UNIVERSITÄT TRIER

Zirkularität und zirkulare Geschäftsmodelle in der Holzindustrie: eine empirische Untersuchung

Vom Fachbereich IV der Universität Trier zur Verleihung des akademischen Grades Doktor der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (Dr. rer. pol.) genehmigte Dissertation

von

Timo Lemcke, M.Sc.

Trier, 2025

Betreuer:	Univ.-Prof. Dr. Jörn Hendrich Block Professur für Unternehmensführung Universität Trier
1. Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. Jörn Hendrich Block Professur für Unternehmensführung Universität Trier
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Hubert Speth Studiengangsleitung BWL-Handel DHBW Mosbach
Datum der Disputation:	06.06.2025

Vorwort

Diese Dissertation wäre ohne die Unterstützung meiner Betreuer und meiner Familie nicht möglich gewesen. Ihnen möchte ich daher meinen außerordentlichen Dank aussprechen.

Zuvorderst möchte ich meinem Betreuer Prof. Dr. Jörn H. Block ausdrücklich dafür danken, dass er mir die Möglichkeit gegeben hat, an der Universität Trier zu promovieren. Gerade als externer Doktorand habe ich in den letzten viereinhalb Jahren gemerkt, dass es alles andere als selbstverständlich ist, so viel Zeit in mich zu investieren. Besonders beeindruckt hat mich Deine Auffassungsgabe und Deine schnellen Rückmeldungen. Es war für mich eine bereichernde Erfahrung, einen Einblick in die Abläufe und Herausforderungen des wissenschaftlichen Arbeitens zu erhalten. Vielen Dank!

An dieser Stelle möchte ich mich auch ganz herzlich bei meinem zweiten Betreuer, Herrn Prof. Dr. Hubert Speth, bedanken. Herr Speth begleitet mich, seit ich vor elf Jahren mein Bachelorstudium an der DHBW Mosbach begonnen habe. Sie haben mir von der ersten Begegnung an Vertrauen entgegengebracht und sind mir durch Ihre fundierten Ansichten und abgewogenen Ratschläge zu einer Art Mentor geworden. Ihre Initiative war ein wesentlicher Faktor für den Beginn dieser Promotion. Vielen Dank für die Zeit, die Sie mir in den letzten elf Jahren gewidmet haben, und insbesondere für Ihre einfühlsame Art, mit der Sie mich immer wieder motiviert haben, weiterzumachen.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, ihr seid das Fundament all meines Tuns. Liebe Mama, lieber Papa, liebe Lena, dank euch habe ich mich immer getraut, jede Herausforderung anzunehmen. Ich weiß, dass ihr immer für mich da seid und das gibt mir die größte Sicherheit. Ich habe euch so viel zu verdanken!

Liebe Elisa, ich bin Dir so dankbar für Dein unerschütterliches Verständnis und deine selbstlose Unterstützung in all den Jahren. Du hältst mir immer, nicht nur bei diesem Projekt, den Rücken frei. Dein Zuspruch ist meine größte Kraft! Ich bin unendlich glücklich, Dich an meiner Seite zu haben.

Liebe Ophilia, Du wirst Dich nicht mehr an diese Zeit erinnern, doch ich werde nie vergessen, wie Du an den Wochenenden vor meiner Tür gestanden und darauf gewartet hast, dass ich endlich aus dem Büro komme. Dein lautes Lachen war die größte Motivation, diese Dissertation zum Abschluss zu bringen und jetzt freue ich mich auf jede freie Sekunde mit dir. Du bist unser größtes Glück und diese Arbeit widme ich Dir.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort II
Abbildungsverzeichnis V
Tabellenverzeichnis V
Abkürzungsverzeichnis VII
Zusammenfassung VIII
Abstract XI
1 Einleitung 1
1.1 Motivation 2
1.2 Forschungsfrage 4
1.3 Aufbau der Arbeit 7
2 Die Holzindustrie 10
2.1 Marktteilnehmer der Holzindustrie 11
2.2 Der Wald als Rohstofflieferant einer nachhaltigen Holzindustrie 19
2.3 Regulatorische Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Holzindustrie 27
2.4 Der Holzmarkt 31
2.5 Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie 41
3 Die Kreislaufwirtschaft 73
3.1 Definition 74
3.2 Merkmale der Kreislaufwirtschaft 74
3.3 Effekte der Kreislaufwirtschaft 79
3.4 Treiber der Kreislaufwirtschaft 81
3.5 Barrieren der Kreislaufwirtschaft 84
3.6 Innovationen der Kreislaufwirtschaft 87
4 Methodisches Vorgehen 94
4.1 Qualitative Vorstudie 95
4.2 Quantitatives Vorgehen 111
5 Weitere Analysen 118
5.1 Deskriptive Analyse 119
5.2 Korrelationsanalyse 126
5.3 Weitere Analysen und robustness check 127
6 Fähigkeitsperspektive 128
6.1 Definition und Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten 129
6.2 Dynamische Fähigkeiten und Nachhaltigkeitsinnovationen 133
6.3 Dynamische Fähigkeiten und die Kreislaufwirtschaft 134
6.4 Hypothesenentwicklung 136
6.5 Forschungsdesign und Variablen 138
6.6 Ergebnisse 139

6.7 Diskussion und Implikationen 141
7 Strategieperspektive 143
7.1 Definition und Entwicklung der Strategie-Theorie 144
7.2 Wettbewerbsstrategien und Nachhaltigkeitsinnovationen 146
7.3 Wettbewerbsstrategien und die Kreislaufwirtschaft 147
7.4 Hypothesenentwicklung 148
7.5 Forschungsdesign und Variablen 149
7.6 Ergebnisse 150
7.7 Diskussion und Implikationen 152
8 Stakeholderperspektive 155
8.1 Definition und Entwicklung der Stakeholder-Theorie 156
8.2 Stakeholder-Theorie und Nachhaltigkeitsinnovationen 158
8.3 Stakeholder Theorie und die Kreislaufwirtschaft 160
8.4 Hypothesenentwicklung 162
8.5 Forschungsdesign und Variablen 164
8.6 Ergebnisse 165
8.7 Diskussion und Implikationen 167
9 Schlussbemerkungen 170
9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse 171
9.2 Validierung der Ergebnisse in der Unternehmenspraxis 175
9.3 Implikationen für Theorie und Praxis 181
9.4 Limitationen und zukünftige Forschung 189
Literaturverzeichnis 191
Anhang 230
Wissenschaftlicher Lebenslauf 248

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Struktur der Dissertation 8

Abbildung 2.1 Produktionsvolumen der Sägeindustrie im Jahr 2022 (DACH) 34

Abbildung 2.2 Der Europäische Grüne Deal 43

Abbildung 5.1 Zirkularität in den Beschaffungsprozessen 121

Abbildung 5.2 Zirkularität in der Produktion der Hauptprodukte 122

Abbildung 5.3 Zirkularität in Marketing und Vertrieb 124

Abbildung 6.1 Dynamische und operative Fähigkeiten 130

Abbildung 6.2 Forschungsdesign Fähigkeitsperspektive 138

Abbildung 7.1 Forschungsdesign Strategieperspektive 150

Abbildung 8.1 Forschungsdesign Stakeholderperspektive 165

Abbildung A4.1 Fragebogen 248

Abbildung A5.1 Histogramm Grad der Zirkularität 247

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1 Produktionsvolumen Schnittholz in CBM 2022 34

Tabelle 2.2 Import- und Exportvolumen Nadelschnittholz in CBM 2022 35

Tabelle 2.3 Importmengen Nadelrundholz in CBM 2020 - 2022 36

Tabelle 4.1 Kategorien für Experteninterviews mit Unternehmensvertretern 96

Tabelle 4.2 Kategorien für Experteninterviews mit Wissenschaftlern 96

Tabelle 4.3 Interviewpartner der qualitativen Befragung 97

Tabelle 4.4 Ergebnisse der Experteninterviews 110

Tabelle 4.5: Übersicht der teilnehmenden Industriezweige 113

Tabelle 5.1 Deskriptive Analyse der Industriezweige 119

Tabelle 5.2 Deskriptive Analyse der Industriezweige nach Geschäftsmodellbereichen 120

Tabelle 9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse 171

Tabelle A5.3 Korrelationsanalyse 230

Tabelle A5.4 Regressionsanalyse – Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten.....231

Tabelle A5.5 Regressionsanalyse – Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten.....232

Tabelle A5.6 Regressionsanalyse – Die ersten 100 Antworten.....233

Tabelle A5.7 Regressionsanalyse – Die letzten 100 Antworten.....234

Tabelle A5.8 Weitere deskriptive Statistiken.....235

Tabelle A6.1 Regressionsanalyse Fähigkeitsperspektive 238

Tabelle A6.2 Post-hoc Regressionsanalyse Fähigkeitsperspektive.....239

Tabelle A6.3 Regressionsanalyse Fähigkeitsperspektive - Zirkularität der GM-Bereiche.....240

Tabelle A7.1 Regressionsanalyse Strategieperspektive.....241

Tabelle A7.2 Mediationsanalyse Strategieperspektive.....242

Tabelle A8.1 Regressionsanalyse Stakeholderperspektive.....243

Tabelle A8.2 Regressionsanalyse Stakeholderperspektive DF -> GI.....244

Tabelle A8.3 Regressionsanalyse interne Stakeholderperspektive.....245

Tabelle A8.4 Regressionsanalyse externe Stakeholderperspektive.....246

Tabelle A8.5 Mediationsanalyse Stakeholderperspektive.....247

Abkürzungsverzeichnis

AltholzV ..... *Altholzverordnung*
AWG ..... *Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft*
BAFU ..... *Bundesamt für Umwelt*
BDH ..... *Bund Deutscher Holzwirte*
BIM ..... *Building Information Modeling*
BMEL ..... *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft*
BSH ..... *Brettschichtholz*
CBM ..... *Circular Business Model*
CNC ..... *Computerized Numerical Control*
DACH ..... *Deutschland, Österreich, Schweiz*
EEG ..... *Erneuerbare-Energien-Richtlinie, Erneuerbare-Energien-Richtlinie*
Epal ..... *European Pallet Association*
EPD ..... *Environmental Product Passport*
EU ..... *Europäische Union, Europäische Union*
EUDR ..... *European Union Deforestation Regulation*
EUTR ..... *EU Timber Regulation*
F ..... *Forschungsfrage*
FFH ..... *Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie*
FLEGT ..... *Forest Law Enforcement, Governance and Trade*
FSC ..... *Forest Stewardship Council*
GCC ..... *German Compact Composite*
GEG ..... *Gebäudeenergiegesetz*
H ..... *Hypothese*
HDF ..... *Hochdichte Faserplatte*
ISO ..... *International Organization for Standardization*
KrWG ..... *Kreislaufwirtschaftsgesetz*
MDF ..... *Mitteldichte Faserplatte*
NACE ..*Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne*
NGO ..... *Non-Governmental Organisation*
NID ..... *Nature Inspired Design*
OSB ..... *Oriented Strand Board*
PCB ..... *polychlorierte Biphenyle*
PDF ..... *Produkte für Recycling*
PEFC ..... *Programme for the Endorsement of Forest Certification*
PVC ..... *Polyvinylchlorid*
UN ..... United Nations
WPC ..... *wood-plastic-composite*
WWF ..... *World Wide Fund for Nature*

Zusammenfassung

Der ökologische Zustand der Erde befindet sich aufgrund der Umweltverschmutzung, der Abfallproduktion und des durch CO2-Emissionen verursachten Klimawandels in einer prekären Lage. Ein eminenter Faktor ist dabei der Gebäude- und Bausektor, der für knapp 40% der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich ist. Dem nachwachsenden Rohstoff Holz wird das Potenzial attestiert, durch die Substitution kohlenstoffintensiver Stahl- und Betonkonstruktionen die globalen Emissionen um bis zu 31% reduzieren zu können. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der aktuelle Gesamtholzeinschlag und die Abholzung in natürlichen Wäldern höher als das Gesamtwachstum sind. Ein Lösungsansatz für die skizzierten Herausforderungen ist die Kreislaufwirtschaft. Ein solches System reduziert das Abfallaufkommen, indem zum Beispiel etwa 45% des beim Rückbau von Gebäuden anfallenden Holzes potenziell als Rohstoff nutzbar sind. Zudem wird neben der konventionellen Holzernte eine weitere Rohstoffquelle erschlossen. Aus diesen Gründen ist die Kreislaufwirtschaft ein zentrales Zukunftsthema für Wissenschaft, Unternehmenspraxis und Politik.

Es ist jedoch zu konstatieren, dass die Weltwirtschaft lediglich zu 7,2% zirkulär ist. Es existiert eine signifikante Ambivalenz zwischen theoretischer Bedeutung und praktischer Implementierung. Daher scheint es spezifische Faktoren zu geben, welche die Umsetzung begünstigen. Aus diesem Grund behandelt die vorliegende Dissertation die Forschungsfrage: Welche Wettbewerbsstrategien und Fähigkeiten führen zu zirkulären Geschäftsmodellen?

Das Forschungsumfeld ist die Holzindustrie in Deutschland, Österreich und der Schweiz (DACH-Region). Das Prinzip der Nachhaltigkeit wurde bereits 1713 in der Forstwirtschaft etabliert und gilt bis heute als Maßstab für die Waldbewirtschaftung in der DACH-Region. Zudem ist die Verfolgung der Kreislaufwirtschaft in einigen Branchensegmenten und Unternehmen fortgeschritten, während in der Breite überwiegend lineare Praktiken populär sind. Es scheint daher bestimmte Aspekte zu geben, welche die Umsetzung befördern.

Zu Beginn der Dissertation erfolgt eine umfangreiche Einführung in die theoretischen Grundlagen. Dabei werden die zentralen Merkmale und Rahmenbedingungen der Holzindustrie in der DACH-Region erläutert. In diesem Zusammenhang wird ein besonderer Fokus auf die Aspekte der Nachhaltigkeit gelegt, und die Grundlagen der Kreislaufwirtschaft werden im Detail erörtert. Anschließend zeigt eine 4-jährige Literaturrecherche Praxisbeispiele zu zirkulären Projekten und den inhärenten Erfolgsfaktoren. Des Weiteren wird die

Kreislaufwirtschaft aus einer theoretischen Perspektive charakterisiert und ein Überblick hinsichtlich relevanter Effekte, Treiber, Barrieren und Innovationen dargelegt.

Im Rahmen des methodischen Vorgehens wurde eine quantitative Befragung von 1.631 Unternehmen durchgeführt, an der sich 200 Firmen beteiligten. Als Grundlage für die Erstellung des Fragebogens wurden elf Experteninterviews mit Wissenschaftlern und Unternehmensvertretern der Holzindustrie organisiert, um ein besseres Verständnis hinsichtlich der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie zu erlangen. Daraus wurde eine aktivitätsorientierte Skala zur Bewertung der Zirkularität eines Geschäftsmodells entwickelt. In Bezug auf die Einflussfaktoren zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft erfolgte eine Differenzierung in die Fähigkeits-, Strategie- und Stakeholderperspektive.

Im Kontext der Fähigkeitsperspektive wurde eruiert, dass die dynamischen Fähigkeiten und alle Mikrogrundlagen bei niedrigem Stakeholder-Druck positive Implikationen auf die Umsetzung von Zirkularität haben. Bei steigendem Stakeholder-Druck gehen die positiven direkten Auswirkungen verloren, sodass von einem substitutiven Effekt ausgegangen werden kann.

Im Forschungsfeld der Strategieperspektive wurde deutlich, dass die Innovationsführerschaft positive Effekte auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft besitzt. Die Qualitätsführerschaft hat ebenfalls förderliche Implikationen, jedoch mit geringerer Signifikanz und Stärke. Die Kostenführerschaft hat keine positiven Impulse. Zudem wurde ersichtlich, dass die dynamischen Fähigkeiten die Auswirkungen der Innovationsführerschaft verstärken und zudem als Mediator wirken. Sowohl die Innovationsführerschaft als auch die Qualitätsführerschaft haben einen indirekten Effekt über die dynamischen Fähigkeiten auf die Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle.

Die Stakeholderperspektive verdeutlichte, dass der Druck der internen und externen Stakeholder die Implementierung der Kreislaufwirtschaft fördert. Ferner wurde eruiert, dass der Stakeholder-Druck im Zusammenwirken mit einem grünen Unternehmensimage eine Katalysator-Wirkung besitzt. Der Einfluss der Interessengruppen führt dazu, dass die Unternehmen ein grünes Image in eine substanzielle Umsetzungsphase überführen, um nicht in den Verdacht des Greenwashings zu geraten. Darüber hinaus wurde ersichtlich, dass der Stakeholder-Druck als zentraler Veränderungsfaktor wirkt. Während die direkten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten durch den Druck zurückgehen, nehmen die indirekten Effekte auf die Erreichung von Zirkularität zu. Ressourcen werden dann primär dafür eingesetzt, externe Erwartungen durch den Aufbau eines grünen Images zu erfüllen. Dieses Image sorgt durch den Katalysator-Effekt jedoch nachgelagert für eine verstärkte Implementierung der Kreislaufwirtschaft. Folglich erscheint es notwendig, die Ergebnisse

dieser Dissertation in ein Unternehmensumfeld mit divergierendem Stakeholder-Druck zu differenzieren. Bei steigendem Druck gehen die direkten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten verloren, während einhergehend die indirekten Implikationen über den Aufbau eines grünen Images auf die Entwicklung eines zirkulären Geschäftsmodells zunehmen.

Im Rahmen der Abschlussbetrachtung erfolgt eine Diskussion der Ergebnisse sowie eine Validierung anhand von Praxisbeispielen. Folglich lässt sich feststellen, dass der Stakeholder-Druck auch in der Unternehmenspraxis ein maßgeblicher Einflussfaktor ist. Im Anschluss werden Empfehlungen dargelegt, wie Unternehmen die Umsetzung von Zirkularität vorantreiben können. Ferner erfolgt ein Überblick hinsichtlich der Implikationen für den wissenschaftlichen Diskurs. Zuletzt werden Limitationen dieser Dissertation aufgezeigt und Wege für die zukünftige Forschung im Kontext der Kreislaufwirtschaft verdeutlicht.

Abstract

The ecological state of the earth is in a precarious situation due to pollution, waste production and climate change caused by CO2 emissions. An eminent factor here is the building and construction sector, which is responsible for almost 40% of global greenhouse gas emissions. The renewable raw material wood is said to have the potential to reduce global emissions by up to 31% by replacing carbon-intensive steel and concrete structures. However, it must be taken into account that the current total logging and deforestation in natural forests is higher than overall growth. One solution to the challenges outlined above is the circular economy. Such a system reduces the volume of waste by, for example, potentially utilizing around 45% of the wood produced when buildings are dismantled as a raw material. This opens up another source of raw materials in addition to conventional timber harvesting. For these reasons, the circular economy is a key future topic for science, business practice and politics.

However, it should be noted that the global economy is only 7.2% circular. There is a significant ambivalence between theoretical significance and practical implementation. Therefore, there seem to be specific factors that favor implementation. For this reason, this dissertation addresses the research question: Which competitive strategies and capabilities lead to circular business models?

The research setting is the timber industry in Germany, Austria and Switzerland (DACH region). The principle of sustainability was established in forestry as early as 1713 and is still considered the benchmark for forest management in the DACH region. In addition, the pursuit of the circular economy is advanced in some industry segments and companies, while linear practices are predominantly popular across the board. Therefore, there seem to be certain aspects that encourage implementation.

The dissertation begins with a comprehensive introduction to the theoretical foundations. The main characteristics and framework conditions of the timber industry in the DACH region are explained. In this context, a special focus is placed on the aspects of sustainability, and the fundamentals of the circular economy are discussed in detail. Subsequently, a 4-year literature research shows practical examples of circular projects and explains the inherent success factors. Furthermore, the circular economy is characterized from a theoretical perspective, and an overview of relevant effects, drivers, barriers and innovations is presented.

As part of the methodological approach, a quantitative survey of 1,631 companies was conducted, in which 200 companies participated. Eleven expert interviews with scientists and company representatives from the wood industry were conducted as a basis for the

questionnaire in order to gain a better understanding of the circular economy in the wood industry. From this, an activity-oriented scale was developed to assess the circularity of a business model. With regard to the factors influencing the implementation of the circular economy, a differentiation was made between the capability, strategy and stakeholder perspective.

In the context of the capability perspective, it was found that the dynamic capabilities and all micro-foundations have positive implications for the implementation of circularity when stakeholder pressure is low. As stakeholder pressure increases, the positive direct effects are eliminated, suggesting a substitutive effect.

From the strategic perspective research area, innovation leadership was found to have positive effects on the implementation of circularity. Quality leadership also has a positive impact, but with less significance and strength. Cost leadership has no positive influence. It is further shown that dynamic capabilities reinforce the effects of innovation leadership and also act as a mediator. Both innovation leadership and quality leadership have an indirect effect on the development of circular business models via dynamic capabilities.

The stakeholder perspective made it clear that pressure from internal and external stakeholders promotes the implementation of the circular economy. It was additionally found that stakeholder pressure in combination with a green corporate image has a catalyzing effect. Stakeholder influence leads companies to transfer a green image into a substantive implementation phase in order to avoid the suspicion of greenwashing. Furthermore, stakeholder pressure was found to be a key driver of change. While the direct effects of dynamic capabilities decrease due to pressure, the indirect effects of achieving circularity increase. Resources are then primarily used to fulfill external expectations by building a green image. Downstream, however, this image acts as a catalyst for increased implementation of circularity. Consequently, it appears necessary to differentiate the results of this dissertation in a corporate environment with diverging stakeholder pressure. As the pressure increases, the direct effects of dynamic capabilities are lost, while the indirect implications of building a green image on the development of a circular business model increase.

As part of the final analysis, the results are discussed and validated using practical examples. Consequently, it can be concluded that stakeholder pressure is also a significant influencing factor in corporate practice. This is followed by recommendations on how companies can promote the implementation of circularity. Furthermore, an overview of the implications for the academic discourse is provided. Finally, limitations of this dissertation are pointed out and paths for future research in the context of the circular economy are clarified.

1 Einleitung

Im ersten Kapitel dieser Dissertation wird die Motivation der Forschungsarbeit (1.1) dargelegt und anschließend werden die daraus folgenden Forschungsfragen (1.2) erläutert. Zuletzt erfolgt ein Überblick zum Aufbau dieser Arbeit (1.3).

1.1 Motivation

Der ökologische Zustand der Erde befindet sich in einer exponierten Lage. Die Vereinten Nationen warnen davor, dass die Welt auf eine dreifache globale Krise zusteuert, die durch den Klimawandel, den Verlust von Natur und biologischer Vielfalt sowie durch Umweltverschmutzung und Abfall verursacht wird (United Nations, 2024). Ein Grund dafür sind die schädlichen Auswirkungen der vorherrschenden Produktionsmodelle, die auf der Gewinnung, Herstellung und Entsorgung von Ressourcen und Gütern basieren und die natürlichen Ökosysteme gefährden sowie die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen bedrohen (Braungart et al., 2007; Circle Economy, 2024; United Nations, 2024).

In Wissenschaft und Praxis wird der Kreislaufwirtschaft (Zirkularität) großes Potenzial zugesprochen, um das lineare Wirtschaftsmodell entscheidend zu einem Kreislaufsystem weiterzuentwickeln (Murray et al., 2017; Nasir et al., 2017). Das Zirkularitätskonzept zielt im Kern darauf ab, Abfall aus den Denkmustern und Wirtschaftsabläufen zu eliminieren (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Die Kreislaufwirtschaft hat das Ziel, den intrinsischen Wert von Produkten und ihren Komponenten zu erhalten. Dies wird durch die Maximierung der Anzahl aufeinanderfolgender Nutzungsphasen und die Verlängerung ihrer Lebensdauer durch Praktiken wie Reparatur, Wartung, Aufrüstung, Wiederverkauf, Aufarbeitung und Wiederaufbereitung erreicht (Hofmann & Jaeger-Erben, 2020). Obgleich zirkuläre Geschäftsmodelle aus ökologischer Perspektive als bedeutsam erachtet werden, finden sie bislang noch keine umfassende Anwendung (Ferasso et al., 2020; O. Khan et al., 2020a).

