Vernetzung über Cluster, Kammern und weitere Netzwerke. Gleichzeitig besteht insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen ein hoher

Unterstützungsbedarf hinsichtlich Datenverfügbarkeit, Systemintegration und digitaler Kompetenzen. Konkrete Anwendungen umfassen digitale Stoffstromplattformen, Material- und Komponentenmarktplätze, digitale Produktpässe sowie Tracking- und Matching-Systeme. Im Mittelpunkt stehen hier die effiziente Ressourcennutzung, die Vermeidung von Kreislaufverlusten, die Identifikation von Recyclingpotenzialen sowie der Aufbau einer belastbaren Datenbasis.

Ein fünftes, querschnittlich wirkendes Geschäftsfeld betrifft Design und Bildung für die Kreislaufwirtschaft. Produktgestaltung, Qualifizierung und Beratung werden als grundlegende Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung zirkulärer Geschäftsmodelle verstanden. Bereits in der Designphase werden entscheidende Weichen gestellt, etwa hinsichtlich Reparierbarkeit, Demontagefähigkeit, Materialwahl oder Rücknahmelogistik. Darüber hinaus adressiert dieses Geschäftsfeld organisatorische und kulturelle Hemmnisse innerhalb von Unternehmen, die einer zirkulären Transformation häufig im Wege stehen. Die Region verfügt mit der Hochschule Heilbronn, der DHBW sowie weiteren Weiterbildungs- und Innovationszentren über eine starke Bildungs- und Wissensbasis mit hoher Praxisnähe. Mögliche Geschäftsmodelle reichen von Ökodesign- und Materialberatung über Schulungen zu Circular Design und zirkulären Geschäftsmodellen bis hin zum Aufbau regionaler Wissensnetzwerke, etwa in Form einer Circular Academy. Relevante Circular-Economy-Themen sind insbesondere lange Nutzungsdauer, Wiederverwendung von Materialien, Ressourcennutzung sowie der systematische Kompetenzaufbau.

Zusammenfassende Bewertung

Die Chancen-Risiken-Analyse macht deutlich, dass die Circular Economy für die Region Heilbronn-Franken kein kurzfristiger Effizienzhebel, sondern ein mittel- bis langfristiger Struktur- und Innovationspfad ist. Die größten Potenziale liegen dort, wo bestehende industrielle Stärken mit neuen Kooperations- und Geschäftsmodellansätzen verknüpft werden.

Gleichzeitig zeigt die Analyse, dass eine erfolgreiche Circular Economy Umsetzung nur dann gelingt, wenn wirtschaftliche Tragfähigkeit, regulatorische Klarheit und organisatorische Umsetzbarkeit gemeinsam adressiert werden (vgl. Corvellec et al., 2022). Diese Erkenntnisse bilden die inhaltliche Grundlage für die im folgenden Kapitel abgeleiteten konkreten Handlungsempfehlungen und Maßnahmen für die Region.



6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE REGION

Die Handlungsempfehlungen leiten sich aus den Ergebnissen der Unternehmensanalyse, der Trendanalyse, den Experteninterviews sowie der erweiterten SWOT- und Chancen-Risiken-Bewertung ab. Ziel ist es, die identifizierten Circular-Economy-Potenziale nicht nur analytisch zu beschreiben, sondern in konkrete, realistisch umsetzbare Maßnahmen zu überführen.

Grundsätzlich gilt: Die Circular Economy in der Region Heilbronn-Franken sollte nicht als isoliertes Nachhaltigkeitsthema verstanden werden, sondern als strukturpolitisches Entwicklungsfeld, das eng mit Industrie-, Innovations- und Transformationsstrategien verknüpft ist. Die Handlungsempfehlungen und Maßnahmen sind in gemeinschaftlicher Arbeit aller Projektbeteiligten entstanden und stellen einen ersten Fahrplan für Folgeaktivitäten dar.

Die zentralen Handlungsempfehlungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. **Aufbau einer koordinierten regionalen Circular-Economy-Struktur**

Übergang von fragmentierten Einzelprojekten hin zu einer klar erkennbaren regionalen Architektur mit verbindlichen Ansprechpartnern und verlässlichen Strukturen sowie regulatorische Begleitung.

2. **Fokussierung auf wenige, wirkungsstarke inhaltliche Schwerpunkte**

Priorisierung ausgewählter Material- und Anwendungsfelder (insbesondere Metall, Kunststoff sowie Remanufacturing/Refurbishing) und Umsetzung konkreter Pilotkreisläufe.