Die Weltwirtschaft ist nur zu 7,2% zirkulär

Wenngleich verschiedene Initiativen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft gestartet wurden, wird die Unternehmenspraxis weiterhin von linearen Geschäftsmodellen dominiert. Laut dem jährlichen Bericht "The Circularity Gap Report" aus dem Jahr 2024 ist die Weltwirtschaft nur zu 7,2% zirkulär. Bemerkenswerterweise ist dieser Wert in den letzten Jahren sogar gesunken (Circle Economy, 2024).

Es ist wichtig, die Ambivalenz zwischen dem Potenzial und der praktischen Umsetzung der Kreislaufwirtschaft weiter zu analysieren.

Der Gebäude- und Bausektor ist für etwa 40% der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich

Der Gebäude- und Bausektor ist für knapp 40% der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich und hat damit den größten Anteil an den Emissionen. Insbesondere die Herstellung und Verwendung von Materialien wie Zement, Stahl und Aluminium haben einen

erheblichen Kohlenstoff-Fußabdruck (United Nations Environment Programme & Yale Center for Ecosystems + Architecture, 2023). Aufgrund des globalen Bevölkerungswachstums wird der Bedarf an Wohnraum in den nächsten Jahrzehnten zunehmen. Dies wird zu einer erhöhten Brisanz führen und den Ausstoß von Treibhausgasemissionen weiter verstärken.

Die Nutzung von Holz kann die weltweiten Emissionen um bis zu 31% reduzieren

Dem nachwachsenden Rohstoff Holz wird das Potenzial attestiert, signifikante Mengen der kohlenstoffintensiven Stahl- und Betonkonstruktionen zu substituieren (Schuster & Geier, 2023). Dies könnte zur Folge haben, dass die Emissionen weltweit um bis zu 31% reduziert werden (United Nations Environment Programme & Yale Center for Ecosystems + Architecture, 2023). Neben dem Effekt der energieärmeren Produktion, fungiert Holz zusätzlich als natürlicher Kohlenstoffspeicher (Purkus et al., 2020; Schuster & Geier, 2023). Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der gegenwärtige Gesamtholzeinschlag und die Abholzung in natürlichen Wäldern höher als das Gesamtwachstum sind (United Nations Environment Programme & Yale Center for Ecosystems + Architecture, 2023).

Die Rückgewinnung von Holz ist die erste und beste Option

Holzgebäude und -produkte sollten folglich so konzipiert werden, dass die Werkstoffe oder deren Bestandteile wiederverwendet oder recycelt werden können. Es ist entscheidend, die Sammlung und Aufbereitung von Holz aus bestehenden Gebäuden sowie die Entwicklung eines Marktes für Sekundärprodukte zu fördern. Die Rückgewinnung von Holz gilt als die erste und beste Option (Churkina et al., 2020). 45% des beim Rückbau von Gebäuden anfallenden Holzes sind potenziell als Rohstoff geeignet (Höglmeier et al., 2013). Das Potenzial einer zirkulären Holznutzung wird gemeinhin als hoch eingeschätzt (Fraanje, 1997; Husgafvel et al., 2018; Jarre et al., 2020; Mair & Stern, 2017).

Daraus folgt evidenzbasiert, dass die tiefergehende Untersuchung der Kreislaufwirtschaft sowohl im Allgemeinen als auch im spezifischen Kontext der Holzindustrie ein wichtiges und aktuelles Forschungsthema darstellt. Die geringe Etablierung von Zirkularität in der Unternehmenspraxis suggeriert, dass die zirkulären Betriebe besondere Determinanten aufweisen, welche die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft fördern. Es besteht jedoch bisher eine Forschungslücke, um diese Aspekte in quantitativen wissenschaftlichen Studien zu belegen.

1.2 Forschungsfrage

Im wissenschaftlichen Kontext fehlen evidenzbasierte Nachweise bezüglich der Ausgestaltung des Geschäftsmodells (Centobelli et al., 2020) sowie Handlungsanweisungen darüber, wie Unternehmen den Übergang von einem linearen zu einem zirkulären Geschäftsmodell bewältigen können (Hofmann & Jaeger-Erben, 2020). Daher ist die Identifikation von Kompetenzen und Fähigkeiten von besonderer Bedeutung (Ferasso et al., 2020; Hofmann & Jaeger-Erben, 2020). Des Weiteren ist zu konstatieren, dass im Forschungsfeld der Kreislaufwirtschaft grundsätzlich ein Mangel an quantitativen Untersuchungen besteht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die überwiegende Mehrheit der Forschungsarbeiten auf Literaturübersichten, Fallstudien oder qualitative Studien beschränkt (De los Rios & Charnley, 2017; Dissanayake & Weerasinghe, 2021; Elf et al., 2022; Hofmann & Knyphausen-Aufseß, 2022; Hopkinson et al., 2018; Mattos & Albuquerque, 2018; Prieto-Sandoval et al., 2018; Santa-Maria et al., 2022; Scarpellini, Valero-Gil et al., 2020; Tura et al., 2019).

Das Ziel dieser Dissertation ist es folglich, die übergeordnete Forschungsfrage zu beantworten:

Welche Wettbewerbsstrategien und Fähigkeiten führen zu zirkulären Geschäftsmodellen?

Im Rahmen der Untersuchung wurde eine quantitative Studie in der Holzindustrie Deutschlands, Österreichs und der Schweiz (DACH) durchgeführt. Als Grundlage diente eine Skala zur Beurteilung des Grades der Zirkularität eines Geschäftsmodells. Diese Bewertungsmethode wurde auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche und Experteninterviews mit Branchenvertretern entwickelt. Die Studienteilnehmer stammen aus unterschiedlichen Industriezweigen und weisen divergierende Merkmale auf. Insgesamt repräsentieren die Organisationen eine valide Stichprobe zur Analyse der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie.

Diese Dissertation leistet einen Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung, indem Fähigkeiten und Strategien zur Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft identifiziert werden. Die Studie trägt außerdem dazu bei, mehr Transparenz dafür zu entwickeln, welche zirkulären Aktivitäten Unternehmen in den einzelnen Segmenten ihres Geschäftsmodells implementieren.

1.2.1 Fähigkeitsperspektive und die Kreislaufwirtschaft

Ein zentraler Aspekt zur Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft liegt in den Fähigkeiten der Unternehmen. Daher soll ein Beitrag zur Erweiterung der wissenschaftlichen Forschung geleistet werden, indem folgende Forschungsfrage (F) beantwortet wird:

F1: Welche Fähigkeiten benötigen Unternehmen, um Zirkularität zu erreichen?

In dieser Dissertation werden die Auswirkungen von dynamischen Fähigkeiten auf die Entwicklung von zirkulären Geschäftsmodellen analysiert. Im wissenschaftlichen Diskurs wurde ein positiver Zusammenhang zwischen diesen Kompetenzen und Nachhaltigkeitsinnovationen festgestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass ein förderlicher Effekt in Verbindung mit der Kreislaufwirtschaft zu erwarten ist. Bisher ist das Forschungsfeld der dynamischen Fähigkeiten im Zusammenhang mit Zirkularität unterrepräsentiert. Während die dynamischen Fähigkeiten als eine Grundlage für die Innovation jeglicher Geschäftsmodelle angesehen werden (D. J. Teece, 2018), ist unklar, wann und wie sie zu zirkulären Geschäftsmodellen führen.

Im Kontext dieses Theoriemodells baut die Arbeit auf der Studie von Santa-Maria et al. (2022) auf und erweitert die Ergebnisse mithilfe einer quantitativen Untersuchung und der Einbeziehung weiterer Kontrollvariablen. Darüber hinaus wird eine Differenzierung der abhängigen und unabhängigen Variablen durchgeführt. Die dynamischen Fähigkeiten werden in die Mikrogrundlagen Sensing, Seizing und Transforming unterteilt. Das zirkuläre Geschäftsmodell wird anhand einer aktivitätsbasierten Analyse in die Aspekte Supply-Chain, Produktion sowie Marketing und Vertrieb segmentiert. Während der Untersuchung wurde zudem die signifikante Bedeutung des Stakeholder-Drucks deutlich, der als Kontrollvariable Berücksichtigung fand. Aus diesem Grund wurde post-hoc analysiert, inwiefern der Stakeholder-Druck den Einfluss der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität moderiert.

1.2.2 Strategieperspektive und die Kreislaufwirtschaft

Die Wettbewerbsstrategie stellt einen zentralen Erfolgsfaktor in Unternehmen dar (Porter, 1991). Aus diesem Grund soll ein Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung geleistet werden, indem die folgenden Forschungsfragen beantwortet werden:

F2: Welche Wettbewerbsstrategie führt zu Zirkularität?

F3: Auf welche Weise ergänzen sich Wettbewerbsstrategie und Fähigkeiten in diesem Kontext?

Die wissenschaftliche Forschung hat herausgearbeitet, dass die Wettbewerbsstrategie einen Effekt auf Nachhaltigkeitsinnovationen hat (J. Chen & Liu, 2019; Danso et al., 2019; Nguyen & Adomako, 2021). Es gibt jedoch nur wenige Studien und bisher keine konsistenten Ergebnisse hinsichtlich der zielgerichteten Strategieausrichtung zur Unterstützung von zirkulären Innovationen. Diese Dissertation erweitert daher den wissenschaftlichen Diskurs. Es wird ein zusätzlicher Beitrag geleistet, indem sie untersucht, wie sich die moderierende

Wirkung der dynamischen Fähigkeiten auf die Wettbewerbsstrategie im Kontext der Kreislaufwirtschaft ausprägt. Post-hoc wurde darüber hinaus eine Mediationsanalyse durchgeführt, um zu eruieren, inwiefern die originären Wettbewerbsstrategien einen indirekten Einfluss auf den Grad der Zirkularität durch die dynamischen Fähigkeiten aufweisen.

1.2.3 Stakeholderperspektive und die Kreislaufwirtschaft

Die Stakeholder-Theorie besagt, dass das Verhalten von Unternehmen von den Interessen der Stakeholder beeinflusst wird (Freeman, 1984). Das gestiegene Bewusstsein der Stakeholder für nachhaltige Wirtschaftsformen führt zu einem wachsenden Druck auf die Unternehmen (Jakhar et al., 2019). Ein grünes Unternehmensimage gewinnt aufgrund des veränderten Verbraucherverhaltens zunehmend an Bedeutung (Y.-S. Chen, 2008, 2010; Xie et al., 2019).

Aus diesem Grund soll ein Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung geleistet werden, indem folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

F4: Welchen Einfluss hat der Stakeholder-Druck auf den Grad der Zirkularität?

F5: Auf welche Weise ergänzen sich der Stakeholder-Druck und das grüne Image in diesem Kontext?

Ein Einfluss des Drucks verschiedener Interessengruppen auf die Entwicklung von Nachhaltigkeitsinnovationen wurde in unterschiedlichen Forschungsarbeiten eruiert (Baah et al., 2022; Jakhar et al., 2019; Seroka-Stolka, 2023). Dieser Effekt konnte auch im Kontext der Kreislaufwirtschaft mithilfe qualitativer Studien verifiziert werden (Baah et al., 2022). Die Dissertation erweitert diese Ergebnisse, indem der Druck der Stakeholder in einer quantitativen Analyse untersucht wird. Ferner wird analysiert, inwiefern der Stakeholder-Druck die Auswirkungen eines grünen Images auf die Zirkularität moderiert. Aufgrund der sichtbaren Komplexität des Zusammenwirkens aus Stakeholder-Druck, dynamischen Fähigkeiten und Zirkularität wurde Post-hoc eine Mediationsanalyse durchgeführt. Dabei wurde überprüft, ob die dynamischen Fähigkeiten einen indirekten Effekt auf den Grad der Zirkularität durch das grüne Image besitzen. Diese Mediationsanalyse wurde durch die Untersuchung einer moderierenden Wirkung des Stakeholder-Drucks ergänzt.

Insgesamt erweitert die vorliegende Dissertation die Forschung zur Kreislaufwirtschaft in vier Punkten:

1. Identifikation der Fähigkeiten und der Wettbewerbsstrategie zur Entwicklung eines zirkulären Geschäftsmodells in einer quantitativen Studie anhand einer individuell entwickelten Skala zur ganzheitlichen Messung des Grades der Zirkularität eines Geschäftsmodells.

2. Identifikation der moderierenden Wirkung von
    a. Stakeholder-Druck auf den Effekt der dynamischen Fähigkeiten (Kapitel 6).
    b. Dynamischen Fähigkeiten auf den Effekt der Wettbewerbsstrategie (Kapitel 7).
    c. Stakeholder-Druck auf den Effekt des grünen Images (Kapitel 8).
3. Identifikation der mediierenden Wirkung
    a. der dynamischen Fähigkeiten im Zusammenhang mit den Wettbewerbsstrategien und der Kreislaufwirtschaft (Kapitel 7).
    b. eines grünen Images im Zusammenhang mit den dynamischen Fähigkeiten und der Kreislaufwirtschaft (Kapitel 8).
4. Identifikation der moderierenden Wirkung des Stakeholder-Drucks zur
    a. Reduzierung der direkten Effekte der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität (Kapitel 6 und 8).
    b. Steigerung der indirekten Effekte der dynamischen Fähigkeiten über das grüne Image auf den Grad der Zirkularität (Kapitel 8).

1.3 Aufbau der Arbeit

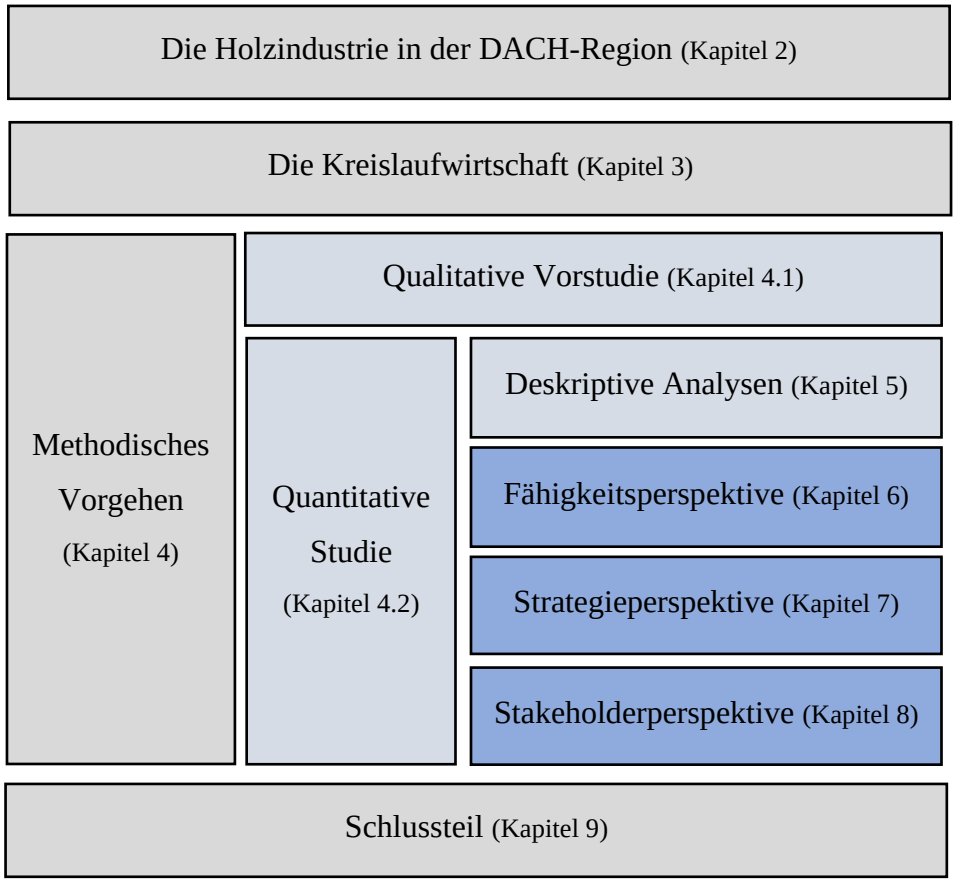
Die vorliegende Dissertation beschäftigt sich mit der Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie. Eine quantitative Erhebung im DACH-Raum bildet den Mittelpunkt dieser Untersuchung und dient als Datenbasis für alle nachfolgenden Ergebniskapitel.

Die Arbeit umfasst insgesamt neun Kapitel, die in der Abbildung 1.1 dargestellt werden. **Kapitel 1** erläutert die Motivation dieser Studie sowie die daraus entstehenden Forschungsfragen. **Kapitel 2** widmet sich der Holzindustrie in Deutschland, Österreich und der Schweiz als Untersuchungsobjekt. Es wird ein Überblick über die Rahmenbedingungen der Branche gegeben, insbesondere in den Bereichen ökologische Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft. Eine vierjährige Literaturrecherche in einschlägigen Fachzeitschriften ermöglicht dem Leser einen vielschichtigen Einblick in praktische Initiativen im Kontext der Kreislaufwirtschaft. Dabei werden substanzielle Erfolgsfaktoren herausgearbeitet. **Kapitel 3** beschreibt neben dem Konzept der Kreislaufwirtschaft die inhärenten Treiber, Barrieren und erforderlichen Innovationen.

Das **Kapitel 4** erörtert den zweistufigen methodischen Aufbau dieser Arbeit. Zunächst wird die qualitative Vorstudie vorgestellt, die sich durch elf Experteninterviews charakterisieren lässt. Dabei wurden Vertreter aus der Unternehmenspraxis und der Holzwissenschaft befragt, um ein besseres Verständnis hinsichtlich der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie zu erlangen. In diesem Kontext wurden insbesondere die Motivation, notwendige Innovationen,

Umsetzungsaktivitäten, Ziele und Hindernisse im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft erörtert. Die Ergebnisse fungierten als Grundlage für die Entwicklung eines Fragebogens, der als Basis der quantitativen Erhebung genutzt wurde. Im zweiten Teil dieses Kapitels werden der Fragebogen sowie die Stichprobe vorgestellt und dargelegt, wie die abhängige Variable sowie die Kontrollvariablen gemessen werden.

Abbildung 1.1 Struktur der Dissertation



Quelle: Eigene Darstellung

Im nachfolgenden **Kapitel 5** werden deskriptive Analysen, Korrelationsanalysen und eine Überprüfung der Robustheit der Untersuchung durchgeführt, um ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Untersuchungsergebnisse zu ermöglichen.

Die darauffolgenden Kapitel zielen auf die Beantwortung der Forschungsfragen ab. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die abhängige Variable in allen drei Teilen identisch ist. Aus diesem Grund werden lediglich die zusätzlichen unabhängigen Variablen vorgestellt und theoretisch eingeführt.

Das **Kapitel 6** widmet sich der Fähigkeitsperspektive und deren Auswirkungen auf die Kreislaufwirtschaft, um die Forschungsfrage 1 zu beantworten. Zunächst erfolgen eine

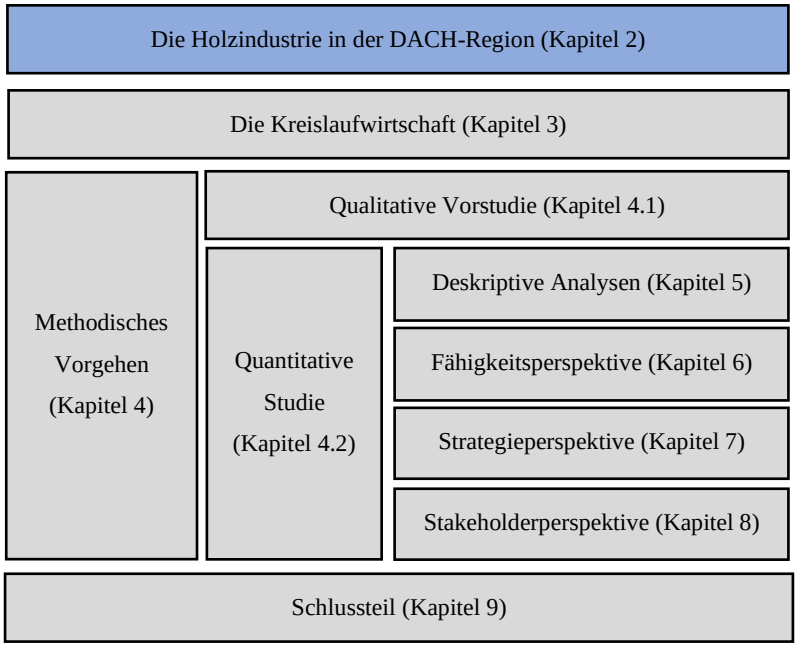
Definition und eine Darlegung der Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten. Im Anschluss werden die Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten im Zusammenhang mit der ökologischen Nachhaltigkeit und dem spezifischen Teilsegment der Kreislaufwirtschaft erläutert. Darauf aufbauend werden Hypothesen gebildet und das Forschungsdesign sowie die Variablen beschrieben. Abschließend werden die Ergebnisse erläutert, diskutiert und Implikationen abgeleitet. Dieses Kapitel zeigt, welche Fähigkeiten Unternehmen benötigen, um Zirkularität zu erreichen.

Das **Kapitel 7** befasst sich mit der Strategie-Theorie zur Beantwortung der Forschungsfragen 2 und 3. Zu Beginn des Kapitels wird die Strategie-Theorie definiert und die Entwicklung der Wettbewerbsstrategien dargelegt. Im nächsten Schritt werden die Auswirkungen der Wettbewerbsstrategien auf die ökologische Nachhaltigkeit im Allgemeinen sowie auf die Kreislaufwirtschaft im Speziellen gezeigt. Diese Analyse bildet die Grundlage für die Ableitung von Hypothesen und die Konzeptionierung des Forschungsdesigns sowie der unabhängigen Variablen. Zum Abschluss des Kapitels werden die Ergebnisse erörtert, diskutiert und Implikationen aufgezeigt. Das Ziel dieses Kapitels liegt darin, offenzulegen, welche Strategien zu einem höheren Grad an Zirkularität führen. Des Weiteren wird untersucht, ob ein Moderationseffekt zwischen den dynamischen Fähigkeiten und der Wettbewerbsstrategie besteht. Auf diese Weise soll eruiert werden, ob sich die Konstrukte gegenseitig ergänzen.

Im **Kapitel 8** steht die Stakeholder-Theorie im Mittelpunkt, um die Forschungsfragen 4 und 5 zu beantworten. Das Kapitel beginnt mit einer Einführung in das Konstrukt der Stakeholder-Theorie und deren Bezug zur ökologischen Nachhaltigkeit sowie zur Kreislaufwirtschaft. Anschließend werden Hypothesen abgeleitet und das Forschungsdesign sowie die zusätzlichen unabhängigen Variablen vorgestellt. Das Kapitel endet mit einer Darstellung und Diskussion der Ergebnisse sowie der Erläuterung von Implikationen. Die Intention dieses Abschnitts liegt in der Beantwortung der Frage, welchen Einfluss der Stakeholder-Druck auf den Grad der Zirkularität besitzt und wie sich der Stakeholder-Druck und das grüne Image ergänzen. Im **Kapitel 9** werden nochmals alle Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel zusammengefasst, um zu illustrieren, welche Strategien, Fähigkeiten und Merkmale zu zirkulären Geschäftsmodellen führen. Die Ergebnisse werden in relevante Literaturströmungen eingeordnet, anhand von Praxisbeispielen validiert sowie Implikationen für die Praxis, Limitationen und Hinweise für künftige Forschungen aufgezeigt.

2 Die Holzindustrie

Im Kapitel 2 dieser Dissertation wird dem Leser ein umfassendes Verständnis der Holzindustrie Deutschlands, Österreichs und der Schweiz vermittelt. Dabei werden die relevanten Marktteilnehmer charakterisiert (2.1) und der Wald als Rohstofflieferant analysiert (2.2). Nachfolgend werden die regulatorischen Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Holzindustrie skizziert (2.3) und die Warenströme auf dem Holzmarkt erläutert (2.4). Dabei wird deutlich, dass die Verfügbarkeit der nachwachsenden Ressource Holz begrenzt ist und zur nachhaltigen Verwendung kreislauforientierte Lösungen präferiert werden sollten. Folglich findet anschließend eine Beschreibung der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie (2.5) statt. Der Autor hat eine iterative Methode angewendet und mithilfe der Begriffe Kreislaufwirtschaft, Zirkularität und Kaskadennutzung in Verbindung mit Holz und der Holzindustrie eine Analyse der einschlägigen Fachliteratur auf Google Scholar durchgeführt. Darüber hinaus wurden über einen Zeitraum von vier Jahren Zeitungsartikel aus verschiedenen Branchenzeitschriften nach Informationen zu Zirkularität durchsucht und in das Kapitel integriert.



2.1 Marktteilnehmer der Holzindustrie

Die Holzindustrie lässt sich in die Segmente Holzbearbeitung (Primärindustrie) und Holzverarbeitung (Sekundärindustrie) subsumieren (Speth, 2005). Die holzbearbeitenden Industrieunternehmen stellen Holzhalbwaren aus Rohholz her, welche als Hilfsstoffe für die Fertigwarenproduktion verwendet werden (Mantel, 1973). Die holzverarbeitende Industrie umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Gewerbezweige. Die dazugehörigen Unternehmen stellen unter anderem Holzbauten, Möbel oder Bauteile wie zum Beispiel Parkett, Fenster oder Treppen her (Mantel, 1973). Zur weitergehenden Analyse des Holzmarktes wird die Clusterstatistik Forst und Holz des von Thünen-Instituts für Waldwirtschaft herangezogen. Im Rahmen dieser Statistik erfolgt eine Differenzierung in die Branchenzweige Holz bearbeitendes Gewerbe, Holz verarbeitendes Gewerbe, Holz im Baugewerbe und Holzhandel (Johann Heinrich von Thünen-Institut für Waldwirtschaft, 2023). In diesen Branchensegmenten waren im Jahr 2021 in Deutschland insgesamt etwa 64.721 Unternehmen tätig, die einen Gesamtumsatz von 99,5 Mrd. Euro erzielt haben. Die Gesamtbeschäftigtenzahl, einschließlich der geringfügig Beschäftigten, lag bei 547.215 Personen (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023). Das Jahr 2021 war in der Holzbranche von signifikanten Preissteigerungen geprägt, sodass marktbedingte Sondereffekte zu einem erheblichen Umsatzwachstum geführt haben. Daher ist zu berücksichtigen, dass der Gesamtumsatz der Unternehmen im Jahr 2020 noch 89,3 Mrd. Euro betragen hat (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023). Diese Einteilung des von Thünen-Instituts dient als Grundlage für die folgenden Ausführungen.

2.1.1 Die holzbearbeitende Industrie

Die holzbearbeitende Industrie untergliedert sich in die Säge- und die Holzwerkstoffindustrie. Die Gruppe der Sägewerke umschließt auch Firmen aus den Bereichen der Hobelwerke, der Imprägnierwerke sowie der Furnierwerke (Mantel, 1973). Durch Veredelungsprozesse wie Trocknen, Hobeln, Keilzinken, Imprägnieren oder durch Oberflächenvergütungen wie Laminat-, Folien- und Furnierbeschichtungen werden Schnitt- und Bauhölzer sowie alle Arten von Holzwerkstoffplatten hergestellt (Speth, 2005).

2.1.1.1 Die Sägeindustrie

Im Jahr 2021 gab es in Deutschland etwa 2.449 statistisch erfasste Sägewerksbetriebe. Die Unternehmen beschäftigen insgesamt circa 29.300 Mitarbeiter, im Durchschnitt demnach 11 bis 12 Personen. Der Gesamtumsatz der Unternehmen lag im Jahr 2021 bei 11,6 Mrd. Euro, was einem Durchschnittswert von 4,8 Mio. Euro entspricht. Das Jahr 2021 war geprägt von deutlichen Preissteigerungen in der Holzindustrie, die zu einem außerordentlichen

Umsatzwachstum in der Sägeindustrie geführt haben dürften. Schließlich lag der Gesamtumsatz 2020 noch bei 8,5 Mrd. Euro und der Durchschnittswert bei etwa 3,4 Mio. Euro. Diese Entwicklung ist äquivalent zu einem Wachstum von ca. 36,4% innerhalb eines Jahres und somit als ein Ausnahmejahr zu interpretieren (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023).

In Österreich gibt es ca. 1.000 Sägewerksbetriebe, die rund 6.000 Personen beschäftigen (Wirtschaftskammer Österreich, 2024c). Der Gesamtumsatz der Unternehmen liegt bei ungefähr 2,4 Mrd. Euro und 60% des Absatzes werden exportiert (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2024).

In der Schweiz agierten im Jahr 2022 insgesamt 292 Sägewerksbetriebe. Davon schneiden 65 Betriebe weniger als 400 Kubikmeter, 151 Betriebe 400 bis 5.000 Kubikmeter, 62 Betriebe 5.001 bis 25.000 Kubikmeter und 14 Betriebe mehr als 25.000 Kubikmeter Holz ein (Bundesamt für Statistik Schweiz, 2023).

Der Konzentrationsprozess innerhalb der Sägeindustrie zeigt sich in den letzten Jahren besonders deutlich. In den vergangenen zehn Jahren ist die Anzahl der Sägewerke in Deutschland von 3.245 auf 2.449 Betriebe zurückgegangen. Im Jahr 2000 gab es noch 4.068 Unternehmen. Die durchschnittliche Beschäftigtenzahl hat sich in diesem Zeitraum nur geringfügig von ca. 10 bis 11 Personen auf die erwähnten 11 bis 12 Personen erhöht. Das durchschnittliche Umsatzniveau entwickelte sich jedoch von ungefähr 1,3 Mio. Euro auf 4,8 Mio. Euro im Jahr 2021 bzw. 3,4 Mio. Euro im Jahr 2020 und spiegelt die Produktivitätszuwächse wider (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023).

Die charakteristischen Merkmale der Betriebe verdeutlichen die Heterogenität der Branche. In Deutschland gehören 74% der Sägewerke zu den Kleinbetrieben mit einem Jahreseinschnitt von weniger als 5.000 Festmetern. Der Anteil dieser Betriebe am gesamten innerdeutschen Jahreseinschnitt beträgt nur 5%. Die Großbetriebe mit einem Einschnitt von mehr als 50.000 Festmetern pro Jahr machen dagegen nur einen Anteil von 5% der Gesamtanzahl der Sägewerke aus, sind aber für fast 80% des Gesamteinschnitts verantwortlich (Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V., 2015). Die Zusammensetzung ist in Österreich und der Schweiz ähnlich (Bundesamt für Statistik Schweiz, 2018, 2023; Holzkurier, 2022b).

Seit 2022 werden die drei größten Sägewerksunternehmen Europas aus Österreich gesteuert. Die Jahresproduktion von Stora Enso beträgt 5,7 Mio. Kubikmeter, von Binderholz 4,4 Mio. Kubikmeter und von Pfeifer Holz 2,2 Mio. Kubikmeter (Ebner, 2022). Im Rahmen ihrer Expansionsaktivitäten orientieren sich die Unternehmen vor allem in Richtung Skandinavien. Zuletzt hat die Pfeifer Group das finnische Unternehmen Pölkky erworben (Ebner, 2022). Diese Entwicklung impliziert eine Reaktion auf die potenziell sinkende Verfügbarkeit von

Nadelrundholz in der DACH-Region, um neue Rohstoffquellen in den waldreichen Regionen Skandinaviens zu erschließen.

2.1.1.2 Die Holzwerkstoffindustrie

Holzwerkstoffe zeichnen sich gegenüber massivem Schnittholz dadurch aus, dass zerkleinertes Holz mithilfe technischer Bearbeitung und Zusammensetzung eingesetzt wird. Die positiven Attribute sind neben guten technischen Eigenschaften vor allem die Homogenität eines genormten Standardproduktes sowie ein deutlich reduzierter Holzbedarf im Vergleich zur Stammware (Mantel, 1973). Dabei handelt es sich bei Holzwerkstoffen überwiegend um plattenförmige Materialien aus miteinander verleimten Holzteilen. Gemessen am Mengenvolumen ist die Spanplatte der wichtigste Holzwerkstoff in der DACH-Region. Daneben sind Faserplatten, Oriented Strand Boards (OSB), Massivholzplatten und Sperrholz von Bedeutung (VHI - Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V., 2023).

In Deutschland waren im Jahr 2021 insgesamt 16.686 Beschäftigte in 295 Unternehmen der Holzwerkstoffindustrie tätig. Im Durchschnitt bedeutet dies etwa 56 bis 57 Personen je Unternehmen. Der Gesamtumsatz lag im Jahr 2021 bei 6,0 Mrd. Euro und somit im Durchschnitt bei ungefähr 20,3 Mio. Euro. Die positiven Marktbedingungen des Jahres 2021 spiegeln sich auch in der Holzwerkstoffindustrie wider, da der Gesamtumsatz 2020 noch bei 4,9 Mrd. Euro lag. Innerhalb des Branchenzweigs ist die Anzahl der Unternehmen in den letzten zwei Jahrzehnten relativ konstant geblieben. Die Gesamtzahl der Beschäftigten ist indessen von 22.810 Personen im Jahr 2000 auf 16.686 im Jahr 2021 gesunken, während der Umsatz im gleichen Zeitraum ebenfalls weitgehend unverändert blieb (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023). Dies lässt Rückschlüsse auf einen erhöhten Automatisierungsgrad zu.

In Österreich agieren hauptsächlich Familienbetriebe, die gemeinsam etwa 3.000 Personen beschäftigen (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2024). Obgleich diese Unternehmen in der DACH-Region eine bedeutsame Marktstellung einnehmen, handelt es sich lediglich um vier Betriebe (Wirtschaftskammer Österreich, 2024c).

Der Holzwerkstoffmarkt in der DACH-Region wird im Wesentlichen von zwei Unternehmen dominiert. Zu nennen sind diesbezüglich die Firmen FRITZ EGGER GmbH & CO. OG aus St. Johann in Tirol sowie die SWISS KRONO AG aus Menznau. In Anlehnung an den Holzkurier (Holzkurier, 2022c, 2022d, 2022f) führen beide Unternehmen die Liste der OSB-Platten, mitteldichten Faserplatten (MDF) und hochdichten Faserplatten (HDF) sowie Spanplatten-produktionsmengen in der DACH-Region in 2021 an.

2.1.2 Die holzverarbeitende Industrie

Die Betriebe der holzverarbeitenden Industrie fertigen aus Holz Güter, die sowohl als Fertigprodukt Verwendung finden als auch in die Herstellung von Bauteilen integriert werden. Das von Thünen-Institut (2023) unterscheidet im Rahmen der Clusterstatistik Forst und Holz die Segmente Holz verarbeitendes Gewerbe sowie Holz im Baugewerbe. Demnach zählen die Möbelindustrie, die Holzpackmittelindustrie, das industrielle Holzbauwesen sowie die sonstige Holzverarbeitung zum Bereich des holzverarbeitenden Gewerbes. Die Branchenzweige Zimmerei, Bautischlerei und -schlosserei sowie der Holzfertigbau sind dem Holz im Baugewerbe zuzuordnen (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023). Eine vergleichbare Aufteilung lässt sich auch bei Mantel (1973) finden, der zwischen holzverarbeitendem Handwerk und holzverarbeitender Industrie unterscheidet. Aufgrund der inhaltlichen Überschneidungen beider Differenzierungsmöglichkeiten erfolgt eine kombinierte Betrachtung beider Segmentierungsalternativen.

2.1.2.1 Die Möbelindustrie

Die Möbelindustrie lässt sich in die Bereiche Büro- und Ladenmöbel, Küchenmöbel, Matratzen und Wohnmöbel segmentieren. Gemessen am Umsatz besitzen Wohnmöbel die größte und Matratzen die niedrigste Bedeutung (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023).

In Deutschland sind im Jahr 2021 insgesamt 11.156 Betriebe der Möbelindustrie zuzuordnen. Die Unternehmen beschäftigen kumuliert 133.886 Personen und erzielen einen Gesamtumsatz von 24,1 Mrd. Euro. Im Durchschnitt beschäftigt jedes Unternehmen der Möbelindustrie etwa zwölf Personen und erwirtschaftet einen Gesamtumsatz von 2,2 Mio. Euro (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023). Die Effekte der Corona-Pandemie sind in der Möbelindustrie weniger stark zu spüren, wenngleich der Gesamtumsatz von 23,1 Mrd. im Jahr 2020 auf 24,1 Mrd. im Jahr 2021 gestiegen ist (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023).

Der Fachverband der Holzindustrie Österreichs (2024) verortet insgesamt 50 Unternehmen aus der Möbelindustrie in Österreich, die insgesamt etwa 6.000 Personen beschäftigen und 2019 2,0 Mrd. Euro Umsatz erzielt haben.

Die Möbelindustrie ist international stark verflochten. Im Jahr 2018 exportierte Deutschland Möbel im Wert von 10,9 Mrd. Euro. Rund 70% davon gingen in die Europäische Union (EU) (Verband der Deutschen Möbelindustrie e.V., 2019). Die wichtigsten Exportmärkte waren Frankreich, die Schweiz, Österreich, die Niederlande und Großbritannien. Aufgrund der Folgen des Brexits ist mit einem Rückgang des Absatzes nach Großbritannien zu rechnen (Verband

der Deutschen Möbelindustrie e.V., 2019). Das Importvolumen lag im gleichen Zeitraum bei 12,7 Mrd. Euro, wobei ein Viertel aller importierten Möbel aus Polen stammt (Verband der Deutschen Möbelindustrie e.V., 2019). Österreich exportierte Möbel im Wert von 1,1 Mrd. Euro und die Schweiz insgesamt 367.500 Kubikmeter (Bundesamt für Umwelt [BAFU], 2021; Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2022). In Österreich betrug das Importvolumen 2,0 Mrd. Euro (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2022).

2.1.2.2 Die Holzpackmittelindustrie

Die Holzpackmittelindustrie leistet einen wesentlichen Beitrag, um den nationalen und weltweiten Güterverkehr zu gewährleisten. Die relevanten Produkte, wie zum Beispiel Paletten, Verpackungen, Kisten oder Seil-, Gurt- und Kabeltrommeln, stellen eine Grundvoraussetzung für das Funktionieren von Lieferketten dar (Bundesverband Holzpackmittel, Paletten, Exportverpackung e.V., 2023).

In Deutschland gab es im Jahr 2021 etwa 772 Betriebe, die einen Gesamtumsatz von 3,2 Mrd. Euro erwirtschafteten und insgesamt 11.248 Personen beschäftigten. Die durchschnittliche Betriebsgröße lag demnach bei ca. 4,2 Mio. Euro Umsatz und 14 bis 15 Mitarbeitern (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023).

Im Vergleich zu 2020 wird auch in der Holzpackmittelindustrie deutlich, dass die Preissteigerungseffekte zu einem Umsatzwachstum geführt haben, denn der Gesamtumsatz lag im Jahr 2020 noch bei 2,2 Mrd. Euro. Seit den 2000er-Jahren hat ein signifikantes Umsatzwachstum stattgefunden, was dadurch deutlich wird, dass zur Jahrtausendwende 702 Unternehmen lediglich 1,0 Mrd. Euro erwirtschafteten. In Österreich ist der Wert der produzierten Paletten von 62,5 Mio. Euro im Jahr 2016 auf 121,2 Mio. Euro im Jahr 2021 gestiegen (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2022).

Die deutschen Palettenproduzenten erzielen ca. 15% des Umsatzes im Ausland. Zu den wichtigsten Exportmärkten zählen die Niederlande, die Schweiz, Österreich, Frankreich und Belgien. Die Exporte gehen einher mit importierten Paletten im Wert von ungefähr 532,9 Mio. Euro, vornehmlich aus Polen, Tschechien und 2021 auch aus Belarus (Bundesverband Holzpackmittel, Paletten, Exportverpackung e.V., 2023). In Österreich wurden im Jahr 2021 Paletten im Wert von 151,9 Mio. Euro importiert. Dieser Wert übersteigt somit den Gesamtwert der produzierten Paletten. Das Exportvolumen betrug 2021 56,6 Mio. Euro, wobei der größte Anteil mit 28,1 Mio. Euro nach Deutschland geliefert wurde (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2022). Aus der Schweiz sind lediglich Im- und Exportmengen zu finden.

Demzufolge wurden 2020 257.100 Kubikmeter Packmittel importiert und 138.000 Kubikmeter exportiert (Bundesamt für Umwelt, 2022a).

Die Statistiken zeigen, dass der Palettenmarkt auf Importe angewiesen ist. Von den 160 Mio. Paletten, die 2021 in Deutschland benötigt wurden, kamen 40 Mio. aus dem Ausland. Der Krieg zwischen Russland und der Ukraine wird zu einer Verknappung der verfügbaren Mengen führen, da bisher 10 Mio. importierte Paletten aus Russland, Belarus oder der Ukraine stammten (Kirschner, 2022).

2.1.2.3 Das Holzbauwesen

Der Holzbau umfasst in dieser Arbeit sowohl den industriellen Holzbau als auch den Holzfertigbau. Der Holzbau kann in die Skelett- und Massivbauweise unterteilt werden. Während bei der Massivbauweise die Wände aus massivem Holz bestehen, werden bei der Skelettbauweise diese tragenden Funktionen überwiegend von Trägern und Stützen übernommen.

In Deutschland sind ungefähr 8.847 Unternehmen im Holzbauwesen tätig. Im Durchschnitt beschäftigen die Unternehmen 9 bis 10 Mitarbeiter und erwirtschaften einen Umsatz von 1,8 Mio. Euro. Insgesamt liegt die Zahl der Beschäftigten in diesem Branchensegment bei 83.396 Personen und der Gesamtumsatz bei 16,0 Mrd. Euro. Im Vergleich zu 2020 ist der Umsatz um rund eine Milliarde Euro gestiegen (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023).

Darüber hinaus zählen 13.040 Betriebe zum Zimmereigewerbe, die einen kumulierten Gesamtumsatz von 9,9 Mrd. Euro realisieren. Der durchschnittliche Umsatz beträgt somit 0,8 Mio. Euro bei ca. sechs Beschäftigten. Im Vergleich zu 2020 ist kein nennenswertes Wachstum zu erkennen (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023). Die Angaben werden von Thuermer (2024) unterstützt, der in seiner Marktanalyse „Zimmerer und Dachdecker 2023“ auf eine breite Datenbasis zurückgreift. Demnach lag die Anzahl der Zimmereibetriebe bei 13.955 und bei den Dachdeckern bei 13.592 Unternehmen. Insgesamt beschäftigen die Zimmereibetriebe nach Thuermer (2024) 97.833 und die Dachdeckereibetriebe 98.270 Personen. Der Gesamtumsatz lag bei den Zimmereibetrieben 2022 bei 15,4 Mrd. Euro und bei den Dachdeckereibetrieben bei 12,9 Mrd. Euro.

Der Verband Holzbau Deutschland zählt im Jahr 2021 12.014 Unternehmen mit insgesamt 73.727 Beschäftigten. Davon haben 52 Betriebe mehr als 50 Beschäftigte, 76% der Arbeitsplätze entfallen auf Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten (Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V., 2022). Insgesamt ist eine Entwicklung zu größeren Betrieben zu beobachten. Im Vergleich zu 2020 ist

die Anzahl der Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten um ca. 10% gestiegen. Eine wesentliche Ursache sieht der Verband im Trend zu größeren Gebäuden in Holzbauweise (Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V., 2022) In Österreich sind ca. 1.669 Unternehmen im Holzbau tätig und beschäftigen etwa 12.103 Personen. Der Gesamtumsatz lag im Jahr 2023 bei ca. 2,2 Mrd. Euro (Wirtschaftskammer Österreich, 2024b). 84,0% der Unternehmen haben weniger als zehn Mitarbeiter. Nur 0,8% der Unternehmen beschäftigen 50 oder mehr Mitarbeiter (Wirtschaftskammer Österreich, 2024b). Die zunehmende Bedeutung des Holzbaus spiegelt sich auch in der kontinuierlich steigenden Gesamtzahl der Beschäftigten wider. Seit 2010 ist diese Zahl um rund 2.000 Personen gestiegen (Wirtschaftskammer Österreich, 2024b). Im Bereich Zimmerei und Holzbau können in der Schweiz 2.614 Betriebe mit 20.162 Beschäftigten identifiziert werden. Lediglich 45 Betriebe beschäftigen mehr als 50 Personen (Bundesamt für Umwelt, 2023b).

2.1.2.4 Das Bautischlerei- und Schlossereiwesen

Das Segment Bautischlerei und Bauschlosserei umfasst in Deutschland ca. 24.015 Betriebe, die mit insgesamt 156.487 Beschäftigten einen Gesamtumsatz von 12,2 Mrd. Euro erzielen. Im Durchschnitt beschäftigt ein Betrieb 6 bis 7 Personen und erwirtschaftet einen Umsatz von 0,5 Mio. Euro (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023).

Der Verband Tischler Schreiner Deutschland (2023) hat einen Bundesbetriebsvergleich im Tischler- und Schreinerhandwerk durchgeführt und 160 Rückmeldungen erhalten. Die Anzahl der Teilnehmer kann nicht als repräsentativ für den gesamten Wirtschaftszweig gelten, gibt jedoch Einblicke in die Struktur der Branche. Etwa 13% der untersuchten Unternehmen sind der Größenklasse I (bis 4,9 Beschäftigte), 41% der Größenklasse II (5 bis 9,9 Beschäftigte), 24% der Größenklasse III (10 bis 19,9 Beschäftigte) und 22% der Größenklasse IV (über 20 Beschäftigte) zuzuordnen. Die Ergebnisse zeigen, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und der Rentabilität vorliegt. Während die Betriebe der Größenklasse IV (5,1%), III (3,5%) und II (2,7%) gemessen an der Gesamtleistung des Unternehmens im Jahr 2022 ein positives Ergebnis erzielten, liegt der Wert bei Betrieben der Größenklasse I im negativen Bereich (-2,1%). Der Durchschnittswert beträgt 4,0%. Während der Durchschnitt in den Jahren 2002 (-0,6%) und 2004 (-1,5%) noch im negativen Bereich lag, ist dieser in den letzten Jahren überwiegend kontinuierlich gestiegen. Damit zusammenhängend ist auch das durchschnittliche Eigenkapital von 19,0% in 2002 und 25,4% in 2004 auf mittlerweile 40,2% gestiegen. Hierbei zeigt sich, dass die Größenklasse I (10,2%) den niedrigsten und die Größenklasse II (44,2%) den höchsten Durchschnittswert aufweist.