3. **Gezielte Unterstützung von Unternehmen bei der Umsetzung**

Entwicklung praxisnaher, niedrigschwelliger Unterstützungsformate für insbesondere kleine und mittlere Unternehmen sowie aktive Förderung von Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette.

4. **Nutzung von Daten und Digitalisierung als Ermöglicher**

Aufbau gemeinsamer regionaler Daten- und Plattformlösungen zur Transparenz von Stoffströmen, zur Vernetzung von Akteuren und zur Reduzierung von Transaktionskosten.

5. **Schrittweise, lernende Umsetzung mit klarer zeitlicher Perspektive**

Strukturierte Umsetzung entlang eines kurz-, mittel- und langfristigen Zeithorizonts – von Pilotprojekten über Skalierung bis hin zu höherwertigen zirkulären Geschäftsmodellen.

Von Einzelprojekten zu einer regionalen Struktur

Die Analyse zeigt, dass Circular-Economy-Aktivitäten in der Region bislang häufig fragmentiert und thematisch begrenzt umgesetzt werden. Um nachhaltige Effekte zu erzielen, ist ein Übergang von isolierten Initiativen hin zu einer koordinierten regionalen Struktur erforderlich.

Empfohlen wird der Aufbau einer klar erkennbaren regionalen Circular-Economy-Architektur, die bestehende Netzwerke und Initiativen bündelt, thematische Schwerpunkte setzt und Unternehmen Orientierung bietet. Diese Struktur muss nicht neu geschaffen werden, sondern sollte gezielt auf vorhandenen Institutionen, Netzwerken und Kompetenzen aufbauen. Ziel ist es, Verlässlichkeit zu schaffen, Doppelstrukturen zu vermeiden und Investitionsentscheidungen zu erleichtern.

Ein zentrales Ergebnis der Experteninterviews ist der Wunsch nach klaren Ansprechpartnern und verlässlichen Strukturen. Empfohlen wird daher die Benennung einer zentralen Koordinationsfunktion für Circular Economy auf regionaler Ebene. Diese sollte Aktivitäten bündeln, Akteure vernetzen und als Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Politik und Forschung fungieren. Regulatorische Anforderungen werden von Unternehmen häufig als Hemmnis wahrgenommen, sind jedoch zugleich ein zentraler Treiber der Circular Economy. Eine proaktive, praxisnahe Begleitung – etwa durch verständliche Leitfäden, Dialogformate oder die gezielte Nutzung von Förderprogrammen – kann dazu beitragen, Investitionssicherheit zu erhöhen und Innovationsbereitschaft zu stärken.

Klare inhaltliche Schwerpunkte setzen

Als sinnvoller Einstieg in die Umsetzung der Circular Economy empfiehlt sich eine klare Priorisierung weniger, aber wirksamer Handlungsfelder. Besonders geeignet sind die Materialcluster Metall und Kunststoff, da hier hohe Materialvolumina, bestehende Recycling- und Aufbereitungskompetenzen sowie eine hohe Dichte potenzieller Abnehmer und Verwerter zusammentreffen.

Empfohlen wird die Umsetzung von zwei bis drei regionalen Pilotkreisläufen, die exemplarisch zeigen, wie Output-Input-Ketten regional geschlossen werden können. Diese Pilotprojekte sollten bewusst praxisnah, wirtschaftlich nachvollziehbar und messbar angelegt sein. Ihr Ziel ist es, konkrete Lernerfahrungen zu ermöglichen, Vertrauen bei Unternehmen aufzubauen und skalierbare Modelle zu entwickeln.

Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt liegt im systematischen Ausbau von Remanufacturing- und Refurbishing-Aktivitäten. Diese zählen zu den tragfähigsten Circular-Economy-Strategien der Region, werden bislang jedoch nur punktuell genutzt. Ins-

besondere für Unternehmen im Transformationsprozess, etwa im Übergang von Verbrenner- zu Elektromobilitätswertschöpfung, bieten sie die Möglichkeit, bestehende Kompetenzen weiterzuentwickeln und neue Erlösquellen zu erschließen.

Unternehmen gezielt bei der Umsetzung unterstützen

Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen stehen bei der Umsetzung zirkulärer Strategien vor begrenzten personellen und finanziellen Ressourcen. Allgemeine Informationsangebote greifen hier zu kurz. Stattdessen braucht es konkrete, niedrigschwellige Unterstützungsformate, die direkt an der betrieblichen Praxis ansetzen.