In Österreich gibt es ungefähr 8.320 Tischlereibetriebe (Bundesinnung der Tischler und Holzgestalter, 2024). Die Wirtschaftskammer Österreich (2024) geht sogar von 10.096 aktiven Betrieben aus, die insgesamt 31.969 Personen beschäftigen (inklusive geringfügig Beschäftigter). Der Branchenumsatz lag im Jahr 2023 bei 5,2 Mrd. Euro. In 2022 hatten 91,6% der Betriebe weniger als 10, 7,7% 10 bis 49 und 0,6% 50 bis 249 Beschäftigte. Zusätzlich haben vier Betriebe mehr als 250 Personen beschäftigt (Wirtschaftskammer Österreich, 2024d).

Der Verband Schweizerischer Schreinermeister und Möbelfabrikanten (2024) verzeichnet 1.927 Mitgliedsbetriebe, die kumulativ etwa 24.200 Mitarbeiter beschäftigen. Der Gesamtumsatz der Betriebe lag bei ca. 1,6 Mrd. Franken.

2.1.3 Der Holzhandel

Im Jahr 2021 gab es in Deutschland insgesamt 2.192 Holzhandelsunternehmen. Diese lassen sich in 973 Betriebe aus dem Segment des Roh- und Schnittholzhandels und 1.219 Unternehmen aus dem Handel mit sonstigen Holzhalbwaren sowie Bauelementen aus Holz untergliedern (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2023). Im Jahr 2000 waren noch 3.457 Holzhandelsunternehmen aktiv. Der Gesamtumsatz belief sich im Jahr 2021 auf 13,2 Mrd. Euro und ist damit im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der rasanten Preisentwicklung um 2,2 Mrd. Euro gestiegen. Das durchschnittliche Umsatzniveau beträgt demnach im Jahr 2021 etwa 6,0 Mio. Euro.

Die Zahl der Gesamtbeschäftigten lag im Jahr 2021 bei 17.867 Personen und ist seit dem Jahr 2000 um 760 Personen gestiegen. Daraus lässt sich ableiten, dass der Rückgang der Holzhandelsunternehmen keinem Schrumpfen der Branche, sondern einem Konzentrationsprozess hin zu größeren Betriebseinheiten entspricht.

In Österreich gab es 2023 insgesamt 1.690 Holzhandelsunternehmen (Wirtschaftskammer Österreich, 2024a).

Nach Mantel (1973) fungiert der Holzhandel als Mittler zwischen der Forstwirtschaft und den nicht örtlichen Gewerben. Diese originäre Funktion des Holzhandels geht einher mit einer oftmals umfangreichen Logistikdienstleistung. Neben den Transportleistungen spielt vor allem die Lagertätigkeit des Holzhandels seit jeher eine wichtige Rolle. Die Unternehmen bündeln umfangreiche Warenbestände der Industrie, entwickeln bedarfsorientierte Sortimente für das Handwerk und liefern Bestellungen in kommissionierter Weise auf Kundenwunsch.

Sowohl der Konzentrationsprozess als auch die Bedeutung von Lagerkapazitäten bleiben ein aktuelles Thema (Thuermer, 2023). Darüber hinaus entwickelt der Holzhandel weitere Dienstleistungs- und Beratungsangebote. Die Anzahl von 26 Bearbeitungszentren und 10

Abbundanlagen im Holzhandel verdeutlicht, dass vermehrt auf eine Vorfertigung der Produkte gesetzt wird (Thuermer, 2023).

Zu den fünf umsatzstärksten Holzhändlern im Jahr 2021 zählten Enno Roggemann (ca. 370 Mio. Euro), ZEG (ca. 350 Mio. Euro), Klöpfer (ca. 320 Mio. Euro), Behrens (ca. 300 Mio. Euro) und Thalhofer (ca. 280 Mio. Euro). Im Vergleich zum Jahr 2010 sind Thalhofer (236%), Richter (168%), Roggemann (104%), Habisreutinger (96%) und Fries (75%) am stärksten gewachsen (Thuermer, 2023) Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Unternehmen des Holzhandels im Jahr 2021 unterschiedlich stark von den Preiseffekten profitieren konnten, sodass es sich lediglich um eine Momentaufnahme der Größenverteilung handelt.

2.2 Der Wald als Rohstofflieferant einer nachhaltigen Holzindustrie

Der populäre Begriff der Nachhaltigkeit besitzt in der Forstwirtschaft eine jahrhundertealte Tradition. Als Begründer gilt der Oberberghauptmann am kursächsischen Oberbergamt in Freiberg, Hans Carl von Carlowitz (1645–1714). Angesichts einer sich abzeichnenden Holzknappheit war es von Carlowitz, der 1713 in seinem Werk „Sylvicultura oeconomica“ erstmalig erläuterte, dass lediglich so viel Holz geschlagen werden sollte, wie durch planmäßige Aufforstung wieder nachwachsen kann (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023d).

2.2.1 Waldzustand in der D-A-CH Region

Zusammensetzung und Besitzverhältnisse des Waldes

Der Wald beträgt in Deutschland etwa 11,5 Mio. Hektar und somit rund 32% der Landesfläche (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b). Deutschland ist damit eines der waldreichsten Länder Europas. Seit 1990 konnte die Fläche um mehr als 200.000 Hektar vergrößert werden (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021). Mischwälder sind mit 76% die häufigste Bewirtschaftungsform, wobei es nach dieser Statistik ausreicht, wenn in einem Nadel- oder Laubwald mehr als eine Laub- bzw. Nadelbaumart vorkommt (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021). Die Baumartenverteilung der letzten Bundeswaldinventur 2022 ergab, dass die Kiefer (21,8%), die Fichte (20,9%), die Buche (16,6%) sowie die Eiche (11,5%) am populärsten sind (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b). Im Rahmen der Bundeswaldinventur 2012 stellte die Fichte noch die Baumart mit dem höchsten Vorkommen dar (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2023). Generell entsprechen 44% der Waldfläche Laubbaumarten und 56% Nadelbaumarten (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b).

Insgesamt befinden sich 48% der Waldfläche in Privatbesitz. In Deutschland handelt es sich um etwa 1,8 Mio. Menschen, die im Durchschnitt eine Fläche von 2,5 Hektar besitzen. Folglich werden diese Personen auch als Kleinst-Privatwaldbesitzende bezeichnet. Darüber hinaus sind 19% des Waldes im Besitz der Kommunen, 29% im Eigentum der Länder und 4% im Eigentum des Bundes (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021).

Holzvorrat

Für die Holzindustrie ist insbesondere der Holzvorrat von Interesse, der als vorrätige oberirdische Holzmenge der lebenden Bäume einschließlich der Rinde definiert wird (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2023). Der gesamte Holzvorrat in Höhe von 3,7 Mrd. Kubikmetern macht Deutschland zu dem holzreichsten Land Europas (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2023). Der Holzzuwachs hat sich in den letzten Jahrzehnten jedoch reduziert. In dem Zeitraum zwischen 2002 und 2012 sank der jährliche Zuwachs um 5% auf 10,9 Kubikmeter je Hektar (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021). Infolge des kalamitätsbedingten Ausfalls der Fichte verminderte sich der Zuwachs im Rahmen der Bundeswaldinventur 2022 im Verhältnis zu 2012 noch einmal um 16% und liegt aktuell bei 9,4 Kubikmetern je Hektar (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b). Der Vorrat verteilt sich zu ungefähr 58% auf Nadelholz und 42% auf Laubholz (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b). Der Holzvorrat liegt nach der Inventur 2022 auf einem ähnlichen Niveau wie 2012, sodass kein signifikanter Zuwachs mehr erfolgt ist (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b).

Zustand des Waldes

Der Wald befindet sich in Deutschland in einer exponierten Position. Im Rahmen der Waldzustandserhebung 2022 hat sich der hohe Anteil an Bäumen mit Kronenverlichtung weiter fortgesetzt und ist im Jahr 2023 auf diesem Niveau verblieben (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024a). Lediglich 20,8% der Bäume weisen keine Kronenverlichtung auf (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023a). Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft erklärt:

> *„Die Folgen des Klimawandels haben in den letzten Jahren deutliche Spuren in den deutschen Wäldern hinterlassen. Die Kalamitäten der letzten Jahre führten zu den stärksten Waldschäden und zur schwersten Krise der Forstwirtschaft seit Beginn der Bundesrepublik Deutschland“* (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021, S. 27).

Trockenheit, Hitze, Schädlinge und Schadstoffe führen zu einer unvergleichbaren Schädigung des Waldes. Demnach weisen vier von fünf Bäumen Schäden auf, die sich auf die genannten Faktoren zurückführen lassen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020b). Höhere Temperaturen und eine veränderte Niederschlagsverteilung sind bedeutende Stressfaktoren für viele Baumarten. Als Reaktion verringern sie ihren Stoffwechsel, was zu einer Schwächung des Immunsystems führt. Die Konsequenz ist ein deutlich reduziertes Wachstum der Bäume (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020a).

Zustand des Waldes – insbesondere der Fichte

Für die Holzindustrie sind vor allem die Fichtenbestände von besonderer Bedeutung, denn knapp 90% der stofflichen Nutzung basieren auf Nadelholz und hierbei insbesondere auf Fichtenholz (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021, 2024b). Die prognostizierten Veränderungen der Klimabedingungen werden zu einer Verschlechterung der Wuchsbedingungen für die Fichte führen (Umweltbundesamt, 2019). Diese Entwicklung gewinnt an zusätzlicher Brisanz, da die Fichte vielfach an Standorten angebaut wurde, die ihren spezifischen Ansprüchen nicht gerecht werden. Um dem aufgelichteten Waldzustand entgegenzuwirken, wurde vor rund 200 Jahren damit begonnen, den Fichtenanbau gezielt auszuweiten. Aufgrund ihrer Anspruchslosigkeit, Robustheit und leichten Vermehrbarkeit wurde sie als die ideale Baumart angesehen (Umweltbundesamt, 2019). Das flache Wurzelsystem sorgt jedoch für eine hohe Anfälligkeit gegenüber Stürmen und Trockenheit und wird der Fichte zunehmend zum Verhängnis.

Nach dem Umweltbundesamt (2019) wird selbst ein moderater Temperaturanstieg von unter 2°C das Anbaurisiko der Fichte deutlich verschlechtern, weil mehr Regionen in den Bereich jenseits der Wärme- und Trockenheitsgrenzen der Fichte geraten werden. Verdeutlicht wird die Brisanz durch eine Analyse des Anbaurisikos der Fichte, die als Referenz das Jahr 2000 heranzieht. Demnach weisen im Jahr 2050 nur 32,2% und im Jahr 2100 nur noch 16% der Fläche Bayerns ein geringes Anbaurisiko auf. Für 61% der Fläche wird das Anbaurisiko dann als sehr hoch bewertet (Brosinger, 2024). Zu berücksichtigen ist hierbei, dass sich die klimatischen Bedingungen seit dem Jahr 2000 deutlich schlechter als prognostiziert entwickelt haben, sodass es wahrscheinlich ist, dass die skizzierten Effekte früher eintreten. Dies zeigt sich auch in der Waldzustandserhebung 2022. 40% der Fichtenbestände besitzen eine deutliche, 29,6% eine mittlere und bloß 24% keine Kronenverlichtung (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023a). Der Anteil der deutlichen Kronenverlichtung ist 2023 sogar auf 43% gestiegen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024a). Die Fichte hat insgesamt an Fläche und Holzvorrat verloren. Es ist anzunehmen, dass sich dieser Trend durch

den Klimawandel weiter fortsetzt (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023b).

Der Wald in Österreich

Die grundsätzlichen Tendenzen sind in Österreich und der Schweiz ähnlich. Im Rahmen der Waldinventur 2022 wurde die Waldfläche in Österreich auf mehr als 4,0 Mio. Hektar beziffert, was 47,9% der Staatsfläche entspricht. Der Holzvorrat entspricht 1,2 Mrd. Vorratsfestmetern und steigt kontinuierlich. Lediglich 89% des Zuwachses werden genutzt, sodass mehr als 10% zum Vorratsaufbau beitragen. Die Nadelholzreinbestände haben im österreichischen Wald um 6% abgenommen, während die Laubholzrein- und -mischbestände jeweils um 8% zugelegt haben (Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, 2024).

Der Wald in der Schweiz

In der Schweiz beträgt die Waldfläche etwa 1,3 Mio. Hektar, was ungefähr einem Drittel der Landesfläche entspricht (Bundesamt für Umwelt, 2022a). Der Holzvorrat liegt bei 422 Mio. Kubikmetern und wächst jedes Jahr um etwa 10 Mio. Kubikmeter (Bundesamt für Umwelt, 2022a). 76% des Holzvorrats werden durch die Fichte, Buche oder Weisstanne abgedeckt (WaldSchweiz, 2024). Die jährliche Nutzung von Laubholz liegt bei ca. 1,0 Mio. Kubikmetern unter dem Zuwachs, während sie bei Nadelholz bei 0,6 Mio. Kubikmetern liegt. Bei der Fichte liegt die jährliche Nutzung lediglich bei 0,1 Mio. Kubikmetern unter der Zuwachsmenge (Bundesamt für Umwelt, 2022a).

2.2.2 Die nationalen Waldgesetze

Das Ziel der Forstpolitik in der DACH-Region besteht darin, die vielfältigen Funktionen und Leistungen des Waldes sowie seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022). In Deutschland ist dieser Grundsatz seit 1975 im Bundeswaldgesetz verankert (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022). Dort heißt es in §11 unter anderem:

> *„Der Wald soll im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden“* (Der Deutsche Bundestag, 1975).

Die Ziele der Forstpolitik sind in Deutschland, Österreich und der Schweiz durch nationale Wald- respektive Forstgesetze rechtlich fixiert. In Deutschland wurde 1975 das Bundeswaldgesetz, in Österreich im Jahr 1975 das Forstgesetz und in der Schweiz im Jahr 1991 das Bundesgesetz über den Wald erlassen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022; Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, 2023; Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 1991).

Die Gesetze haben zum Teil eine jahrzehntelange Tradition und basieren auf Grundlagen von vor über 100 Jahren. Neben den Regelungen finden sich vor allem Begriffsdefinitionen. Gemäß dem Bundeswaldgesetz wird der Wald zum Beispiel als jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche bezeichnet (Der Deutsche Bundestag, 1975).

Der Wald erbringt eine Reihe wichtiger Leistungen für die Gesellschaft, weshalb die Förderung der Forstwirtschaft und der Ausgleich zwischen den Interessen der Allgemeinheit und den Interessen der Waldbesitzer zu den zentralen Anliegen der Forstpolitik gehören (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022).

Um die Erhaltung des Waldes sicherzustellen, darf der Wald lediglich mit einer Genehmigung der nach Landesrecht zuständigen Behörde gerodet und in eine andere Nutzungsart umgewandelt werden (Der Deutsche Bundestag, 1975). Darüber hinaus verpflichten die Landesgesetze die Waldbesitzer, kahlgeschlagene oder verlichtete Waldbestände in angemessener Frist wieder aufzuforsten oder zu ergänzen, sofern keine Umwandlung in eine andere Nutzungsart erfolgt (Der Deutsche Bundestag, 1975). Dabei sind die Funktionen des Waldes als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte zu berücksichtigen (Der Deutsche Bundestag, 1975).

Obgleich sich die nationalen Regelungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz im Detail unterscheiden, sind die übergeordneten Zielsetzungen konsistent. Ein elementarer Bestandteil dieser Ziele ist die Sicherung der vielfältigen Funktionen und Leistungen sowie die ordnungsgemäße Bewirtschaftung unter Berücksichtigung des Prinzips der Nachhaltigkeit. In der DACH-Region ist daher eine nachhaltige und ökologische Waldbewirtschaftung gesetzlich verankert.

In Deutschland existieren für jedes Bundesland und in der Schweiz für unterschiedliche Kantone spezifische Vorgaben, die sich an den nationalen Richtlinien orientieren. Dabei gilt, dass die Regelungen verschärft und konkretisiert, aber nicht gelockert werden dürfen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022).

2.2.3 Das Bundesnaturschutzgesetz

Das 1976 erstmals in Kraft getretene Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) verfolgt in Deutschland das Ziel, Natur und Landschaft im besiedelten und unbesiedelten Bereich zu schützen. Dabei sollen nach §1 die biologische Vielfalt, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter sowie die Vielfalt,

Eigenart und Schönheit als auch der Erholungswert von Natur und Landschaft auf Dauer gesichert werden (Der Deutsche Bundestag, 2009).

Das Gesetz regelt unter anderem, dass Wald und Waldränder im besiedelten und siedlungsnahen Bereich zu erhalten und dort, wo sie nicht in ausreichender Menge und Qualität vorhanden sind, neu anzulegen oder zu entwickeln sind (Der Deutsche Bundestag, 2009). Des Weiteren ist im Rahmen der forstlichen Nutzung auf einen naturnahen Aufbau der Wälder sowie auf eine nachhaltige Bewirtschaftung ohne Kahlschläge zu achten. Dabei ist ein hinreichender Anteil standortheimischer Forstpflanzen einzuhalten (Der Deutsche Bundestag, 2009)

Zusätzlich werden bestimmte Teile von Natur und Landschaft, die eine besondere Bedeutung als Biotope haben, gesetzlich geschützt. In diesem Zusammenhang sind Handlungen untersagt, die zu einer Zerstörung oder Beeinträchtigung, insbesondere von Wäldern und Gebüschen trockenwarmer Standorte, Auenwäldern, Hangschuttwäldern sowie subalpinen Lärchen- und Lärchen-Arvenwäldern führen können (Der Deutsche Bundestag, 2009).

2.2.4 Zertifizierungen im Wald – FSC, PEFC und Naturland

In der weltweiten Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung nehmen vor allem die Organisationen Forest Stewardship Council (FSC) und Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) eine zentrale Rolle ein.

Im Jahr 1992 wurde in Rio de Janeiro der designierte Umweltgipfel, die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung, abgehalten, um über Fragen zur Umwelt und Entwicklung im 21. Jahrhundert zu beraten (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2023). Wenngleich das Konzept der nachhaltigen Entwicklung als internationales Leitbild anerkannt wurde, brachte die Konferenz jedoch keine rechtsverbindlichen Instrumente zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder hervor. Als direkte Reaktion darauf wurde 1994 auf Initiative internationaler Umwelt- und Menschenrechtsorganisationen sowie Vertretern der Forst- und Holzwirtschaft der FSC gegründet (Bick, 2019; Forest Stewardship Council, 2023). PEFC wurde 1999 in Paris als europäisches Pendant zum Schutz der Wälder in Europa initiiert, erweiterte sich jedoch bereits 2002 auch über die europäischen Grenzen hinaus (PEFC Deutschland e.V., 2024a).

Die Bestandteile einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung lassen sich in zwei Elemente differenzieren. Die Waldzertifizierung überprüft, ob der jeweilige Wald nachhaltigen Kriterien zur Pflege und Nutzung standhält (Bick, 2019; PEFC Deutschland e.V., 2024b). Für PEFC bieten die in Helsinki aufgestellten Nachhaltigkeitsfaktoren Orientierung, die von qualifizierten

und akkreditierten Experten überprüft werden (PEFC Deutschland e.V., 2024b). In diesem Kontext hat der FSC zehn Prinzipien entwickelt, die für FSC-zertifizierte Wälder maßgeblich sind. Neben einer Bewirtschaftung, welche die wirtschaftliche Tragfähigkeit sowie die Vielfalt der sozialen und ökologischen Leistungen des Waldes langfristig erhält oder verbessert und die Ökosystemdienstleistungen und die Umweltgüter dauerhaft bewahrt, finden auch soziale Standards Berücksichtigung. Diesbezüglich geht es unter anderem um Arbeitnehmerrechte und Arbeitsbedingungen, die Beziehungen zur lokalen Bevölkerung und die Einhaltung von Gesetzen (FSC Deutschland, 2023).

Darüber hinaus analysiert die Produktkettenzertifizierung die gesamte Wertschöpfungskette, vom Wald bis zum Endprodukt (Bick, 2019). In konvergenter Weise überprüfen unabhängige Organisationen, ob im Forstbetrieb, in Verarbeitungs- und Bearbeitungsunternehmen sowie im Handel bestimmte Standards im Umgang mit zertifizierten Produkten verantwortungsvoll umgesetzt werden. Das Endprodukt darf nur dann als FSC- oder PEFC-Produkt vermarktet werden, wenn alle Vorlieferanten sowie das anbietende Unternehmen über ein entsprechendes Zertifikat verfügen (FSC Deutschland, 2022). Ein solches Zertifikat bestätigt, dass das Unternehmen den Wareneingang, die Verarbeitung und Lagerung sowie den Warenausgang in einer Weise kontrolliert, die unzulässige Vermischungen, Vertauschungen oder Falschdeklarationen ausschließt (FSC Deutschland, 2022).

Die beiden Systeme lassen sich dahingehend differenzieren, dass FSC einzelne Forstbetriebe und Waldbestände zertifiziert, während PEFC auch Gruppenzertifizierungen oder Zertifikate für ganze Regionen ermöglicht.

Die divergierende Bedeutung der beiden Organisationen in Deutschland, Österreich und der Schweiz führt zu einer stark fragmentierten Waldaufteilung hinsichtlich der Zertifizierungsart. Der Anteil der PEFC-zertifizierten Wälder beträgt in Deutschland 7,8 Mio. Hektar, in Österreich 3,3 Mio. Hektar und in der Schweiz 0,2 Mio. Hektar (PEFC Deutschland e.V., 2024b). Die Ausdehnung der FSC-zertifizierten Wälder liegt in Deutschland bei 1,4 Mio. Hektar, in Österreich bei 0,00006 Mio. Hektar und in der Schweiz bei 0,6 Mio. Hektar Wald (Forest Stewardship Council, 2023). Weltweit sind circa 430 Mio. Hektar Wald zertifiziert (Bick, 2019).[1]

Neben FSC und PEFC gibt es in Deutschland außerdem die Möglichkeit, sich nach den Naturlandrichtlinien zur ökologischen Waldnutzung zertifizieren zu lassen. Bisher bewirtschaften 19 kommunale und private Waldbetriebe eine Waldfläche von über 53.000

[1] PEFC 309 Mio. und FSC 201 Mio., davon 86 Mio. doppelt zertifiziert (Bick, 2019).

Hektar nach diesen Vorgaben (Naturland, 2023). Die Richtlinie wurde bereits 1995 in Zusammenarbeit mit den Umweltverbänden BUND, Greenpeace und Robin Wood entwickelt, um eine Öko-Zertifizierung von Waldbetrieben zu gewährleisten (Naturland, 2023). Die Richtlinie übertrifft die Anforderungen des FSC, sodass gleichzeitig ein Naturland- sowie ein FSC-Zertifikat ausgestellt werden können (NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V., 2024). Zudem hat Naturland eine Verarbeitungsrichtlinie für Holz aus ökologischer Waldnutzung erstellt, die auf eine durchgängige Nachverfolgbarkeit setzt (Naturland, 2023).

2.2.4.1 Bewertung von FSC und PEFC

Populärer Kritiker der Waldzertifizierungsorganisationen ist Greenpeace e.V., eine in über 55 Ländern vertretene Umweltorganisation (Greenpeace e.V., 2023a).

In einem Interview, welches mit dem Waldexperten Christoph Thies durchgeführt wurde, wird deutlich, dass Greenpeace e.V. den PEFC nicht als glaubwürdiges und zielführendes Siegel einstuft. Verbrauchern wird sogar davon abgeraten, auf das PEFC-Siegel zu achten, da sich die Wirtschaft mit diesem Zertifikat im Wesentlichen selbst ein Gütesiegel verpasst haben soll. Thies führt an, dass es keine unabhängigen Kontrollen zum Waldschutz gäbe (Greenpeace e.V., 2023b; Weiland, 2018).

Die ursprüngliche Haltung von Greenpeace e.V. gegenüber dem FSC stand dem diametral entgegen. Als Mitglied des FSC veröffentlichte Greenpeace e.V. noch im Jahr 2010, dass das FSC-Siegel die beste Zertifizierung für nachhaltige Waldbewirtschaftung sei (Salge, 2010). Greenpeace e.V. postulierte jedoch sogleich, dass das Siegel nicht perfekt sei, und prangerte vor allem Zertifizierungsprojekte im Kongobecken an (Salge, 2010).

Gegensätzliche Auffassungen führten schließlich 2018 zum Austritt von Greenpeace e.V. aus dem FSC. Ausschlaggebend waren nach Aussage von Christoph Thies Abholzungen in FSC-zertifizierten Urwäldern (Weiland, 2018). Zusätzlich wird aufgeführt, dass die FSC-Prinzipien und -Kriterien in den Ländern auf verschiedene Art und Weise implementiert werden und dass das Gesamtsystem den Schutz der Wälder nicht garantieren kann (Greenpeace e.V., 2023b). Aus diesen Gründen wird die Auffassung vertreten, dass die FSC-Zertifizierungssysteme nicht ausreichen, um einen signifikanten Beitrag zum Schutz der Wälder zu gewährleisten (Greenpeace e.V., 2023b). Ferner wird bemängelt, dass keine digitalen Karten für zertifizierte Forstbetriebe und Herkunftsgebiete publiziert werden und keine öffentlich zugänglichen Prüfungsberichte existieren (Greenpeace e.V., 2023b).

Ungeachtet des Austritts assoziiert Greenpeace e.V. mit dem FSC noch immer das einzig glaubwürdige Siegel für ökologische Waldwirtschaft (Weiland, 2018).

2.3 Regulatorische Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Holzindustrie

2.3.1 Forest Law Enforcement, Governance and Trade (FLEGT)

Die EU-Verordnung aus dem Jahr 2005, welche als Reaktion auf den Aktionsplan Forest Law Enforcement, Governance and Trade (FLEGT) der EU-Kommission aus dem Jahr 2003 erlassen wurde, hat zum Ziel, die Einfuhr von illegal geschlagenem Holz in die EU zu verhindern. Die EU-Verordnung leistet damit einen Beitrag zur Bekämpfung des illegalen Holzeinschlags in den Erzeugerländern und fördert eine nachhaltige Forstwirtschaft.

Das Verfahren basiert auf dem Konzept eines Genehmigungssystems, welches sicherstellt, dass ausschließlich Holz in den zollrechtlich freien Verkehr der EU importiert wird, das nach den nationalen Rechtsvorschriften des Erzeugerlandes legal geschlagen wurde (Europäische Kommission, 2005). Die Implementierung eines Kontrollsystems in den ausführenden Ländern stellt eine Voraussetzung dar (Europäische Kommission, 2005). Grundlage für entsprechende Verfahren sind freiwillige Partnerschaftsabkommen zwischen der EU und den Erzeugerländern, die diese verpflichten, innerhalb eines definierten Zeitraums ein konvergentes System zu implementieren (Europäische Kommission, 2005).

Die maßgeblichen Nachweise werden als FLEGT-Genehmigungen bezeichnet. Diese stellen ein fälschungssicheres und überprüfbares Dokument einheitlichen Formats dar, das von einer Genehmigungsstelle des Partnerlandes ordnungsgemäß ausgestellt und für rechtsgültig erklärt wurde (Europäische Kommission, 2005). Holzeinfuhren aus Partnerländern ohne entsprechende FLEGT-Genehmigungen sind verboten (Europäische Kommission, 2005). Ein rechtswidriges Verhalten wird mit abschreckenden Sanktionen geahndet (Europäische Kommission, 2005).

Während Indonesien als einziges FLEGT-Partnerland Genehmigungen ausstellen darf, fehlen in Vietnam, Ghana, Kamerun, Liberia, der Republik Kongo und der Zentralafrikanischen Republik trotz unterzeichneter Verträge Legalitätsnachweissysteme (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2023). Insgesamt werden die positiven Effekte als gering eingeschätzt, da sie sich lediglich auf das jeweilige Partnerland beziehen (Kleinschmit, 2017). Erschwerend kommt hinzu, dass es sich bisher nur um sieben Länder handelt.

2.3.2 Die EU – Holzhandelsverordnung

Nach Angaben des Deutschen Holzwirtschaftsrates (2023) werden weltweit schätzungsweise 15 – 30% des Holzes illegal eingeschlagen. Zur Bekämpfung des Handels mit illegal geschlagenem Holz wurde in der EU am 03.03.2013 die EU-Holzhandelsverordnung (EU Timber Regulation, kurz: EUTR) in nationales Recht umgesetzt (Bundesanstalt für

Landwirtschaft und Ernährung, 2019). Sie ist einer von mehreren Ansätzen des EU-Aktionsplans zur besseren Kontrolle von Holzimporten (Deutscher Holzwirtschaftsrat, 2023). Entscheidendes Kriterium der Verordnung ist das erstmalige Inverkehrbringen, sowohl durch Holzernte als auch durch Importe, von Holz und Holzerzeugnissen auf den EU-Binnenmarkt (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2019). Betroffen sind folglich auch europäische Länder, die entsprechende Produkte aus der Schweiz importieren.

Artikel 4 der EU-Verordnung definiert, dass das Inverkehrbringen von Holz oder Holzerzeugnissen aus illegalem Einschlag verboten ist (Europäische Kommission, 2010b). Aus diesem Grund sind Marktteilnehmer, die Holz und Holzerzeugnisse erstmals in Verkehr bringen, dazu verpflichtet, im Rahmen von Sorgfaltspflichtregelungen den Nachweis zu erbringen, dass es sich um Produkte aus legalem Einschlag handelt (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2019). Des Weiteren verpflichtet die Verordnung die Händler, entlang der gesamten Lieferkette die jeweiligen Vorlieferanten und Kunden benennen zu können (Europäische Kommission, 2010b).

Das Überprüfungsmerkmal der Legalität orientiert sich an den einschlägigen Rechtsvorschriften des Erzeugerlandes (Europäische Kommission, 2010b). Die Sorgfaltspflichtregelung gliedert sich in drei Phasen. Zunächst sind vollumfängliche Informationen über die geplante Lieferung zu organisieren, wozu beispielsweise Holzeinschlagskonzessionen oder Legalitätsnachweise gehören. Nachfolgend wird anhand der aufbereiteten Informationen eine Risikobewertung vorgenommen, die in der dritten Phase eine Risikominderung erfordern kann. Diesbezüglich sind unter anderem Verifizierungen oder Zertifizierungen von Dritten notwendig. Liegen keine belastbaren Informationen vor, ist eine Einfuhr der Ware nicht zulässig (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2019). Unternehmen können einerseits eigene Risikomanagementsysteme zur Einhaltung der Sorgfaltspflichtregelungen entwickeln oder die Unterstützung einer Überwachungsorganisation in Anspruch nehmen (Deutscher Holzwirtschaftsrat, 2023).

In Deutschland wird die EUTR durch das Holzhandels-Sicherungs-Gesetz umgesetzt, dessen Ausgestaltung von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung überprüft wird. Die politische Zuständigkeit liegt beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2019). In Österreich findet die EUTR durch das Holzhandelsüberwachungsgesetz Anwendung, welches sich im Zuständigkeitsgebiet des Bundesamts für Wald befindet (Bundesamt für Wald, 2023). Verstöße werden in allen Ländern mit hohen Strafen sanktioniert (Bundesamt für Wald, 2023; Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2019). Auch wenn die EUTR in der Schweiz

keine Gültigkeit besitzt, fallen Exporte aus der Schweiz in die Europäische Union in den Geltungsbereich der Verordnung. Unter Berücksichtigung der Ausführungen des Bundesamtes für Umwelt garantiert das Schweizer Waldgesetz eine nachhaltige Waldbewirtschaftung, so dass der Schweizer Wald generell nach den Prinzipien der Nachhaltigkeit bewirtschaftet werden muss (Bundesamt für Umwelt, 2013). Zusätzlich ist es in der Schweiz seit dem 01.01.2022 ebenfalls verboten, illegal geschlagenes Holz und die daraus gefertigten Produkte in Verkehr zu bringen (Bundesamt für Umwelt, 2023a).

2.3.2.1 Bewertung der EU – Holzhandelsverordnung

Das von Thünen-Institut für Waldwirtschaft und Forstökonomie hat im Jahr 2018 eine Befragung von in Deutschland ansässigen Unternehmen durchgeführt, die EUTR-Produkte aus Drittstaaten nach Deutschland importieren (Köthke, 2020). Die Identifikation erfolgte über die Importanmeldungen bei der deutschen Zollbehörde. Durch eine stratifizierte Zufallsstichprobe aus der beschriebenen Zollliste wurde sichergestellt, dass Marktteilnehmer unterschiedlicher Größe an der Befragung teilnehmen. Insgesamt wurden 5.100 Marktteilnehmer kontaktiert, von welchen 554 an der Befragung teilgenommen haben (Köthke, 2020). Mehr als 85% der Teilnehmer bestätigen, dass die Legalität der importierten Produkte eindeutig nachweisbar sei (Köthke, 2020). 61 Unternehmen berichten davon, dass auf Geschäftsbeziehungen mit bestimmten Händlern verzichtet wurde. 16 Teilnehmer schlossen sogar ganze Länder aus (Köthke, 2020). Dabei spielte vor allem der Aufwand für die Beschaffung der vollständigen Nachweisdokumente eine entscheidende Rolle (Köthke, 2020). Insgesamt erwarten die Teilnehmer einen Rückgang der Importe aus den Tropen und steigende Anschaffungspreise für Holzprodukte aus Nicht-EU-Ländern.

Vor allem Umweltschutzorganisationen, wie zum Beispiel der World Wide Fund for Nature (WWF) Deutschland, kritisieren die EUTR. Im Jahr 2021 hat der WWF eine Beschwerde gegen Deutschland bei der EU-Kommission eingereicht, um ein Vertragsverletzungsverfahren einzuleiten. Die Organisation bemängelt unter anderem, dass die mit den Kontrollen beauftragte Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung zu viel Rücksicht auf die Belange der Unternehmen nehme und jährlich lediglich etwa ein Prozent aller Holzfirmen kontrollieren würde (WWF Deutschland, 2021). Des Weiteren seien die Strafen von wenigen hundert bis tausend Euro insgesamt zu niedrig (WWF Deutschland, 2021). Grundsätzlich prangert der WWF an, dass Recherchen weiterhin aufdecken, dass illegales Holz auf den deutschen Markt gelangt (WWF Deutschland, 2021).

Aus einem Statusbericht der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft geht hervor, dass das jährliche Gesamtbudget für die Umsetzung und den Vollzug der EU-Holzverordnung

100.000 Euro beträgt. Weiterhin wird in dem Bericht dargelegt, dass keine Marktteilnehmer identifiziert wurden, die ein oder mehrere Risikokriterien erfüllen. Es wurde jedoch ergänzt, dass für das Folgejahr 2021 zumindest sieben Verfahren anstehen könnten, die vor dem Amtsgericht verhandelt werden (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2021).

Das von Thünen-Institut berichtet unter anderem von zunehmender Kritik, da die Umsetzung der EUTR in den einzelnen Mitgliedsländern der EU uneinheitlich erfolgt (Isermeyer et al., 2020). Dies führe lediglich zu einer Verlagerung der Importe in EU-Mitgliedstaaten mit weniger intensiven Kontrollen (Isermeyer et al., 2020). In der Unternehmenspraxis ist das Meinungsbild zur EUTR uneinheitlich. Eine Umfrage des von Thünen-Instituts aus dem Jahr 2018 unter 343 Unternehmen (n = 540) kam zu dem Ergebnis, dass sich Zustimmung und Ablehnung hinsichtlich der positiven bzw. negativen Auswirkungen der EUTR die Waage halten (Köthke, 2020). Zudem haben von 230 befragten Unternehmen 57,0% angegeben, dass seit der Einführung der EUTR im Jahr 2013 keine Veränderungen auf der Nachfrageseite wahrgenommen wurden. Nur 30,9% gaben an, eine entsprechende Veränderung empfunden zu haben (Köthke, 2020). Ein weiterer Kritikpunkt der EUTR ist dahingehend festzustellen, dass sich der Nachweis der Legalität an den Rechtsvorschriften des Erzeugerlandes orientiert und somit keine einheitlichen Verhaltensrichtlinien bestehen (Isermeyer et al., 2020).

2.3.3 EU-Verordnung für entwaldungsfreie Produkte

Die European Union Deforestation Regulation (EUDR) hat zum Ziel, die durch den Verbrauch und die Erzeugung in der EU verursachte Entwaldung und Waldschädigung einzudämmen. Die Verordnung findet Anwendung auf eine Vielzahl von Rohstoffen, darunter Holz, Kakao, Kaffee, Kautschuk, Palmöl oder Soja. Ihr Inkrafttreten ist für den 30. Dezember 2024 vorgesehen, wobei sie die aktuell gültige EUTR ersetzen und inhaltlich erweitern soll (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2024; Europäische Kommission, 2023b).

Unternehmen werden durch die EUDR dazu verpflichtet, vor der Einfuhr, der Bereitstellung auf dem Markt der EU oder der Ausfuhr aus der EU-Sorgfaltspflichten nachzukommen. Diese beinhalten vornehmlich die Sammlung spezifischer Informationen über die Herkunft der Lieferung, um eine Risikobewertung durchführen zu können. Dabei gilt es zu begründen, dass die Lieferketten frei von Entwaldung sind und die Rohstoffe und Erzeugnisse gemäß den einschlägigen Rechtsvorschriften des Erzeugerlandes hergestellt wurden. Der Begriff „entwaldungsfrei“ impliziert, dass die Rohstoffe nicht auf Flächen erzeugt wurden, die nach dem 31. Dezember 2020 einer Entwaldung unterlagen. Für Holz und Holzerzeugnisse bedeutet dies zudem, dass das Holz nach diesem Datum ohne Schädigung des Waldes geschlagen wurde. Für eine bessere Rückverfolgbarkeit sollen Unternehmen georeferenzierte Daten über den

Warenursprung bereitstellen. Sofern die Rohstoffe als verordnungskonform gelten, ist vor dem Inverkehrbringen, der Bereitstellung oder der Ausfuhr über das Informationssystem der EU eine elektronische Sorgfaltserklärung abzugeben (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2024).

Bei der EUDR handelt es sich um eine weitreichende Verordnung der EU, welche für die betroffenen Firmen tiefgreifende Veränderungen bedeutet. Zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Dissertation waren zentrale Elemente der EUDR noch nicht veröffentlicht, sodass von einer umfangreicheren Analyse abgesehen wird. Des Weiteren war am 14.12.2024 davon auszugehen, dass die Einführung um ein Jahr verschoben wird (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024c).

Die fehlende Informationsbasis sowie das Anforderungsspektrum für die Firmen sorgen für übereinstimmende Kritik verschiedener Branchenverbände (Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e. V., 2024; Gesamtverband Deutscher Holzhandel e.V., 2024).

2.4 Der Holzmarkt

2.4.1 Holzeinschlag

Im Jahr 2022 lag der Holzeinschlag in Deutschland mit insgesamt 78,8 Mio. Kubikmetern (ohne Rinde) um 5,1% unter dem Vorjahreswert (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023c). In 2023 ist der Einschlag noch einmal auf 70,6 Mio. Kubikmeter zurückgegangen (Statistisches Bundesamt, 2024). Die Fichte hat mit einem Anteil von ca. 45% am Gesamteinschlag den höchsten Anteil (Statistisches Bundesamt, 2023a). Die Bedeutung des Nadelholzes ist signifikant, da 84% des Gesamteinschlags auf Baumarten wie Fichte, Kiefer, Lärche oder Douglasie entfallen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023c). Für die stoffliche Nutzung sind vor allem Stamm- und Industrieholz geeignet. Im Jahr 2022 wurden 46 Mio. Kubikmeter Stamm- und 15,5 Mio. Kubikmeter Industrieholz eingeschlagen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023c). Von diesen knapp 61,5 Mio. Kubikmetern entfallen etwa 31,1 Mio. Kubikmeter auf Einschlagsmengen aus Privatwäldern und etwa 19,0 Mio. Kubikmeter auf Landeswälder. Bundes- und Körperschaftswälder spielen demnach eine untergeordnete Rolle (Statistisches Bundesamt, 2023b).

Der prekäre Zustand des deutschen Waldes führt zu einem hohen Anteil an Zwangsnutzungen. Mehr als die Hälfte des im Jahr 2022 eingeschlagenen Holzes war Kalamitätsholz, wobei der kalamitätsbedingte Einschlag der Baumartengruppe Fichte mit 67 % besonders hoch war (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023c). Obgleich der Anteil des

Schadholzes in 2023 weiterhin bei mehr als der Hälfte des Gesamteinschlags lag, ist die totale Schadholz-Höhe von 44,7 Mio. in 2022 auf 38,7 Mio. Kubikmeter gesunken (Statistisches Bundesamt, 2024).

Im Jahr 2022 wurden 44,7 Mio. Kubikmeter Holz aufgrund von Schadeinwirkungen eingeschlagen. Bei 26,6 Mio. Kubikmetern waren Insekten die Ursache für den Einschlag, davon 25,5 Mio. Kubikmeter bei der Fichte (Statistisches Bundesamt, 2023b). Wind- und Sturmschäden waren für 12,4 Mio. Kubikmeter und Trockenheit für 3,6 Mio. Kubikmeter verantwortlich (Statistisches Bundesamt, 2023b). Die signifikante Bedrohung durch Insektenschäden setzt sich auch 2023 fort. Der dadurch hervorgerufene Einschlag machte einen Anteil von 70,3% vom gesamten Schadholzeinschlag aus (Statistisches Bundesamt, 2024).

Es ist folglich zu berücksichtigen, dass ein erheblicher Anteil des Einschlags auf kalamitätsbedingte Schäden zurückzuführen ist. Dies ist eine Erklärung dafür, dass in den Jahren 2020, 2021 und 2022 so viel Holz eingeschlagen wurde, wie seit Beginn der Statistik im Jahr 1998 nicht mehr (Statistisches Bundesamt, 2023b).

2.4.2 Die Holzrohstoffbilanz

Die Holzrohstoffbilanz gibt einen Aufschluss über das Aufkommen und die Verwendung des Rohstoffes Holz in Deutschland. Diese Aufteilung ist wichtig, da eine Statistik über Einschlagsmengen nichts darüber aussagt, wo und in welcher Form das Holz verwendet wurde (Mantau, 2023).

Die jüngste Holzrohstoffbilanz wurde für das Jahr 2020 erstellt. Das Gesamtaufkommen beträgt ca. 126 Mio. Kubikmeter, wovon 64,6% auf Biomasse primärer Produktion, 34,2% auf Sekundärrohstoffe und 1,2% auf Sonstiges entfallen. Die Sekundärrohstoffe bestehen unter anderem zu 47,8% aus Sägenebenprodukten (20,5 Mio. Kubikmeter) und zu 37,8% aus Altholz (16,2 Mio. Kubikmeter). 84,3% der Biomasse aus Primärproduktion setzen sich aus Derbholz zusammen (55,6 Mio. Kubikmeter Nadelholz und 13,0 Mio. Kubikmeter Laubholz) (Mantau, 2023).

Auf der Verwendungsseite wird zwischen einer stofflichen und einer energetischen Nutzung unterschieden. Von den 126 Mio. Kubikmetern werden 53,3% stofflich und 46,7% energetisch genutzt. Die energetische Holzverwendung hat seit den 2000er Jahren durch Förderimpulse und steigende Energiepreise ein fulminantes Wachstum erfahren und hat sich zu einer konkurrenzfähigen Alternative zur stofflichen Nutzung entwickelt. Im Jahr 2010 wurde erstmalig mehr Holz energetisch als stofflich verwendet (Mantau, 2012). Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre wurde zu 75,1% Nadelholz eingesetzt, hiervon etwa 90% stofflich und 10%

energetisch. Bei der Laubholzverwendung lag der Anteil der energetischen Nutzung bei ca. 61,3% und der Anteil der stofflichen Nutzung bei ca. 38,7% (Mantau, 2023).

Innerhalb der stofflichen Nutzung ist im Jahr 2020 die Sägeindustrie mit einem Anteil von 62,5% an den insgesamt 67,2 Mio. Kubikmetern der bedeutendste Abnehmer, gefolgt von der Holzwerkstoffindustrie mit 23,4%. In 2020 wurden in der Sägeindustrie aus etwa 42,0 Mio. Kubikmetern Rohholz, 25,5 Mio. Kubikmeter Schnittholz und 20,3 Mio. Kubikmeter Reststoffe hergestellt. Während 10,4 Mio. Kubikmeter exportiert wurden, entsprach die Importmenge 5,6 Mio. Kubikmetern. Demnach wurden innerhalb der Bundesrepublik Deutschland etwa 20,8 Mio. Kubikmeter genutzt (Mantau, 2023).

Mit rund 16,2 Millionen Kubikmetern hat Altholz einen Anteil von 12,9% am gesamten Rohstoffaufkommen. Der Anteil ist in den letzten 30 Jahren deutlich gestiegen, denn im Jahr 1990 lag die Menge bei 2,8 Mio. Kubikmetern und der Anteil bei lediglich 4,7%. Während die Sägeindustrie keine Sekundärrohstoffe verwendet, ist der Anteil innerhalb der Holzwerkstoffindustrie von 50,3% in 1990 auf 65,6% in 2020 gestiegen (Mantau, 2023). Der Einsatz von Gebraucht- und Altholz erfolgt jedoch bisher fast ausschließlich im Rahmen der Spanplattenproduktion. Andere Holzwerkstoffe wie OSB, MDF oder LDF bestehen bisher nicht aus Recyclingmaterial. Innerhalb der Spanplattenproduktion besitzen Alt- und Gebrauchtholz einen Anteil von 36,2% und im Kontext der gesamten Holzwerkstoffproduktion einen Anteil von 15,7% (Mantau, 2023).

2.4.3 Produktion, Im- und Export

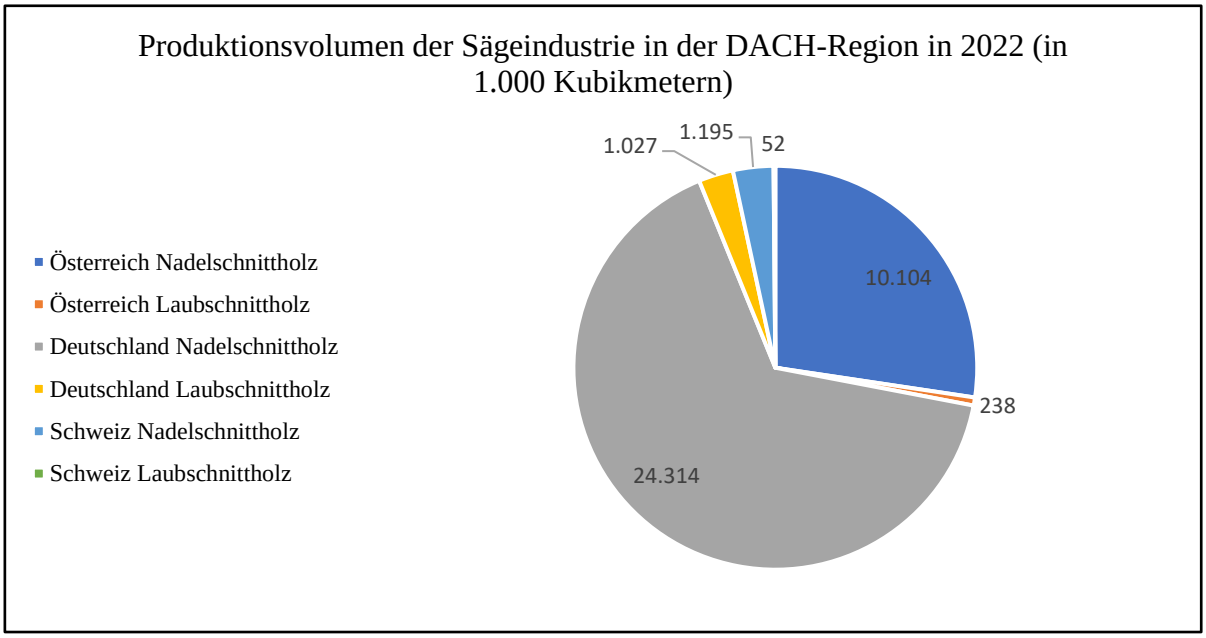
Aufgrund des umfangreichen Produktangebots wird nachfolgend lediglich der Markt für Schnittholz, insbesondere Nadelschnittholz, genauer analysiert. Es handelt sich hierbei um das mengenmäßig bedeutsamste Sortiment der europäischen und weltweiten Holzindustrie (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024).