Empfohlen wird der Ausbau zielgruppenspezifischer Angebote wie Umsetzungscoachings, praxisorientierter Qualifizierungen oder regionaler Best-Practice-Formate. Ziel ist es, Einstiegshürden zu senken und Circular Economy als wirtschaftlich sinnvolle Option erfahrbar zu machen.

Ein weiterer zentraler Hebel ist die gezielte Förderung von Kooperationen. Viele Circular-Economy-Potenziale scheitern nicht an der Technologie, sondern an fehlenden Partnern entlang der Wertschöpfungskette. Strukturierte Partnermatching-Formate – etwa moderierte Workshops, projektbezogene Konsortien oder digitale Matching-Tools – können helfen, konkrete Umsetzungsprojekte anzustoßen.

Daten und Digitalisierung als Ermöglicher nutzen

Die Studie zeigt deutlich, dass Datenverfügbarkeit und Transparenz zentrale Voraussetzungen für funktionierende Kreisläufe sind. Gleichzeitig verfügen viele Unternehmen nicht über die notwendigen IT-Ressourcen, um entsprechende Lösungen eigenständig aufzubauen.

Empfohlen wird daher der schrittweise Aufbau gemeinsamer regionaler Daten- und Plattformlösungen, etwa für Material- und Nebenproduktströme, Rückverfolgbarkeit oder Partnermatching. Diese Lösungen sollten als gemeinsame Infrastruktur verstanden werden, die Unternehmen unterstützt, anstatt zusätzliche Komplexität zu erzeugen. Ziel ist es, Transaktionskosten zu senken und Skalierung zu ermöglichen.

Schrittweise Umsetzung mit klarer Perspektive

Die Umsetzung der Circular Economy in der Region Heilbronn-Franken sollte schrittweise und lernend erfolgen. Kurzfristig stehen Pilotkreisläufe, Partnermatching und konkrete Unterstützungsangebote für Unternehmen im Vordergrund. Mittelfristig geht es um die Skalierung erfolgreicher Modelle, den Aufbau gemeinsamer Dateninfrastrukturen und die Qualifizierung von Fachkräften. Langfristig können höherwertige R-Strategien im Bereich Produktdesign, neue Geschäftsmodelle und eine stärkere internationale Vernetzung etabliert werden.





6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE REGION

Abschluss: Die Rolle der Wirtschaftsförderung und von TRANSFORMATIVE

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Region Heilbronn-Franken über gute Voraussetzungen verfügt, um Circular Economy als wirtschaftlich relevantes Entwicklungsfeld zu etablieren. Industrielle Fertigungstiefe, vielfältige Material- und Branchenstrukturen sowie vorhandene Kompetenzen in Recycling, Wiederaufarbeitung und industrieller Produktion bilden eine belastbare Ausgangsbasis. Gleichzeitig wird deutlich, dass viele Potenziale bislang nicht systematisch genutzt werden, da es an Koordination, Priorisierung und praxisnaher Umsetzung fehlt.

An dieser Stelle kommt der Wirtschaftsförderung – und insbesondere dem Projekt TRANSFORMATIVE – eine zentrale Rolle zu. Die Circular Economy ist kein Thema, das einzelne Unternehmen isoliert umsetzen können. Regionale Materialkreisläufe, Remanufacturing-Ansätze oder Second-Life-Modelle entstehen nur dort, wo Akteure entlang der Wertschöpfungskette zusammengebracht, Vorhaben konkretisiert und Hürden gemeinsam gelöst werden.

TRANSFORMATIVE kann genau diese Rolle übernehmen: als Schnittstelle zwischen Analyse und Umsetzung. Während die Studie aufzeigt, wo zirkuläre Potenziale bestehen, liegt die Stärke des Projekts TRANSFORMATIVE darin, diese Erkenntnisse in konkrete Aktivitäten zu überführen – etwa durch die Initiierung regionaler CE-Pilotprojekte, die gezielte Vernetzung von Unternehmen oder die Begleitung erster Umsetzungsschritte. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen schafft dies einen niedrigschwelligen Zugang zu einem komplexen Thema.