Schnittholz - Produktion

Die gesamte Produktionsmenge von Nadel- und Laubschnittholz betrug im Jahr 2022 in der DACH-Region rund 36,9 Mio. Kubikmeter. Der Anteil von Nadelschnittholz lag bei 96,4% (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024). In Europa werden insgesamt ca. 171,8 Mio. Kubikmeter Schnittholz produziert. Die Betriebe in der DACH-Region haben daran einen Anteil von ca. 21,5% (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024).

Die folgende Abbildung 2.1 visualisiert die Zusammensetzung der Produktionsmengen in der DACH-Region:

Abbildung 2.1 Produktionsvolumen der Sägeindustrie im Jahr 2022 (DACH)



Quelle: Eigene Darstellung

Die weltweite Bedeutung der Betriebe aus der DACH-Region wird durch die folgende Tabelle 2.1 verdeutlicht. Die Daten beruhen auf der Erhebung der Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024) und ergeben sich aus offiziellen Statistiken und Schätzungen.

Tabelle 2.1 Produktionsvolumen Schnittholz in CBM 2022

Region	Produktionsmenge Nadelschnittholz	Produktionsmenge Laubschnittholz	Gesamt	Anteil an der weltweiten Produktionsmenge
Deutschland	24.314.052	1.027.536	25.314.588	4,7%
Österreich	10.104.000	238.000	10.342.000	1,9%
Schweiz	1.195.911	52.377	1.248.288	0,2%
Europa	151.147.458	14.151.893	171.815.637	32%
Welt	374.693.156	186.121.016	537.163.167	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Schnittholz – Im- und Export

Der Schnittholzmarkt wird von signifikanten Im- und Exportmengen geprägt. Die Tabelle 2.2 zeigt das Import- und Exportvolumen sowie den Inlandsverbrauch bzw. die Bestandsveränderung von Nadelschnittholz in der DACH-Region im Jahr 2022 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024):

Tabelle 2.2 Import- und Exportvolumen Nadelschnittholz in CBM 2022

Region	Produktion	Import	Export	Inlandsverbrauch / Bestandsveränderung
Deutschland	24.314.052	3.762.574	10.781.401	17.295.225
Österreich	10.104.000	1.785.572	5.730.805	6.158.767
Schweiz	1.195.911	299.939	214.639	1.281.211

Quelle: Eigene Darstellung

Der Import von Nadelschnittholz beträgt in Deutschland 15,5%, in Österreich 17,7% und in der Schweiz 25,1% bezogen auf die Produktionsmenge. Seit 2022 hat der Import von Nadelschnittholz durch den Krieg in der Ukraine eine besondere Brisanz erhalten. Insgesamt stammten im Jahr 2017 23,2% der gesamten Nadelschnittholzimporte in die DACH-Region aus Ländern, die im Jahr 2022 aufgrund ihrer Beteiligung am Krieg in der Ukraine sanktioniert wurden (Europäischer Rat, 2024)[2]. Dadurch werden sich die Verfügbarkeiten von Nadelschnittholz reduzieren.

Der Markt für den Import von Nadelschnittholz ist in erster Linie auf Europa, vielfach auf die umliegenden Nachbarländer, konzentriert. Demgegenüber stellt der Export von Nadelschnittholz einen weltweiten Vertriebsmarkt dar. Der Export von Nadelschnittholz ist für die Länder der DACH-Region von Bedeutung, denn 40,3% der produzierten oder importierten Mengen werden exportiert (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024). Für Deutschland sind seit 2018 die USA der wichtigste Exportmarkt für Nadelschnittholz. Danach folgen Österreich, Frankreich, die Niederlande, China und Belgien (Holzkurier, 2024a). Für Österreich waren in 2023 Italien, Deutschland, Slowenien, Kroatien und Japan entscheidende Zielmärkte (Holzkurier, 2024c).

[2] Auf der Internetseite https://www.fao.org/faostat/en/#data/FT gab es am 21.08.2024 keine aktuelleren Daten.

Rundholz – Im- und Export

Als Ausgangsmaterial für die Erzeugung von Schnittholz fungiert Rundholz. Neben der bereits erläuterten inländischen Gewinnung von Rundholz ist die DACH-Region durch einen signifikanten Anteil an Importen gekennzeichnet. Aufgrund dieser Bedeutung und der später skizzierten Auswirkungen des Krieges in der Ukraine, werden die Importmengen nachfolgend zusammengefasst dargestellt.

Im europäischen Vergleich der größten Importeure von Rundholz nimmt Österreich im Jahr 2022 den ersten Platz ein, gefolgt von Deutschland, Schweden und Belgien (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024). Gemessen am gesamten Rundholzeinsatz der österreichischen Sägeindustrie haben Importe im Jahr 2022 einen Anteil von 40%. Dieser Wert lag seit 2017 kontinuierlich zwischen 39% und 51% (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2023). Die wichtigsten Partnerländer Österreichs für den Import von Nadelrundholz sind Tschechien und Deutschland (Holzkurier, 2024b). Die Entwicklung der Importmengen wird in der Tabelle 2.3 visualisiert.

Tabelle 2.3 Importmengen Nadelrundholz in CBM 2020 - 2022

Region	Rundholzimport 2020	Rundholzimport 2021	Rundholzimport 2022
Deutschland	5.703.296	5.875.775	5.188.185
Österreich	11.454.589	10.017.644	7.975.906
Schweiz	80.961	61.730	61.730

Quelle: Eigene Darstellung

Im Gegensatz dazu wurden im Jahr 2022 in Deutschland 9,0 Mio. Kubikmeter, in Österreich 1,2 Mio. Kubikmeter und in der Schweiz 0,4 Mio. Kubikmeter Nadelrundholz exportiert (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024).

Die signifikante Abhängigkeit von Rundholzimporten erklärt die Notwendigkeit zur Expansion in die waldreichen Regionen Skandinaviens, um eine Sicherung der Rohstoffverfügbarkeiten zu ermöglichen.

2.4.4 Abzuleitende Herausforderungen

In den Wäldern der EU beträgt der jährliche Nettozuwachs etwa 720,6 Mio. Kubikmeter und der gemeldete Holzeinschlag ca. 522,3 Mio. Kubikmeter (Vis et al., 2016). Im Jahr 2021 hat sich der Gesamteinschlag mit 527,9 Millionen Kubikmetern nur geringfügig verändert (Statistisches Bundesamt, 2021). Ein oberflächlicher Vergleich suggeriert daher genügend

Rohstoffpotenzial für eine umfangreichere Nutzung. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich bei den verbleibenden Reserven auch um Waldrestholz, Laubholzbestände, Landschaftspflegeholz und Bestände aus Privatwäldern handelt, die deutlich schwieriger zu mobilisieren sind (Vis et al., 2016). Insgesamt ist zu konstatieren, dass die Akteure der Holzindustrie, neben den erläuterten Auswirkungen des Klimawandels, mit drei weiteren signifikanten Entwicklungen konfrontiert werden, welche die Ressourcenverfügbarkeit zunehmend erschweren und zu einer möglichen Rohstoffknappheit führen können.

Abhängigkeit von Nadelholz, insbesondere der Fichte

Auf die signifikante Abhängigkeit der Holzindustrie von der Fichte wurde bereits hingewiesen. Das Holz-Zentralblatt berichtete in diesem Zusammenhang über die Ausführungen von Prof. Dr. Andreas Bolte, Leiter des von Thünen-Instituts für Waldökologie in Eberswalde, welcher darlegte, dass das Rohholzaufkommen bei Nadelholz, insbesondere bei der Fichte, im Jahr 2050 nur noch die Hälfte des heutigen Niveaus betragen könnte, mit einem starken Rückgang ab den 2030er-Jahren (Steckel, 2022a). Selbst bei einer verstärkten Nutzung von Laubholz könnte dieser Effekt nicht konterkariert werden, da der Laubholzanteil lediglich relativ zum sinkenden Nadelholzanteil steigt (Steckel, 2022a). Ein nachhaltiges Nutzungsverhalten kann in dieser Hinsicht auch unter dem Aspekt des Gesamtwaldzuwachses nicht konstatiert werden. Während die Fichte in Deutschland zum Beispiel lediglich 25% der Waldfläche und 33% des Holzvorrats ausmacht, hat sie in der letzten Dekade mit 52% überproportional zum Holzaufkommen beigetragen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023b). Im Kontext der Bundeswaldinventur 2022 wurde analysiert, dass das natürliche Absterben und die Holznutzung den Zuwachs um 63% übersteigen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2024b). Obgleich der Holzmarkt für Nadelholz in der Vergangenheit nach Sturmschäden teilweise zusammengebrochen ist, sodass die Erlöse die Kosten nicht gedeckt haben, ist für die Zukunft aufgrund einer Verknappung voraussichtlich mit steigenden Preisen zu rechnen (Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020). Dies kann zu einer Verschlechterung der Wettbewerbsfähigkeit der produzierenden Unternehmen auf dem Weltmarkt führen.

Parallel wird der Trend einer „Nadelholzlücke“ durch zwei Faktoren verstärkt. Das Durchschnittsalter der Bäume nimmt weiter zu, bis 2052 steigt es in deutschen Wäldern von 77 auf 94 Jahre (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2016). Diese Entwicklung resultiert in einer Reduktion der Verfügbarkeit von schwachem und mittelstarkem Holz, während die Menge an Starkholz zunimmt. Das steigende Alter führt einhergehend zu einer

Verminderung der Zuwachsleistung des Waldes (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2016).

Die Holzwirtschaft hat sich jedoch vor allem auf die Fichte und auf geringe Baumdurchmesser spezialisiert (Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020). Ein scheinbarer Ausweg könnte die Nutzung deutlich jüngerer Nadelholzbestände sein. Eine solche Verlagerung von langlebigen zu kurzlebigen Holzprodukten, welche deutlich weniger Kohlenstoff speichern, kann jedoch im Sinne einer nachhaltigen Holzwirtschaft nicht die Lösung sein.

Regulatorische Rahmenbedingungen

Zudem lassen sich zwei grundsätzlich gegenläufige Tendenzen beobachten. Zum einen wird die Nachfrage nach der Ressource Holz durch politische Forderungen und ein grundlegendes Umdenken hinsichtlich der Verwendung nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen weiter zunehmen (Schuster & Geier, 2023). Es ist daher anzunehmen, dass die Anforderungen an die Verfügbarkeit von Holzprodukten steigen werden. Zum anderen gewinnen die Multifunktionalität der Wälder, der Anpassungsbedarf an die klimatischen Veränderungen sowie die Biodiversitätsziele an Bedeutung, was eine Einschränkung und Reduzierung der Waldreserven zur Folge haben wird (Schuster & Geier, 2023).

Des Weiteren gehen Experten davon aus, dass Kleinprivatwaldbesitzer vom Holzmarkt ausgeschlossen werden könnten, wenn die EUDR in der aktuellen Fassung in Kraft tritt (Bitter & Nau, 2024). Dadurch würde weiteres Rohholzpotenzial verloren gehen. Die Kleinprivatwaldbesitzer verfügen weder über die entsprechenden Fachkenntnisse, was die Sammlung und Angabe benötigter Informationen betrifft, noch über fundierte EDV-Kenntnisse und Mittel, um die geforderten Geodaten zu erheben und in das Informationssystem hochzuladen (Bitter & Nau, 2024).

Eine Studie des von Thünen-Instituts untersucht den Rückgang der Rohholzproduktion in Deutschland und den EU-Mitgliedsländern als Konsequenz von vollständigen oder teilweisen Nutzungseinschränkungen in den Wäldern aufgrund der EU-Biodiversitätsstrategie. Die Wissenschaftler kommen zu dem Ergebnis, dass das potenzielle Rohholzaufkommen um insgesamt 24 Mio. Kubikmeter reduziert werden könnte. Dies impliziert einen Rückgang im Hinblick auf die nutzbaren Mengen von etwa 77 Mio. Kubikmetern pro Jahr auf 53 Mio. Kubikmeter (Dieter et al., 2020). Die Untersuchung basiert auf folgenden Szenarien:

- 10% Flächenanteil von Stilllegungsflächen im Wald.
- Nutzungsverzicht auf die Rohholzproduktion auf allen Standorten mit „old-growth forests“.

- 30% Flächenanteil einer Schutzgebietskulisse mit Bewirtschaftungsauflagen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH).

Wenngleich betont wird, dass die Effekte über- oder unterschätzt werden könnten, erscheint eine deutliche Reduzierung des Rohholzaufkommens unvermeidlich. Auch wenn auf die Produktionsverlagerungseffekte in dieser Arbeit nicht näher eingegangen wird, ist zu postulieren, dass die Autoren 2020 noch davon ausgingen, dass ein signifikanter Teil des Rückgangs (12%) nach Russland verlagert werden wird. Diese Möglichkeit wird durch die im nachfolgenden Abschnitt dargestellten Entwicklungen jedoch konterkariert.

Krieg in der Ukraine

Die am Krieg in der Ukraine beteiligten Akteure Russland, Belarus und die Ukraine waren auf dem globalen und im Besonderen auf dem europäischen Holzmarkt relevante Lieferländer. Durch die Sanktionspakete der EU ist der Import von Holzprodukten aus Russland und Belarus verboten und durch die Regelungen der EUTR aus der Ukraine stark eingeschränkt (Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft, 2024). Während Russland vor allem Rohholz und verarbeitete Produkte wie Schnittholz und Hobelware, Furniere, Holzwerkstoffe sowie Holzpellets lieferte, waren es aus der Ukraine insbesondere Schnittholz, Hobelware, Furniere und Holzpellets.

Die russischen Nadelrohholzexporte hatten zwischen 2016 und 2020 einen Anteil von 11% bis 15% am Welthandel (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2022). Davon wurden jedoch etwa 90% nach China geliefert. Die Bedeutung der Nadelschnittholzexporte betrug im gleichen Zeitraum ca. 21% bis 23% (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2022).

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 13,7 Mio. Kubikmeter Nadelschnittholz in die EU importiert. 33% davon (4,5 Mio. Kubikmeter) stammten aus Russland. Die aus Belarus importierten Mengen machten 19% (2,6 Mio. Kubikmeter) der gesamten in die EU importierten Nadelschnittholzmenge aus. Aus der Ukraine wurden 9% (1,3 Mio. Kubikmeter) Nadelschnittholz in die EU eingeführt. 39% (5,2 Mio. Kubikmeter) stammten aus übrigen Ländern (Holzkurier, 2022e). Dies resultiert in einem Verlust von etwa 61% des gesamten Nadelschnittholzimportvolumens aus dem Jahr 2021 für die EU.

Die Relevanz für den deutschen Holzmarkt ist ebenfalls eminent gewesen. Im Jahr 2021 importierte Deutschland 14% der gesamten Nadelschnittholzeinfuhren aus Russland, 7% aus Belarus und knapp 3% aus der Ukraine (Holzkurier, 2022g). Der Gesamtanteil betrug somit etwa 24%. Insgesamt war Russland im Jahr 2021 für Deutschland der zweitwichtigste Lieferant für Schnittholz und Hobelware sowie der wichtigste Lieferant für Sperrhölzer, vor allem für

Birkensperrholz. Der Anteil belief sich auf 17% (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2022). Die Ukraine rangierte auf Platz drei hinsichtlich der Laubrohholzimporte und auf Platz acht für die Nadelschnittholzimporte (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2022). Österreich importierte im Jahr 2021 insgesamt 146.000 Kubikmeter aus Russland, was etwa 8% des gesamten Einfuhrvolumens entspricht (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024; Holzkurier, 2022g).

Aus den partiellen Entwicklungen lässt sich ableiten, dass sich die Rohstoffverfügbarkeit in der Zukunft reduzieren wird. Im ersten Halbjahr 2022 zeigte sich bereits, dass die fehlenden Importmengen nicht kompensiert wurden, was jedoch auch auf einen schwächelnden Bausektor zurückzuführen ist (Holzkurier, 2022a). Obgleich 3,7 Mrd. Kubikmeter Holzvorrat in Deutschland eine signifikante Reserve darstellen, gilt es, frühzeitig auf die erläuterten Szenarien zu reagieren.

2.4.5 Abzuleitende Chancen

Eine Betrachtung der dargestellten weltweiten ökologischen, regulatorischen, politischen und ökonomischen Entwicklungen verdeutlicht die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels innerhalb der Holzindustrie von einer linearen zu einer zirkulären Wirtschaftsweise.

Als nachwachsender Rohstoff zählt Holz zu den erneuerbaren Ressourcen. Eine möglichst lange Nutzung von Holz im stofflichen Materialkreislauf führt zum Erhalt eines klimastabilisierenden Kohlenstoffspeichers, da der im Baum gebundene Kohlenstoff während des Einsatzes im Holz gespeichert bleibt (Lüdtke, 2022; Schuster & Geier, 2023). Ferner eröffnet die Verwendung von Holz die Möglichkeit, fossile und mineralische sowie energie- und emissionsintensive Baustoffe zu substituieren (Schuster & Geier, 2023). Der nachhaltige Einsatz von Holzprodukten ist daher aus ökologischen Gesichtspunkten wünschenswert. Diese Nachhaltigkeit bedingt jedoch eine ausreichende Ressourcenverfügbarkeit, damit nicht mehr Holz aus dem Wald entnommen wird, als im gleichen Zeitraum nachwachsen kann[3].

Die kaskadische[4] Holznutzung ist folglich ein wichtiger Ansatz, um den Druck auf das Holzangebot in den Wäldern zu verringern und einhergehend die steigende Nachfrage nach stofflichen Anwendungen von Holz zu befriedigen (Jahan et al., 2022; Schuster & Geier, 2023; Steckel, 2022a; Vis et al., 2016).

[3] Neben der Kreislaufwirtschaft gibt es weitere Initiativen zur Verbesserung der nachhaltigen Holznutzung, wie zum Beispiel der Einsatz von Laubholz. In dieser Dissertation wird jedoch von der Bewertung zusätzlicher Alternativen abgesehen, da diese den Fokus dieser Arbeit nicht erweitern.
[4] Erfährt im weiteren Verlauf der Dissertation eine intensivere Definition.

Es ist erkennbar, dass die skizzierten Szenarien bereits dazu führen, dass die Akteure der Holzindustrie die Kreislaufwirtschaft teilweise in ihre Denkmuster internalisieren. In wissenschaftlichen Analysen wird die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft überwiegend positiv eingeordnet (Besserer et al., 2021; Schuster & Geier, 2023). Dr. Denny Ohnesorge (2021), Hauptgeschäftsführer des Hauptverbandes der Deutschen Holzindustrie, postuliert im Holz-Zentralblatt, dass die Kreislaufwirtschaft an Bedeutung gewinnen wird. Das Holzbau Deutschland Institut hat ebenfalls betont, dass die Kreislaufwirtschaft ein Schwerpunktthema ist (Härer, 2020).

Obgleich der Kreislaufwirtschaft ein großes Potenzial beigemessen wird, zeigt sich in der Praxis, dass dieses noch lange nicht ausgeschöpft ist (Schuster & Geier, 2023). Im Jahr 2016 betrug das Marktvolumen von Altholz in Deutschland abzgl. des Intrahandels 6,6 Mio. Tonnen. Von dieser Menge wurden jedoch nur 25,7% stofflich genutzt, während 68,5% einer energetischen Verwertung zugeführt wurden (Döring et al., 2018). Die Holzbaupraxis zeigt ebenfalls noch wenig Zirkularität (Schuster & Geier, 2023). In einigen Branchensegmenten, wie zum Beispiel der Holzwerkstoffindustrie, haben sich zirkuläre Ansätze etabliert, auch wenn weiterhin Potenzial für eine intensivere Nutzung besteht. In anderen Bereichen der Holzindustrie wird die Kreislaufwirtschaft jedoch nur von wenigen Pionieren aktiv vorangetrieben. Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen einer Kreislaufwirtschaft und Beispiele für zirkuläre Ansätze in der Holzindustrie erläutert.

2.5 Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie

2.5.1 Der Europäische Grüne Deal zur Förderung einer kreislauffähigen Holzindustrie

Der Europäische Grüne Deal aus dem Jahr 2019 steht für eine neue Wachstumsstrategie der Europäischen Union (EU). Diese soll die EU zu einer gerechten und wohlhabenden Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft transformieren (Europäische Kommission, 2019). Den multilateralen Rahmen für die Strategie bildet das Pariser Klimaschutzabkommen. Zentrales Ziel des Konvents ist es, bis 2050 keine Netto-Treibhausgase mehr auszustoßen (Europäische Kommission, 2019).

Durch die Fokussierung auf acht Elemente soll eine kohärente Umsetzung angestrebt werden. Zu den acht Themenfeldern gehören:

1. Ambitioniertere Klimaschutzziele der EU für 2030 und 2050
2. Versorgung mit sauberer, erschwinglicher und sicherer Energie
3. Mobilisierung der Industrie für eine saubere und kreislauforientierte Wirtschaft
4. Energie- und ressourcenschonendes Bauen und Renovieren

5. Null-Schadstoff-Ziel für eine schadstofffreie Umwelt
6. Ökosystem und Biodiversität erhalten und wiederherstellen
7. „Vom Hof auf den Tisch“: Ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem
8. Raschere Umstellung auf eine nachhaltige und intelligente Mobilität

Die Themenfelder drei, vier und sechs haben einen Bezug zu den Inhalten dieser Dissertation und werden daher im Folgenden näher erläutert.

Der Fokus auf eine kreislauforientierte Wirtschaft resultiert aus evidenzbasierten Erkenntnissen, da die Hälfte der gesamten Treibhausgasemissionen und mehr als 90% des Biodiversitätsverlusts sowie der Wasserknappheit auf die Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen, Brennstoffen und Nahrungsmitteln zurückzuführen sind (Europäische Kommission, 2019). Während sich die weltweite Rohstoffgewinnung zwischen 1970 und 2017 verdreifacht hat, stammen jedoch lediglich 12 % der verwendeten Rohstoffe aus dem Recycling (Europäische Kommission, 2019). In einem Aktionsplan soll daher eine umfassende Modernisierung der Kreislaufwirtschaft in der EU erarbeitet werden, einschließlich einer konsistenten Strategie für nachhaltige Produkte (Europäische Kommission, 2019). Der Plan soll Unternehmen dazu ermutigen, wiederverwendbare, langlebige und reparierbare Produkte anzubieten und Verbraucher in die Lage versetzen, sich für solche Erzeugnisse zu entscheiden (Europäische Kommission, 2019). Digitale Technologien stellen diesbezüglich eine wichtige Voraussetzung für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele dar (Europäische Kommission, 2019).

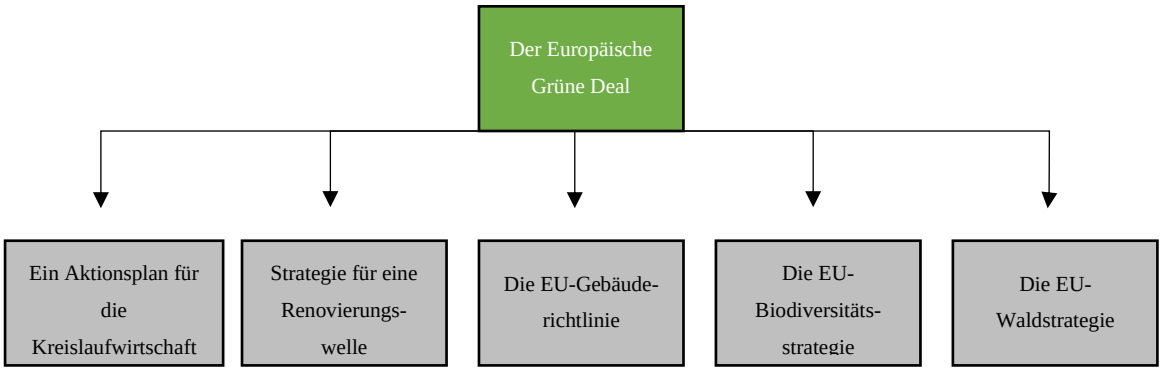
Im Rahmen des Aktionsplans wird dem Bauen und Sanieren ein großes Potenzial eingeräumt. Gebäude sind für 40% des Energieverbrauchs in der EU verantwortlich, die Renovierungsrate liegt jedoch nur zwischen 0,4% und 1,2% (Europäische Kommission, 2019). Die Beteiligung der EU und ihrer Mitgliedstaaten an einer Renovierungswelle öffentlicher und privater Gebäude verfolgt eine Verdopplung dieser Quote (Europäische Kommission, 2019). Um dieses Ziel zu unterstützen, wird an der Möglichkeit gearbeitet, gebäudebedingte Emissionen in das europäische Emissionshandelssystem einfließen zu lassen. Darüber hinaus wird die Bauprodukteverordnung überarbeitet, um sicherzustellen, dass die Kreislaufwirtschaft in allen Phasen von Renovierungsprojekten berücksichtigt wird (Europäische Kommission, 2019).

Die Entwicklung einer Biodiversitätsstrategie impliziert das Ziel, die Waldgebiete der EU nicht nur qualitativ, sondern auch flächenmäßig zu verbessern (Europäische Kommission, 2019). Im Rahmen einer darauf aufbauenden EU-Waldstrategie wird eine effiziente Wiederaufforstung sowie die Erhaltung und Wiederherstellung der Wälder in Europa angestrebt (Europäische

Kommission, 2019). Die prioritären Ziele konzentrieren sich vor allem auf den Klimaschutz und die Biodiversität (Europäische Kommission, 2019).

Zusätzlich zu diesen Aspekten sind zwei weitere Ausprägungen des europäischen Grünen Deals zu beachten. Um umweltbewusstes Verhalten von Verbrauchern und Unternehmen zu fördern und nachhaltige Investitionen zu erleichtern, soll eine effektive CO2-Bepreisung in der gesamten Wirtschaft umgesetzt werden (Europäische Kommission, 2019). Des Weiteren wird erläutert, dass neue Technologien, nachhaltige Lösungen und bahnbrechende Innovationen entscheidend sind, um die Ziele des europäischen Grünen Deals zu erreichen (Europäische Kommission, 2019). Der Grüne Deal dient als Rahmen für eine Vielzahl weiterer Konventionen und Strategien. Die relevantesten Initiativen sind in der folgenden Abbildung 2.2 dargestellt und werden im weiteren Verlauf der Dissertation vorgestellt.

Abbildung 2.2 Der Europäische Grüne Deal



Quelle: Eigene Darstellung

2.5.1.1 Der neue Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft

Zur weiteren Konkretisierung der Ziele des europäischen Grünen Deals hat die EU-Kommission im März 2020 einen Aktionsplan mit rund 40 Einzelmaßnahmen für die Kreislaufwirtschaft erarbeitet. Unter Berücksichtigung der EU-Industriestrategie wird ein Übergang zu einem nachhaltigen Wirtschaftssystem angestrebt, in dem der Anteil kreislaufwirtschaftlich genutzter Materialien in den kommenden zehn Jahren verdoppelt werden soll, um die Abhängigkeit Europas von Primärrohstoffen zu verringern (Europäische Kommission, 2020a). Durch den Aktionsplan sollen nicht nur nachhaltige Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zur Norm, sondern auch Abfälle gezielt reduziert werden (Europäische Kommission, 2020a). Um die theoretischen Absichten in der Praxis zu

etablieren, wird die Kommission eine Gesetzesinitiative für eine nachhaltige Produktpolitik vorschlagen, die unter anderem Regelungen zu folgenden Aspekten umfassen wird:

- Verbesserung der Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Nachrüstbarkeit und Reparierbarkeit von Produkten, Umgang mit dem Vorhandensein gefährlicher Chemikalien in Produkten sowie Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz von Produkten.
- Erhöhung des Rezyklatanteils in Produkten bei gleichzeitiger Gewährleistung von deren Leistung und Sicherheit.
- Ermöglichung der Wiederaufarbeitung und eines hochwertigen Recyclings.
- Verringerung des CO2-Fußabdrucks und des ökologischen Fußabdrucks.
- Beschränkung des einmaligen Gebrauchs und Maßnahmen gegen vorzeitige Obsoleszenz.
- Einführung eines Verbots der Vernichtung unverkaufter, nicht verderblicher Waren.
- Schaffung von Anreizen für das Modell „Produkt als Dienstleistung“ oder anderer Modelle, bei denen der Hersteller Eigentümer des Produkts bleibt oder die Verantwortung für dessen Leistung während des gesamten Lebenszyklus übernimmt.
- Mobilisierung des Potenzials der Digitalisierung von Produktinformationen mit Lösungen wie digitalen Produktpässen, Markierungen und Wasserzeichen.
- Produkte auf der Grundlage ihrer jeweiligen Nachhaltigkeitsleistung auszeichnen. Dies beinhaltet auch die Schaffung von Anreizen für hohe Leistungsniveaus.

Um für eine entsprechende Nachfragewirkung zu sorgen, sollen Verbraucher am Verkaufsort zuverlässige und relevante Informationen über Produkte erhalten. Zudem werden in sektorspezifischen Rechtsvorschriften verbindliche Mindestkriterien und Zielvorgaben für die umweltorientierte öffentliche Beschaffung erlassen (Europäische Kommission, 2020a). Der Aktionsplan zielt unter anderem auch auf eine Strategie für eine nachhaltige, bauliche Umwelt ab. Diesbezüglich werden fünf Aspekte genauer erläutert:

- Überarbeitung der Bauprodukteverordnung, um Nachhaltigkeitsleistungen zu berücksichtigen, zuzüglich einer möglichen Einführung von Anforderungen an den Rezyklatanteil für bestimmte Bauprodukte.
- Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Langlebigkeit von Bauten, unter anderem durch die Entwicklung digitaler Gebäude-Logbücher.
- Einbeziehung der Lebenszyklusanalyse in die öffentliche Auftragsvergabe sowie Prüfung des Potenzials der CO2-Speicherung.

- Prüfung einer Überarbeitung der Zielvorgaben für die stoffliche Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen.
- Förderung von Initiativen zur Verringerung der Bodenversiegelung.

Um das Vertrauen in die Verwendung von Sekundärrohstoffen zu stärken, qualifizieren sich Lösungen für eine hochwertige Sortierung und die Entfernung von Schadstoffen aus Abfällen sowie Methoden zur Minimierung von gesundheits- oder umweltschädlichen Stoffen in Recyclingmaterialien (Europäische Kommission, 2020a).

Eine Überarbeitung der Richtlinie führt außerdem dazu, dass Unternehmen Angaben über Umweltdaten stärker offenlegen müssen (Europäische Kommission, 2020a). Es wird angestrebt, dass Finanzdaten im Rahmen einer Umweltgesamtrechnung um Leistungsdaten der Kreislaufwirtschaft ergänzt werden (Europäische Kommission, 2020a). Darüber hinaus wird in Aussicht gestellt, dass Mitgliedstaaten Mehrwertsteuersätze anwenden können, welche sich an Endverbraucher richten und die Kreislaufwirtschaft fördern (Europäische Kommission, 2020a).

Inwieweit der postulierte Aktionsplan praxisorientierte Innovationen und Anreize liefert, ist fraglich. Obwohl das Potenzial auch von wissenschaftlicher Seite als groß eingeschätzt wird, ist z.B. der in Deutschland vorgesehene Recyclingvorrang bereits seit 2008 in der Abfallrahmenrichtlinie verankert (Isermeyer et al., 2020).

Ferner erfordert der Fokus auf eine kreislauforientierte Wirtschaft Anpassungen der Abfallgesetzgebung. Bau- und Abbruchabfälle haben einen elementaren Anteil am gesamten Abfallstrom. Für eine effiziente Wiederverwendung ist eine sortenreine, getrennte Sammlung erforderlich. Insbesondere im Holzbereich fallen diese Sortimente jedoch häufig in Mischsortimenten an und werden somit der nächsthöheren (schlechteren) Altholzkategorie zugeordnet (Isermeyer et al., 2020). Verbesserungen in diesem Prozess würden unmittelbar zu einer Erhöhung der Altholzmengen führen.

2.5.1.2 Die Strategie für eine Renovierungswelle

Die EU-Strategie für eine Renovierungswelle aus dem Oktober 2020 beinhaltet das Ziel, die Renovierungsquote in den nächsten zehn Jahren mindestens zu verdoppeln und durch Renovierungen die Energie- und Ressourceneffizienz zu steigern (Europäische Kommission, 2020b). Das Konzept umfasst verschiedene Maßnahmen, welche nachfolgend kurz erläutert werden.

Strengere Vorschriften, Standards und Informationen hinsichtlich der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden fördern die Attraktivität von Renovierungen im öffentlichen und privaten Sektor (Europäische Kommission, 2020b). Um die Anreize für private Haushalte zu erhöhen, sollen

gezielte Finanzierungen leichter zugänglich gemacht werden (Europäische Kommission, 2020b). Hinzukommend wird eine Ausweitung des Marktes für nachhaltige Bauprodukte und Baudienstleistungen angestrebt. Zum einen durch die Integration neuer Werkstoffe und naturbasierter Lösungen, zum anderen durch die Überarbeitung der Rechtsvorschriften für die Vermarktung von Bauprodukten und die Festlegung von Wiederverwendungs- und Recyclingzielen (Europäische Kommission, 2020b).

Einen zusätzlichen Aspekt der Renovierungswelle stellt ein interdisziplinäres Projekt dar, welches als „Neues Europäisches Bauhaus“ bezeichnet wird (Europäische Kommission, 2020b, 2022). Das Ziel des Neuen Europäischen Bauhaus liegt in der Umsetzung des europäischen Grünen Deals, wobei sich das Vorhaben vor allem auf Nachhaltigkeit, Inklusivität und Ästhetik konzentriert und für Konsumenten erfahrbar macht. Eine besondere Bedeutung obliegt den natürlichen Baustoffen, welche bis 2022 in fünf Gründungs-Bauhäusern in Europa präsentiert werden sollen (Europäische Kommission, 2020b).

Die Initiative wurde von der Holzwirtschaft positiv aufgenommen. Der Hauptverband der Deutschen Säge- und Holzindustrie hat im Rahmen eines breiten Verbändebündnisses z.B. zu einer schnellen Umsetzung aufgerufen und einhergehend dargelegt, dass Holz nicht nur als Baustoff und erneuerbare Wärmequelle, sondern auch im Innenbereich besonders zum Klimaschutz beitragen kann (Hauptverband der Deutschen Säge- und Holzindustrie, 2020).

2.5.1.3 Die EU-Waldstrategie

Die erste EU-Waldstrategie wurde 2013 entwickelt und zu Beginn des Jahres 2021 erneuert. Ein elementares Ziel der Strategie sieht vor, dass die Anpassungsfähigkeit der Wälder hinsichtlich sich verändernder Klimabedingungen erhöht werden soll. Einhergehend wird eine ökologische, aber auch gesellschaftliche und wirtschaftliche Nachhaltigkeit angestrebt (Europäisches Parlament, 2020). Die EU-Waldstrategie wird in enger Abstimmung mit dem Europäischen Grünen Deal sowie der EU-Biodiversitätsstrategie entwickelt (Europäisches Parlament, 2020).

Insgesamt haben die Waldressourcen in der EU in den letzten Jahren zugenommen, so dass im Jahr 2020 rund 43% der Fläche der EU mit Wald bedeckt sind (Augère-Granier, 2020). Es handelt sich dabei um etwa 182 Mio. Hektar Wald, was 5% der weltweiten Waldfläche entspricht (Augère-Granier, 2020). Die nach freiwilligen Nachhaltigkeitsstandards bewirtschafteten Wälder in der EU betragen 60% (Europäisches Parlament, 2020). Während der Anteil des Rundholzes aus zertifizierten Wäldern weltweit bei über 20% liegt, beträgt dieser

Wert in der EU über 50% (Augère-Granier, 2020). Dabei ist außerdem zu berücksichtigen, dass sich 60% der Wälder in der EU in Privatbesitz befinden (Augère-Granier, 2020).

Aufgrund dieses hohen Anteils ist es bedeutend, dass die prekäre Situation der privaten Waldbesitzer durch das neue Abkommen verbessert wird. Die Folgen des Klimawandels sorgen für eine schwierige ökonomische Situation, so dass einige Privatwaldbesitzer nicht mehr in ihren Wald reinvestieren können (Augère-Granier, 2020). Dies führt dazu, dass Waldbesitzer ihre Wälder teilweise mit Verlust bewirtschaften, obwohl sie Ökosystemleistungen erbringen. Um eine nachhaltige Bewirtschaftung des Privatwaldes weiterhin zu gewährleisten, ist daher zu prüfen, wie Biodiversitäts- und Klimadienstleistungen angemessen gefördert werden können (Augère-Granier, 2020). Der Wert aller in Europa geernteten Nichtholzprodukte wird auf ca. 19,5 Mrd. Euro pro Jahr geschätzt und hat noch ein erhebliches Wachstumspotenzial (Europäische Kommission, 2021). Damit einhergehend ist es notwendig, dass Ausgleichsleistungen für wirtschaftliche Verluste durch die Einführung von Schutzmaßnahmen definiert werden (Europäisches Parlament, 2020).

Zudem beschreibt die Strategie die großen Potenziale einer Kreislaufwirtschaft, in der die Forstwirtschaft eine Schlüsselrolle einnimmt (Augère-Granier, 2020). In diesem Kontext wird das Kaskadennutzungsprinzip thematisiert, wobei einer höherwertigen stofflichen Nutzung der Vorzug vor der Verbrennung gegeben wird (Augère-Granier, 2020). Ergänzend dazu sollen Materialien biologischen Ursprungs, wie zum Beispiel Holzabfälle, wieder der Wertschöpfungskette zugeführt werden, indem unter anderem das Recycling optimiert wird (Augère-Granier, 2020).

Ein positives Signal für die Holzwirtschaft stellt das Bekenntnis zum verstärkten Einsatz von Holzprodukten im Bausektor dar (Europäisches Parlament, 2020). Diesbezüglich wird die Nutzung von Holz gegenüber anderen Materialien präferiert, um mehr Nachhaltigkeit in der Wirtschaft zu erreichen (Augère-Granier, 2020). Ein zentrales Element stellt den Übergang von einer kurzlebigen zu einer langlebigen Nutzung von Holz dar (Europäische Kommission, 2021). Es wird in Aussicht gestellt, eine Methode zur Quantifizierung der Klimavorteile von Holzprodukten und anderen Baumaterialien zu entwickeln (Europäische Kommission, 2021).

Des Weiteren ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Europäische Kommission nicht eindeutig darlegt, ob die EU-Waldstrategie zu einer Reduzierung der Holzernte führt. In diesem Zusammenhang wird lediglich darauf hingewiesen, dass es unwahrscheinlich ist, dass der potenzielle Zusatznutzen der geernteten Holzprodukte und der Materialsubstitution die Verringerung der Nettosenke des Waldes aufgrund der erhöhten Holzernte kompensieren wird (Europäische Kommission, 2021).

2.5.1.4 Die EU-Biodiversitätsstrategie

Das übergeordnete Ziel der neuen Biodiversitätsstrategie der EU aus dem Mai 2020 sieht vor, dass bis zum Jahr 2050 alle Ökosysteme der Welt wiederhergestellt, widerstandsfähig und angemessen geschützt sind (Europäische Kommission, 2020c). Daraus abgeleitet sollen mindestens 30% der Land- und 30% der Meeresfläche der EU unter Schutz gestellt werden, was einer Zunahme von mindestens 4% der Land- und 19% der Meeresgebiete gegenüber 2020 entspricht (Europäische Kommission, 2020c). Zusätzlich soll jeweils ein Drittel dieser Schutzgebiete streng geschützt werden, wobei alle verbliebenen Primär- und Urwälder der EU hierbei bereits inkludiert sind (Europäische Kommission, 2020c).

Eine weitere Maßnahme beinhaltet die Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme, zum Beispiel durch die Reduzierung von Pestiziden um 50% und die Pflanzung von drei Milliarden Bäumen in der EU (Europäischer Rat, 2023).

Ein zusätzlicher Aspekt der Biodiversitätsstrategie ist die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EEG). Um die zunehmende Nutzung bestimmter Bioenergiequellen einzudämmen, sieht die Richtlinie strengere Nachhaltigkeitskriterien vor (Europäische Kommission, 2020c). Insbesondere die Nutzung ganzer Bäume für die Energieerzeugung soll auf ein Mindestmaß beschränkt werden (Europäische Kommission, 2020c).

Die Bestrebungen der „Nicht-Nutzung“ spezifischer Waldflächen werden nicht einhellig positiv bewertet. Dies gilt sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht. In diesem Zusammenhang fordert das von Thünen-Institut unter anderem ein Bekenntnis zur Vielfalt der Bewirtschaftungsformen (Isermeyer et al., 2020).

2.5.1.5 Die neue EU-Gebäuderichtlinie

Die EU-Gebäuderichtlinie stammt in ihrer ursprünglichen Form aus dem Jahr 2010, wurde jedoch Ende Mai 2018 geändert und ergänzt. Die Richtlinie forciert, dass ab 2021 nur noch Gebäude errichtet werden dürfen, die mit „Null-Energie-Häusern“ vergleichbar sind. Die öffentliche Hand ist bereits seit 2019 zu einer Umsetzung verpflichtet (Europäische Kommission, 2010a). Außerdem erfordert die Richtlinie von den Mitgliedsstaaten bis 2050 eine kohärente Renovierungsstrategie, die auch die kosteneffiziente Umwandlung bestehender Gebäude in Niedrigstenergiegebäude umfasst (Europäische Kommission, 2010a). Ein Niedrigstenergiegebäude zeichnet sich laut der Europäischen Union (2010a) dadurch aus, dass es einen Energiebedarf nahe null aufweist und diesen überwiegend aus erneuerbaren Quellen deckt (Europäische Kommission, 2010a). Aufgabe der Mitgliedstaaten der EU war es, diese

Vorschrift bis zum 10. März 2020 in nationales Recht zu überführen. In Deutschland ist dies durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) geschehen.

2.5.2 Regulatorische Rahmenbedingungen einer kreislauffähigen Holzindustrie

2.5.2.1 Die EU-Abfallhierarchie

Die EU-Abfallrichtlinie verfolgt das Ziel, Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit zu definieren. Dies erfolgt durch die Vermeidung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen, welche durch die Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen entstehen. Zudem zielt die Richtlinie darauf ab, die Gesamtauswirkungen der Ressourcennutzung zu reduzieren und deren Effizienz zu optimieren (Europäische Kommission, 2008).

Im Rahmen des Gesetzes wird folgende Prioritätenreihenfolge festgelegt:

- Vermeidung
- Vorbereitung zur Wiederverwendung
- Recycling
- Sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung
- Beseitigung

Ausnahmen durch Abweichungen von der Abfallhierarchie können gemacht werden, wenn das beste Ergebnis aus dem Blickwinkel des Umweltschutzes durch eine Lebenszyklusanalyse der Gesamtauswirkungen der Herstellung und Bewirtschaftung gewährleistet ist (Europäische Kommission, 2008).

Sobald Abfälle ein Verwertungsverfahren, wie zum Beispiel Recycling, durchlaufen haben, sind sie nach bestimmten Kriterien nicht mehr als Abfall einzustufen. Als Bewertungsmaßstab wird zugrunde gelegt, dass die Stoffe gemeinhin für spezifische Zwecke verwendet werden und ein Markt dafür besteht (Europäische Kommission, 2008).

Die Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten außerdem dazu, Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung von Produkten einzuführen. Dabei nimmt das qualitativ hochwertige Recycling einen zentralen Platz ein (Europäische Kommission, 2008).

2.5.2.2 Die deutsche Altholzverordnung

Die Altholzverordnung (AltholzV) schafft Rahmenbedingungen für die stoffliche und energetische Verwertung sowie die Beseitigung von Altholz. Vor dem Hintergrund der Verordnung wird Altholz als Industrierestholz und Gebrauchtholz definiert. Industrierestholz stammt aus holzbe- und -verarbeitenden Betrieben und bezeichnet die dort anfallenden

Reststoffe, einschließlich anfallender Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil. Gebrauchtholz umfasst gebrauchte Erzeugnisse aus Massivholz, Holzwerkstoffen oder aus Verbundstoffen mit überwiegendem Holzanteil (Der Deutsche Bundestag, 2002).

Die AltholzV differenziert vier Kategorien, die sich an dem Kontaminierungsgrad orientieren und in Kurzform wie folgt charakterisiert werden:

- Altholzkategorie 1: naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz.
- Altholzkategorie 2: verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz.
- Altholzkategorie 3: Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung.
- Altholzkategorie 4: mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien 1,2 oder 3 zugeordnet werden kann und keine polychlorierten Biphenyle (PCB) enthält.

Für die Aufbereitung von Altholz zu Hackschnitzeln und Spänen für die Herstellung von Holzwerkstoffen darf lediglich Altholz der Kategorien 1 und 2 verwendet werden. Zusätzlich darf Altholz der Kategorie 3 verwendet werden, wenn Lackierungen und Beschichtungen durch Vorbehandlungen weitestgehend entfernt wurden oder durch den Aufbereitungsprozess entfernt werden (Der Deutsche Bundestag, 2002). Die Zuordnung erfolgt durch Sichtkontrolle und Sortierung unter besonderer Berücksichtigung von Sortiment und Herkunft. Im Rahmen der Aufbereitung sind Störstoffe auszusortieren. Sofern das Altholz nicht eindeutig einer Altholzkategorie zugeordnet werden kann, ist die nächsthöhere Kategorie zu wählen (Der Deutsche Bundestag, 2002).

Auffällig ist die Gleichstellung der energetischen und stofflichen Nutzung von Altholz, die aus Sicht des Kreislaufwirtschaftsgesetzes nicht mehr zeitgemäß ist. Die Bevorzugung der stofflichen Verwertung wird mit der erst später erfolgten Entwicklung einer fünfstufigen (bisher dreistufigen) Abfallhierarchie begründet. Die AltholzV bedarf daher einer Novellierung (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2017).