Ein weiterer zentraler Hebel ist das Thema Qualifizierung und Wissenstransfer, das in den Experteninterviews wiederholt als entscheidender Erfolgsfaktor benannt wurde. Viele Unterneh-

men sehen einen konkreten Bedarf an praxisnahen Schulungen, Trainings und Austauschformaten, um Circular Economy besser zu verstehen und im eigenen Betrieb umsetzen zu können. TRANSFORMATIVE kann hier ansetzen, indem es gezielte Weiterbildungsangebote zu CE-relevanten Themen – etwa Materialkreisläufen, Remanufacturing, regulatorischen Anforderungen oder Geschäftsmodellen – bündelt und zugänglich macht. Ergänzend bieten regelmäßige Netzwerk- und Austauschformate die Möglichkeit, Erfahrungen zu teilen, voneinander zu lernen und Kooperationen anzubahnen.

Ein weiterer Mehrwert liegt in der Fokussierung. Statt viele Einzelaktivitäten parallel zu verfolgen, kann TRANSFORMATIVE dazu beitragen, klare Schwerpunkte zu setzen – etwa auf ausgewählte Materialkreisläufe oder auf Remanufacturing- und Refurbishing-Ansätze. Solche fokussierten Pilotprojekte schaffen Sichtbarkeit, ermöglichen Lernprozesse und bilden die Grundlage für spätere Skalierung.

Darüber hinaus trägt die Wirtschaftsförderung dazu bei, Kooperationen verlässlich zu organisieren. Unternehmen benötigen klare Ansprechpartner, transparente Prozesse und Vertrauen, um gemeinsam neue Wertschöpfungsansätze zu erproben. Eine neutrale Koordination erleichtert es, Wettbewerbsinteressen zu berücksichtigen und dennoch gemeinsam voranzugehen.

Zusammenfassend zeigt die Studie: Die Circular Economy bietet für die Region Heilbronn-Franken reale wirtschaftliche Chancen. Entscheidend ist jedoch, dass die Analyseergebnisse in einen konkreten, sichtbaren Umsetzungsfahrplan überführt werden. Die Wirtschaftsförderung und TRANSFORMATIVE können hier als praktischer Motor wirken – indem sie Akteure zusammenbringen, Schwerpunkte setzen und den Übergang von der Idee zur Umsetzung aktiv begleiten.



7. ANHANG

Anhang A: Erweiterte Dokumentation Bestandsaufnahme

#	Name der Initiative	Träger / Akteur(e)	Typ	Zielsetzung (Kurzfassung)
1	Allianz Industrie 4.0 BW	VDMA BW, Land BW	Netzwerk	Industrie 4.0 und nachhaltige Produktion
2	BDI Initiative Circular Economy	BDI	Wirtschaftsverband	Industriepolitische Positionierung zu CE
3	CE Roadmap Deutschland	CEID, acatech	Strategie	Strategische Leitlinien für CE in Deutschland
4	CIRCULAR 4.0	bwcon	EU-Projekt	Digitalisierung als Enabler der CE
5	Circular CoLAB	Umwelttechnik BW	Netzwerk	Erprobung neuer CE-Kooperationsformate
6	Circular Länd	UM BW, Umwelttechnik BW	Landesplattform	Zentrale Vernetzung von CE-Aktivitäten in BW
7	CORDIS	EU-Kommission	Plattform	EU-Forschungs- und Innovationsdatenbank
8	EU Circular Economy Action Plan	EU-Kommission	Strategie	EU-weiter Rahmen für CE
9	EVOLUTE	WFG Heilbronn, EU-Cluster	Netzwerk	Internationale Clusterkooperation für nachhaltige Industrie
10	Förderdatenbank BMWK	BMWK	Plattform	Förderprogramme Bund, Länder und EU
11	Förderportal des Bundes	Bundesregierung	Plattform	Zentrale Übersicht über Bundesförderprogramme
12	Fraunhofer IAO CE-Forschung	Fraunhofer IAO	Forschung	CE-Geschäftsmodelle, Digitalisierung, Arbeitssysteme
13	Green Tech Initiativen BW	Umweltministerium BW	Netzwerk	Koordination von Green-Tech- und CE-Initiativen
14	Hochschule Heilbronn CE-Forschung	Hochschule Heilbronn	Forschung	Anwendungsorientierte CE-Forschung und Wissenstransfer
15	HYDROGENIUM	DLR, Fraunhofer IAO, HHN, WFG	Forschung	Förderung von Wasserstofftechnologien und Technologietransfer
16	IFF Universität Stuttgart	Universität Stuttgart	Forschung	Remanufacturing und Demontageforschung
17	IHK Heilbronn-Franken CE-Beratung	IHK Heilbronn-Franken	Beratung	CE- und Nachhaltigkeitsberatung für Unternehmen
18	INEC Hochschule Pforzheim	Hochschule Pforzheim	Forschung	Industrial Ecology und Ressourceneffizienz
19	KEFF+ Heilbronn-Franken	WHF	Beratung	Ressourceneffizienzberatung für KMU
20	Klimaschutz Landkreis Heilbronn	Landratsamt Heilbronn	Verwaltung	Klimaschutz und Abfallvermeidung
21	Kreislaufwirtschaftsportfolio WFG Heilbronn	WFG Heilbronn	Wirtschaftsförderung	Aufbau eines regionalen CE-Portfolios und neuer Wertschöpfungsketten
22	Landeslotsenstelle Transformationswissen BW	e-mobil BW	Netzwerk	Vernetzung von Transformationsnetzwerken
23	Landesstrategie Bioökonomie BW	Land BW	Strategie	BW als Leitregion für Bioökonomie
24	MATEX	WFG Heilbronn, Danish Materials Network	Netzwerk	Deutsch-dänische Kooperation zu Material- und CE-Innovationen
25	Modell Hohenlohe	Landratsamt Hohenlohekreis	Regionales Netzwerk	Regionale Umsetzung von Kreislaufwirtschaft
26	Nachhaltigkeitsstrategie Stadt Heilbronn	Stadt Heilbronn	Verwaltung	Nachhaltige Stadtentwicklung
27	Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie	BMUV	Strategie	Nationale CE-Gesamtstrategie
28	NeRess	VDI ZRE	Netzwerk	Beraternetzwerk Ressourceneffizienz
29	Plattform Ressourceneffizienz Deutschland	VDI ZRE	Plattform	Wissensplattform zu Ressourceneffizienz
30	POLREC	WFG Heilbronn	Netzwerk	Stärkung des Kunststoffrecyclings und Schließung von Stoffkreisläufen
31	Projekttatlas Umwelttechnik BW	Umwelttechnik BW	Plattform	Übersicht über CE- und Umweltprojekte
32	RE-INCITE	WFG, Partner	EU-Projekt / Transnationales Projekt	Kreislaufwirtschaft, Vernetzung, Nutzung Reststoffe als Sekundärmaterial
33	Ressourceneffizienz-Netzwerk BW	Umweltministerium BW	Netzwerk	Vernetzung von Ressourceneffizienz-Akteuren
34	Transformationsnetzwerk Ostwürttemberg	IHK Ostwürttemberg u.a.	Netzwerk	Transformation der Automobilzulieferindustrie
35	TRANSFORMATIVE	WFG Heilbronn, WHF	Netzwerk	Transformation der Automobilwirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit und CE
36	TransformativeDIALOG	WFG Heilbronn	Netzwerk	Branchennetzwerk für CE, Digitalisierung und Transformation
37	Umwelttechnik BW	Umwelttechnik BW	Landesagentur	Förderung von Umwelttechnik und CE in BW
38	VDI ZRE	VDI, BMUV	Netzwerk	Kompetenzzentrum Ressourceneffizienz
39	ZIRU	Umwelttechnik BW	Forschung/Beratung	CE in Produktentwicklung und Design verankern

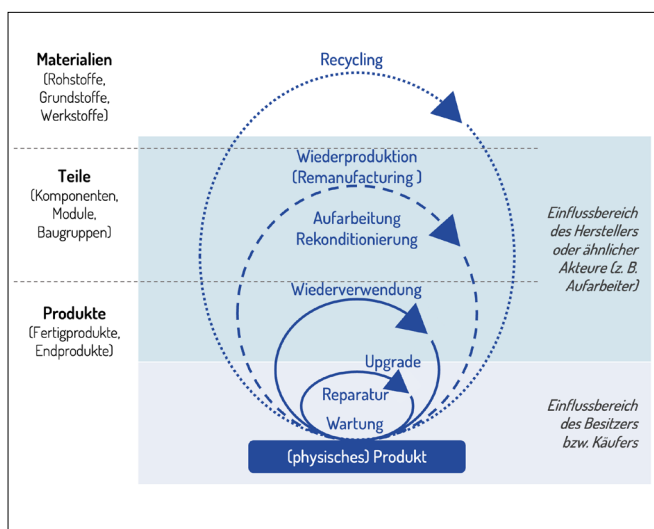
Tabelle 5: Übersicht Bestandsaufnahme CE Aktivitäten

Anhang B: Interviewleitfaden – CE in Automotive/Zuliefererindustrie, Region Heilbronn-Franken

0) Einstieg & CE-Verständnis

1. Wie definieren Sie „Circular Economy“ in Ihrer Organisation, und welche Elemente gehen über das reine „Recycling / Kreislaufwirtschaft“ hinaus?
2. Welche Rolle hat Ihre Organisation in Wertschöpfungs- und Stoffströmen, und aus welcher Perspektive (Produkt, Service/Logistik, Material, Daten/Standards, Policy/Finanzierung) möchten Sie heute antworten?

A) Relevanz-Mapping entlang der Kreislauf-Grafik



3. Wie hoch ist die zukünftige Relevanz bis 2030 (1–5) der Ansätze Wartung, Reparatur, Upgrade, Wiederverwendung, Aufarbeitung/Rekonditionierung, Remanufacturing, Recycling für Ihre Organisation?
4. Welche drei Ansätze besitzen für Sie die größten Wertschöpfungspotenziale (Umsatz, Kostensenkung, Risikoreduktion, CO₂-Effekte) – und warum?

B) Wertschöpfungskette & Touchpoints

5. An welchen Prozess-/Schnittstellen der Kette (z. B. Rücknahme, Sortierung, Zustandsbewertung, Demontage, Transport/Logistik, Aufarbeitung, Datenbereitstellung, Zertifizierung) können Sie den meisten Hebel für Ihre Top-Ansätze setzen?

6. Welche Partnerrollen (Kunden, Zulieferer, Logistiker, Recycler, Serviceprovider, Plattformen, Finanzierer, Behörden) sind entscheidend, und wo fehlen heute geeignete Partner?

C) Business-Case & Machbarkeit

7. Wie bewerten Sie die aktuelle Umsetzbarkeit (1–5) Ihrer Top-2 Ansätze, und welche zwei Bedingungen müssten erfüllt sein, um in den Pilotbetrieb zu gehen?
8. Welche Business-Case-Logik erwarten Sie (z. B. Service-Umsatz, Zweitmarkt-Marge, Material-/Entsorgungskosten-effekt, Verfügbarkeits-/Qualitätsnutzen) und welcher Payback-Korridor ist realistisch (<2 J., 2–4 J., >4 J.)?

D) Enabler & Hürden

9. Welche technischen Fähigkeiten benötigen Sie prioritär (Demontagefähigkeit, Test/Prüfprozesse, Sortier-/Trenntechnik, Logistik-Konzepte, Additive, Aufarbeitung), und wo liegt die größte Lücke?
10. Welche Daten/Standards/Nachweise sind zwingend (Serialisierung/Produktpass, Zustands-/Nutzungsdaten, Compliance/Haftung, Qualitätsklassen), und an welcher Interoperabilitätsstelle klemmt es am meisten (intern ↔ extern)?
11. Welche vertraglichen/regulatorischen Punkte (Eigentum bei Rücknahme, Gewährleistung nach Aufarbeitung, Transportrecht, Qualitätszertifikate) müssten geklärt werden, und welche Quick-Wins sehen Sie?

E) Region & TRANSFORMATIVE

12. Welche regionalen Besonderheiten in Heilbronn-Franken (Rezyklat-Verfügbarkeit, Dichte an Aufbereitern/Recycler, Logistik-Infrastruktur, Qualifikationen) unterstützen/behindern Ihre Top-Ansätze, und wo besteht der dringende Handlungsbedarf?
13. In welchen drei Feldern kann TRANSFORMATIVE am meisten bewirken (Partner-Matching, Pilot-/Demontage-Hubs, Daten-/Standardinitiativen, Förder-/Finanzierungsnavigation, Qualifizierung, Best-Practice-Transfer) – bitte priorisieren.

F) Abschluss & Next Steps

14. Welche zwei Pilotideen möchten Sie konkret weiterverfolgen (Arbeitstitel, 12–18 Monate, erwarteter Nutzen, benötigte Partner), welche KPIs würden Sie dafür vorschlagen, und wer ist Ihr interner Ansprechpartner?

7. ANHANG

Anhang C: Erweiterte Dokumentation Chancen-Risiken-Analyse

#	Geschäftsfeld	Inhalt / Kernidee	Regionale Chancen (Heilbronn-Franken)	Beispiele für Geschäftsmodelle & Anwendungen	Relevante CE-Themen
1	Industrielle Kreisläufe & Recyclingnetzwerke	Aufbau geschlossener Stoff- und Materialkreisläufe zwischen Unternehmen; Nutzung von Abfällen, Nebenprodukten und nicht mehr wiederverwendbaren Komponenten als Sekundärrohstoffe. Ergänzend Auffanglösung für Materialien aus Second-Life- und Remanufacturing-Prozessen.	Starke industrielle Basis (Automotive, Maschinenbau, Chemie); bestehende Entsorgungs- und Logistikstrukturen; Potenzial für regionale Stoffstromkopplungen in Industrie- und Gewerbebereichs..	Industrielle Symbiosen, regionale Recyclingallianzen, koordinierte Rückführung von Materialien, stoffliche Verwertung nicht mehr aufarbeitbarer Komponenten.	Abfallmanagement, Recyclingpotenziale, Ressourcennutzung, Vermeidung von Kreislaufverlusten
2	Produktnutzungs- und Lebensdauer- verlängerung	Verlängerung von Produktlebenszyklen durch Reparatur, Wiederaufarbeitung und Mehrfachnutzung. Fokus auf Remanufacturing und Refurbishing als aktuell wirtschaftlich tragfähigste CE-Ansätze; bislang oft informell umgesetzt.	Hohe Fertigungs- und Qualitätskompetenz; starke Werkstatt- und Serviceinfrastruktur; besonders geeignet für standardisierte, technisch anspruchsvolle Komponenten.	Remanufacturing, Refurbishing, Reparaturservices, Ersatzteilkreisläufe, strukturierte Rücknahme- und Prüfprozesse.	Lange Nutzungsdauer, Wieder- und Weiterverwendung von Material, Ressourcennutzung, CO ₂ -Reduktion
3	Biobasierte und stoffliche Reststoff- verwertung	Nutzung organischer Abfälle und Reststoffe aus Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie und Holzverarbeitung; stoffliche oder energetische Verwertung dort, wo direkte Wiederverwendung nicht sinnvoll ist.	Landwirtschaftlich geprägte Teilregionen (Hohenlohe, Main-Tauber); Lebensmittelverarbeitung und Bioökonomie als Zukunftsfelder; Zugang zu Förderprogrammen.	Nutzung von Holz- und Agrarreststoffen, Biogase, Düngemittel, Biopolymere, Kooperationen zwischen Landwirtschaft, Industrie und Entsorgern.	Abfallmanagement, Recyclingpotenziale, Ressourcennutzung, gute Abbaubarkeit von Reststoffen
4	Digitale & systemische Plattformmodelle	Datenbasierte Vernetzung zur Koordination zirkulärer Wertschöpfung; Enabler für industrielle Kreisläufe, Second-Life- und Wiederaufarbeitungsmodelle. Transparenz über Materialflüsse, Qualitäten und Verfügbarkeiten.	Zunehmende Digitalisierung der Industrie; gute Vernetzung über Cluster, Kammern und Netzwerke; hoher Unterstützungsbedarf bei KMU.	Digitale Stoffstromplattformen, Material- und Komponentenmarktplätze, digitale Produktpässe, Tracking- und Matching-Systeme.	Ressourcennutzung, Vermeidung von Kreislaufverlusten, Recyclingpotenziale, Datenverfügbarkeit
5	Design & Bildung für Kreislauf- wirtschaft	Produktgestaltung, Qualifizierung und Beratung als Voraussetzung für zirkuläre Geschäftsmodelle; Fokus auf Reparierbarkeit, Rücknahmefähigkeit und Nutzungskonzepte. Überwindung organisatorischer und kultureller Hemmnisse.	Hochschulen mit Nachhaltigkeitsfokus (Hochschule Heilbronn, DHBW); Weiterbildungs- und Innovationszentren; hohe Praxisnähe.	Ökodesign- und Materialberatung, Schulungen zu Circular Design und Geschäftsmodellen, Aufbau regionaler Wissensnetzwerke (z. B. Circular Academy).	Lange Nutzungsdauer, Wiederverwendung von Material, Ressourcennutzung, Kompetenzaufbau

Tabelle 6: CE Geschäftsfelder

8. ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Definition
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol (Kunststoff)
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CAGR	Compound Annual Growth Rate (durchschnittliche jährliche Wachstumsrate)
CE	Circular Economy (Kreislaufwirtschaft)
CO ₂	Kohlendioxid
DHBW	Duale Hochschule Baden-Württemberg
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DPP	Digital Product Passport (Digitaler Produktpass)
EV	Electric Vehicle (Elektrofahrzeug)
EU	Europäische Union
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation (EU-Ökodesign-Verordnung)
H ₂	Wasserstoff
H ₂ /Alt	Wasserstoff / alternative Antriebe
ICE	Internal Combustion Engine (Verbrennungsmotor)
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LCA	Life Cycle Assessment (Lebenszyklusanalyse)
OEM	Original Equipment Manufacturer (Originalgerätehersteller)
PE	Polyethylen
PEM	Proton Exchange Membrane (Protonenaustauschmembran)
PP	Polypropylen
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
WFG	Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn GmbH

9. LITERATURVERZEICHNIS

- Chertow, M. R. (2000). *Industrial symbiosis: Literature and taxonomy*. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313–337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>. (Annual Reviews)
- Corvellec, H., Stowell, A. F., & Johansson, N. (2022). *Critiques of the circular economy*. *Journal of Industrial Ecology*, 26(2), 421–432. <https://doi.org/10.1111/jiec.13187>.
- Datenportal Europa. (2024). *EU's Digital Product Passport: Advancing transparency and sustainability*. <https://data.europa.eu/en/news-events/news/eus-digital-product-passport-advancing-transparency-and-sustainability>.
- Deutsches Institut für Normung e. V. (2023). DIN SPEC 91472: *Remanufacturing (Reman) – Qualitätsklassifizierung für zirkuläre Prozesse*. <https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/din-spec-91472/367509951>.
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>.
- Europäische Union. (2014). *Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe* (COM 2014) 398 final/2. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:aa88c66d-4553-11e4-a0cb-01aa75ed71a1.0022.03/DOC_1&format=PDF.
- Europäische Kommission. (2020). *Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft – Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>.
- Europäische Kommission. (2023). *Regulation (EU) 2023/1542 concerning batteries and waste batteries*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R1542>.
- Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union. (2008). *Richtlinie 2008/98/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien*. Amtsblatt der Europäischen Union. <https://eurlex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098>.
- Europäische Union. (2024). *EU-Ökodesign-Verordnung (ESPR)*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj?locale=de>.
- Helms, M. M., & Nixon, J. (2010). *Exploring SWOT analysis – where are we now? A review of academic research from the last decade*. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215–251. (Emerald).
- Hina, M., Chauhan, C., Kaur, P., Kraus, S., & Dhir, A. (2022). *Drivers and barriers of circular economy business models: Where we are now, and where we are heading*. *Journal of Cleaner Production*, 333, 130049. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130049>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- Lang-Koetz, C., Wichert, P., & Deterding, L. (2025). *Finding ideas for sustainability-oriented innovations: Using Circular Business Models for innovation*. In J. Woidasky, J. Araujo, H. Hinderer & T. Viere (Hrsg.), *Applied Circular Economy Engineering*. Wiley.
- Morseletto, P. (2020). *Targets for a circular economy*. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 1–12. Article 104553. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>.
- Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E. & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain*. Planbureau voor de Leefomgeving(2544). <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/358310>.
- Priem, J., Piwowar, H., & Orr, R. (2022). *OpenAlex: A fully-open index of scholarly works, authors, venues, institutions, and concepts*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2205.01833>.
- Woidasky, J., Lang-Koetz, C. & Fimpeler, S. (Hrsg.). (2024). *Einführung in die Kreislaufwirtschaft: Betriebliches Abfall- und Nachhaltigkeitsmanagement*. Springer Nature. https://www.springerprofessional.de/betriebliches-abfall-und-nachhaltigkeitsmanagement/50045444?wt_mc=offsi.lex.literatur.serp.-x.



TIM CONSULTING

Technologie. Innovation. Management.

TIM CONSULTING

Hohnerstraße 25 | 70469 Stuttgart
Telefon + 49 (0) 711 3151 5661

tim-consulting.de

Disclaimer

Dieses Dokument wurde im Rahmen des Projekt TRANSFORMATIVE für die Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn GmbH (WFG) erstellt. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtes bedürfen der schriftlichen Zustimmung des jeweiligen Autors bzw. Erstellers.

Bildquellen:

KI-generiert mit ChatGPT (Seiten 19–23)

freepik.com (Seiten 1, 33, 35 und 36)