2.5.2.3 Die österreichische Recyclingholzverordnung

Die Ziele der Recyclingholzverordnung liegen vor allem in einer schadlosen Verarbeitung und Nutzung von Altholz, um keine höheren Umweltrisiken als bei vergleichbaren Primärrohstoffen zu verursachen. Der Begriff Altholz wird dabei in Anlehnung an das Abfallwirtschaftsgesetz weit gefasst. In §2 des Abfallwirtschaftsgesetzes heißt es unter anderem, dass Abfälle im Sinne

dieses Bundesgesetzes bewegliche Sachen sind, deren sich der Besitzer entledigen will oder entledigt hat, und deren Sammlung, Lagerung, Beförderung oder Behandlung als Abfälle erforderlich ist, um öffentliche Interessen nicht zu beeinträchtigen (Nationalrat, 2002).

Sofern Altholz bestimmte Kriterien erfüllt – zum Beispiel Bau- und Abbruchholz aus erwiesenermaßen ausschließlich mechanisch behandeltem Holz - sind diese Stoffe nachweislich einem Recycling zuzuführen (Nationalrat, 2012). Ausnahmen sind nur möglich, wenn die dabei entstehenden Kosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung unverhältnismäßig hoch sind (Nationalrat, 2012). Dabei ist Altholz am Anfallort getrennt von Fenstern, Fensterstöcken, Türen, Türstöcken, imprägniertem Holz und sonstigen behandelten Holzabfällen aus dem Außenbereich zu erfassen, zu sammeln, zu lagern und zu transportieren (Nationalrat, 2012). Die Betreiber von Anlagen zur Herstellung von Holzwerkstoffen dürfen das Altholz dem Recycling zuführen, sofern ein Beurteilungsnachweis vorliegt, der von unterschiedlichen Akteuren wie zum Beispiel den Abfallerzeugern oder den Abfallsammlern ausgestellt werden kann (Nationalrat, 2012).

Ähnlich der deutschen Altholzverordnung besteht ein Recyclingverbot für kontaminiertes Altholz, wie unter anderem für chemisch behandelte oder imprägnierte Produkte (Nationalrat, 2012).

2.5.2.4 Die umweltverträgliche Entsorgung von Holzabfällen in der Schweiz

Das Schweizer Bundesamt für Umwelt erläutert die positiven Aspekte einer Kaskadennutzung von Holzabfällen und präferiert die stoffliche Verwertung. Im Kontext der umweltverträglichen Entsorgung wird darauf hingewiesen, dass verhindert werden soll, dass Schadstoffe aus der Beschichtung oder Imprägnierung in die Holzwerkstoffe gelangen (Bundesamt für Umwelt, 2019). In diesem Zusammenhang ist eine Sortierung nach Herkunft, Aussehen und Geruch erforderlich, idealerweise direkt auf der Baustelle. Die Entsorgungsunternehmen müssen nachweisen, dass die Holzabfälle die Anforderungen der jeweiligen späteren Verwertungsklasse einhalten (Bundesamt für Umwelt, 2019).

Für die stoffliche Nutzung können naturbelassenes Holz oder Produktionsabfälle von unbehandeltem und unbeschichtetem Holz verwendet werden. Zudem darf geschreddertes Holz genutzt werden, sofern die Einhaltung der entsprechenden Richtwerte nachgewiesen wird (Bundesamt für Umwelt, 2019). Aufbereitete Holzabfälle dürfen stofflich verwertet werden, sofern bestimmte Grenzwerte nicht überschritten sind (Bundesamt für Umwelt, 2019).

2.5.2.5 Novelle der EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie

Im September 2023 hat der Europäische Rat eine neue Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EEG-Richtlinie) verabschiedet, wonach der Anteil erneuerbarer Energiequellen am Gesamtenergieverbrauch der EU bis 2030 auf 42,5% gesteigert werden soll. In diesem Kontext wurde darüber hinaus das Prinzip der Kaskadennutzung als Nutzungsform hervorgehoben und hat im Vergleich zu früheren Versionen eine deutliche Aufwertung erfahren. Die Richtlinie legt fest, dass der stofflichen Nutzung der Biomasse, wo immer möglich, der Vorrang vor der energetischen Nutzung eingeräumt wird, um die Menge der im System verfügbaren Biomasse zu erhöhen. In einem weiteren Detaillierungsgrad wird festgelegt, dass Holzbiomasse entsprechend ihrem höchsten wirtschaftlichen und ökologischen Mehrwert in folgender Reihenfolge einzusetzen ist: Holzprodukte – Verlängerung der Lebensdauer von holzbasierten Produkten – Wiederverwendung – Recycling – Bioenergie – Beseitigung. Sofern keine anderweitige Nutzung von Holzbiomasse wirtschaftlich tragfähig oder ökologisch angemessen ist, trägt die energetische Verwertung dazu bei, die Erzeugung von Energie aus nicht erneuerbaren Quellen zu verringern.

Zusätzlich wird erläutert, dass die Mitgliedstaaten keine direkte finanzielle Unterstützung für die Energieerzeugung aus Säge- und Furnierrundholz, Rundholz in Industriequalität, Stümpfen und Wurzeln gewähren sollten. Es ist jedoch zu erwähnen, dass Steuervergünstigungen nicht als direkte finanzielle Unterstützung gelten (Europäische Kommission, 2023a).

2.5.2.6 Die Kreislaufwirtschaftsgesetze

In Deutschland und Österreich lassen sich konvergente Gesetze zur Förderung der Kreislaufwirtschaft identifizieren (Der Deutsche Bundestag, 2012; Nationalrat, 2002). Den übergeordneten Rahmen bildet die EU-Abfallrichtlinie, welche die im Folgenden skizzierte Abfallhierarchie festlegt (Europäische Kommission, 2008).

In Deutschland ist am 01.06.2012 das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) in Kraft getreten, das sich an der EU-Abfallrahmenrichtlinie orientiert (Der Deutsche Bundestag, 2012). Das Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (AWG) wurde in Österreich im Jahr 2002 erlassen (Nationalrat, 2002). Ein elementarer Bestandteil beider Gesetze ist die fünfstufige Abfallhierarchie, welche sich wie folgt zusammensetzt:

- Vermeidung
- Vorbereitung zur Wiederverwendung
- Recycling
- Sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung

- Beseitigung

Zudem gilt der Vorrang der stofflichen vor der energetischen Verwertung, unabhängig vom Heizwert des Abfalls (Der Deutsche Bundestag, 2012).

In der Schweiz existiert bis Dezember 2024 kein dezidiertes Gesetz zur Regelung der Kreislaufwirtschaft, wenngleich sich das Bundesamt für Umwelt durch verschiedene Initiativen für die Förderung der Kreislaufwirtschaft einsetzt. Im Bericht des Bundesrates „Die Hürden gegen Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft abbauen“ vom 11.03.2022 wird unter anderem aufgeführt, dass sich ökologisch und wirtschaftlich relevante Potenziale insbesondere im Bereich Bauen und Wohnen identifizieren lassen (Spörri et al., 2021). In dieser Hinsicht werden folgende Handlungsalternativen aufgezählt:

- die Verlängerung der Lebensdauer von Bauteilen und Bauwerken
- die Integration bestehender Bausubstanz in neue Bauten
- die Weiterverwendung von Bauteilen in anderen Bauten
- die Anwendung von kreislauffähigen Technologien (z.B. Trennbarkeit am Ende des Lebenszyklus)
- materialsparende Design- und Produktionstechnologien

Weitere Rahmenbedingungen für den Umgang mit Abfällen finden sich im Umweltschutzgesetz. Demnach ist die Entstehung von Abfällen so weit wie möglich zu vermeiden. Außerdem kann der Bundesrat vorschreiben, dass bestimmte Abfälle verwertet werden müssen, sofern dies wirtschaftlich tragbar und weniger umweltbelastend ist als die Beseitigung und die Herstellung neuer Produkte (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 1983). Der Begriff Recycling wird jedoch im gesamten Text nicht verwendet.

Im Jahr 2020 hat die Kommission für Umwelt, Bauplanung und Energie allerdings erneut eine Initiative zur Veränderung des Umweltschutzgesetzes eingereicht. Diese Initiative sieht vor, dass Abfälle zu verwerten sind, wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist und die Umwelt nicht stärker belastet wird als bei einer Entsorgung (Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie NR, 2020).

2.5.3 Formen der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie

2.5.3.1 Verlängerung der Lebensdauer

Die Grundlage der Kreislaufwirtschaft ist die Herstellung möglichst langlebiger Produkte, um den Zeitpunkt der Wiederverwendung oder des Recyclings so weit wie möglich hinauszuschieben.

2.5.3.2 Recycling

Eine Methodik zur Optimierung der Allokation begrenzter Ressourcen ist die Kaskadennutzung von Holz. Bei diesem Verfahren wird die sukzessive Verwendung von Holz über mehrere Stufen in verschiedenen stofflichen Anwendungen verfolgt, mit dem Ziel, dieses so lange wie möglich im Stoff- bzw. Wirtschaftskreislauf zu halten (Alfter et al., 2021). Die energetische Nutzung in Form einer thermischen Verwertung steht dabei erst am Ende mehrerer Nutzungskaskaden (Ludwig et al., 2022; Schuster & Geier, 2023). Beispielhaft könnte hochwertiges Altholz aus dem Baubereich in großen Dimensionen und ohne Verunreinigungen zunächst zur Herstellung von Lamellen in kleineren Dimensionen verwendet werden. Nach einer weiteren Nutzungszeit können die Lamellen zu einem Fußbodenbelag zerspant und in einem weiteren Bearbeitungsschritt als Rohstoff für die Herstellung von Span- oder Faserplatten verwendet werden. Erst am Ende dieser Nutzungskaskade wird das ursprüngliche Bauholz als Energieträger genutzt (Höglmeier et al., 2013). Eine entscheidende Grundlage des Recyclings stellt demnach Altholz dar.

Der Altholzmarkt

Der Altholzmarkt ist durch einen intensiven Wettbewerb um die begrenzte Ressource Holz gekennzeichnet. Ausschlaggebend dafür sind unter anderem die phasenweise gestiegenen Preise des Primärmaterials Holz, die schwankende Verfügbarkeit von Altholz sowie vor allem die Konkurrenzsituation zwischen der stofflichen und energetischen Verwertung (Schuster & Geier, 2023). Die bereits erwähnte Gleichstellung der stofflichen und energetischen Nutzung im Rahmen der Altholzverordnung stellt dabei ein Hemmnis für eine intensivere Kreislaufnutzung dar. Eine Novellierung der Altholzverordnung im Sinne einer stärkeren Verankerung der Kreislaufwirtschaft erscheint daher dringend geboten (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020c). Ferner bedarf es hierbei nicht nur nationaler Anstrengungen, sondern einer europäischen Altholzverordnung, um länderübergreifende Standards zu etablieren und die Potenziale voll auszuschöpfen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020c; Schmitz et al., 2023). Bisher gibt es auf EU-Ebene keine homogene Klassifizierung (Besserer et al., 2021; Vis et al., 2016). Zudem gibt die

Altholzverordnung in Teilen nicht mehr den aktuellen Stand der Technik wieder. Durch neue Technologien könnten auch Althölzer schlechterer Kategorien einer stofflichen Verwertung zugeführt werden, die nach den Regularien der Verordnung davon jedoch ausgeschlossen sind (Ludwig et al., 2022).

Die Altholzmengen

Über die verfügbaren Altholzmengen existieren divergierende und größtenteils veraltete Angaben. In einem Bericht über Altholz im Entsorgungsmarkt haben Döring, Cords und Mantau (2018) das Handelsvolumen für das Jahr 2016 auf 7,7 Mio. Tonnen beziffert, welches sich ausschließlich aus dem Aufkommen und der Vermarktung von Altholz aus Entsorgungsbetrieben ergibt. Diese Zahl gibt die Altholzmenge wieder, die direkt von den Altholzentsorgungsbetrieben erfasst wurde, und beinhaltet auch Mengen des Intrahandels, die dadurch unter Umständen mehrfach gezählt wurden. Das um diesen Betrag reduzierte Marktvolumen definieren die Autoren auf 6,6 Mio. Tonnen. Demgegenüber beziffert der Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter das Marktvolumen auf ca. 8 Mio. Tonnen, das sich aus Siedlungs- und Verpackungsabfällen, Bau- und Abbruchholz sowie Holzabfällen aus der holzverarbeitenden Industrie zusammensetzt (Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter, 2018). Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2023) beziffert das Altholzvolumen für das Jahr 2016 sogar auf 10 Mio. Tonnen. Davon bestehen 4 Mio. Tonnen aus Bau- und Abbruchabfällen, 2,6 Mio. Tonnen aus der Holzbearbeitung und -verarbeitung, 0,9 Mio. Tonnen aus Haus- und Sperrmüll, 0,6 Mio. Tonnen aus Verpackungsabfällen und 0,5 Mio. Tonnen aus Siedlungsabfällen. Zusätzlich wurden 3,2 Mio. Tonnen Altholz importiert und 1,8 Mio. Tonnen exportiert.

Die Altholzverwendung

Ungeachtet der abweichenden Erfassungsformen stellen alle Analysen eindeutig dar, dass signifikant mehr Altholz energetisch als stofflich genutzt wird. Es wird überwiegend angenommen, dass 80% des Altholzes einer Verbrennung zugeführt wird (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2023; Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter, 2018; Döring et al., 2018; Höglmeier et al., 2013; Lüdtke, 2022). Die Konkurrenzsituation zwischen der stofflichen und der energetischen Nutzung wird durch die staatliche Förderung der energetischen Nutzung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz zusätzlich verschärft (Ludwig et al., 2022). Als nennenswertes Szenario einer kaskadischen Nutzung in der Holzindustrie dient bisher lediglich die Holzwerkstoffproduktion (Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter, 2018;

Lüdtke, 2022). Dabei wird bei der Herstellung von Spanplatten Frischholz durch Altholz substituiert.

Die stoffliche Nutzung von Altholz erhöht die Materialeffizienz (Alfter et al., 2021), substituiert Primärrohstoffe und verlängert die Kohlenstoffspeicherung (Schuster & Geier, 2023). Eine verstärkte Kaskadennutzung ist daher anzustreben. Neben regulatorischen Eingriffen sind zudem auch zusätzliche Initiativen aus der Unternehmenspraxis notwendig.

Die Altholzverwendung in der Holzindustrie

Fraanje hat bereits 1997 aufgezeigt, dass Kiefernholz eine Kaskade von fünf oder sechs Stufen verträgt und dadurch die Nutzungsdauer von etwa 75 auf 350 Jahre verlängert wird (Fraanje, 1997). Die wichtigste Verwendung von Altholz bleibt jedoch die Herstellung von Spanplatten. Andere Segmente wie die MDF-, OSB- und Zellstoffproduktion haben bisher keine relevante Bedeutung (Knauf, 2017). Hier spielen vor allem wirtschaftliche und technische Gründe eine Rolle (Knauf, 2017). In Europa liegt der Anteil von Altholz an der Spanplattenproduktion bei ca. 30% (Knauf, 2017). Die Anteile der einzelnen Länder unterscheiden sich jedoch deutlich, so liegt der Anteil in Deutschland bei ca. 34%, in Belgien hingegen bei 65% und in Italien sogar bei 90% (Knauf, 2017). Daher sollten Forschungs- und Entwicklungsinitiativen für weitere Anwendungsbereiche neben der Spanplattenproduktion, wie zum Beispiel für MDF, OSB oder Bauholzprodukte, intensiviert werden.

Deutlich weniger erprobt sind bisher Ansätze zum Upcycling von Holzmaterialien. In einem Forschungsprojekt an den Hochschulen Konstanz, Stuttgart und Karlsruhe wird an dem Projekt „Stuttgart 210: weiterdenken – weiterbauen“ gearbeitet. Für die Herstellung von Kelchstützen aus Sichtbeton im Bahnhof „Stuttgart 21“ wurden komplexe Betonschalungen aus Brettsperrholz verwendet. Wenngleich eine Wiederverwendung ursprünglich nicht vorgesehen war, beschäftigen sich die Wissenschaftler aktuell mit möglichen Nutzungsszenarien als hochwertige Bauelemente. Dabei werden im Gegensatz zu konventionellen Projekten die Nutzung und die Rahmenbedingungen während der Planung an die vorhandenen Ressourcen angepasst. Zu den identifizierten Herausforderungen zählt unter anderem die Ökobilanzierung, bei welcher die dauerhafte CO2-Bindung durch die Weiternutzung von Bauteilen aus Holz negativ bewertet wird. Es ist geplant, dass das Reallabor Circuleum im zweiten Quartal 2024 aus zwei Unterschalsätzen errichtet wird. Bei diesem Projekt wird der Anteil an wiederverwendeten Bauteilen im Primärtragwerk 80% erreichen (Holz-Zentralblatt, 2023).

2.5.3.3 Urban Mining

Darüber hinaus hat der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft die Erkundung städtischer Gebiete als potenzielle Materialquellen gefördert, was als "Urban Mining" bezeichnet wird. Beim Urban Mining geht es um die Rückgewinnung und Wiederverwendung von Materialien aus verschiedenen Quellen innerhalb von Städten, wie z. B. wiedergewonnene Baumaterialien aus Renovierungs- und Abrissprojekten (Brunner, 2011). Der Bausektor, insbesondere der Rückbau und Abriss von Gebäuden, ist für die Nutzung von Altholz als Sekundärressource von entscheidender Bedeutung. Frühere Studien über das Recycling von Bauabfällen haben die ökologischen Vorteile dieser Praxis hervorgehoben (Coelho & Brito, 2012). Der Bau- und Abbruchsektor ist der größte Verursacher von Holzabfällen, in Europa macht der Holzanteil etwa 20 bis 40% dieser Abfälle aus (Besserer et al., 2021). Der Energie- und Rohstoffverbrauch sind in der Bauwirtschaft so hoch wie in keiner anderen Branche (Schuster & Geier, 2023). Es erscheint daher zielführend, das Eigentum an bestehenden Gebäuden als Rohstoffeigentum zu begreifen und bei jedem Projekt die Möglichkeit der Integration der darin gelagerten Bauteile als Ressource zu prüfen (proHolz Austria, 2023). Gebäude aus Holz, die für eine jahrzehntelange Nutzung ausgelegt sind, stellen eine bisher vernachlässigte Möglichkeit der langfristigen Kohlenstoffspeicherung dar (Churkina et al., 2020). Dieser positive Effekt wird noch verstärkt, wenn die verwendeten Materialien nach dem ersten Lebenszyklus wiederverwendet werden. Es ist daher anzustreben, dass die verbauten Elemente und Bauteile in einen weiteren konstruktiven Lebenszyklus integriert werden (Binderholz GmbH & Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH, 2022). Diese Nutzungsform, welche vor dem schlussendlichen Recycling erfolgt, wird als Re-Use bezeichnet. Bei diesem Vorgehen werden die Materialien nach der Wiedergewinnung lediglich repariert oder marginal aufgearbeitet und anschließend für den gleichen Zweck wiederverwendet (Hillebrandt & Rosen, 2022). Im Vergleich zu Recyclingtätigkeiten wird deutlich weniger Energie eingesetzt und die gesamte Lebensdauer verlängert.

Gebäude, die entsprechende Voraussetzungen erfüllen, können als kreislauffähige Gebäude bezeichnet werden. Diese charakterisieren sich durch eine Rückbaufähigkeit, die unter anderem durch lösbare Verbindungen gewährleistet wird. Darüber hinaus sind sie revisions- und reparaturfreundlich und ermöglichen somit die Verlängerung der gesamten Nutzungsphase (Hillebrandt & Rosen, 2022).

Die Implementierung von Urban Mining geht mit einem steigenden Bedarf an Informationen über den Gebäudebestand und die verbauten Materialien einher (Höglmeier et al., 2013; Purkus et al., 2020). Darüber hinaus ist die Schadstoffbelastung aus der Vornutzung zu

berücksichtigen, die einen zusätzlichen limitierenden Faktor darstellen kann (proHolz Austria, 2023). Insgesamt stellt es neben den wirtschaftlichen Aspekten eine Herausforderung dar, spezialisierte Unternehmen für den Rückbau und die anschließende Neukonzeption zu finden (Hradil, 2014). Der Prozess ist noch nicht optimiert und daher mit einem hohen Aufwand verbunden (Müller & Moser, 2022). Aufgrund der hohen Relevanz werden die Schlüsselfaktoren im weiteren Verlauf der Arbeit tiefergehend erläutert.

In dem Recyclingprojekt „Recycling for Future“ beschäftigen sich die TU Braunschweig, das Fraunhofer-Institut für Holzforschung (WKI) und die Ruhr-Universität Bochum in Kooperation mit einem Hersteller von Gebäuden in Holztafelbauweise, Zulieferern und Recyclingunternehmen mit dem Recycling von Holztafeln, wie sie im Wohnungsbau verbreitet sind. Das Ziel des Forschungsvorhabens ist es, leichte und im hohen Maße recycelbare Holztafelelemente zu entwickeln, die aus möglichst wenigen unterschiedlichen Komponenten und Materialien bestehen und im Sinne des „Urban-Mining-Gedankens“ langfristig im Stoffkreislauf gehalten werden können (Holz-Zentralblatt, 2024).

2.5.4 Anwendungsbeispiele der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie

2.5.4.1 Kreislaufwirtschaft in der holzverarbeitenden Industrie

Sowohl in der Holzwerkstoffindustrie als auch in der Sägeindustrie lassen sich bereits zirkuläre Ansätze feststellen. Während die Holzwerkstoffindustrie vornehmlich darauf bedacht ist, den Anteil von Recyclingholz in den eigenen Produkten zu erhöhen, beschäftigt sich die Sägeindustrie überwiegend mit Prozessen, um die beim Produktionsprozess anfallenden Nebenprodukte vollumfänglich zu nutzen.

2.5.4.1.1 Kreislaufwirtschaft in der Holzwerkstoffindustrie

In der Holzwerkstoffindustrie ist die Kreislaufwirtschaft am weitesten fortgeschritten. Die namhaften Marktteilnehmer verfolgen allesamt zirkuläre Ansätze und teilweise sogar eine Integration in weitere Wertschöpfungsstufen.

Beim österreichischen Holzwerkstoffhersteller Egger stammen 65% des eingesetzten Holzes aus Recyclingholz oder Nebenprodukten der industriellen Holzverarbeitung wie Hackschnitzel oder Sägespäne. Der Anteil des Recyclingholzes beträgt hierbei 23% und soll bis 2025 auf 25% steigen (FRITZ EGGER GmbH & Co. OG, 2023a). Zudem stammen 70% der eingesetzten Energie aus erneuerbaren Quellen (W.-A. Richter & Fischer, 2023). Die strategische Relevanz der Kreislaufwirtschaft wird durch die Akquisitions- und Investitionstätigkeit von Egger deutlich. Neben der Errichtung eines Cleaning Towers und eines weiteren Biomassekessels wurden das Recyclingunternehmen M+P Umweltdienste GmbH aus Overath sowie der

italienische Holzwerkstoffhersteller SAIB, der ausschließlich Recyclingholz einsetzt, übernommen (FRITZ EGGER GmbH & Co. OG, 2023a; W.-A. Richter & Fischer, 2023; sb, 2021b). Zudem betreibt Egger unter dem Namen Timberpak eigene Recyclingbetriebe in Großbritannien, Deutschland und Rumänien (FRITZ EGGER GmbH & Co. OG, 2023b). Von den insgesamt 15 Spanplattenwerken der Unternehmensgruppe bereiten 12 Werke Altholz auf und nutzen dieses stofflich (FRITZ EGGER GmbH & Co. OG, 2023a). Zusätzlich werden Plattenabschnitte von Kunden zurückgenommen und dem Produktionskreislauf erneut zugeführt (FRITZ EGGER GmbH & Co. OG, 2020). Diese strategischen Entscheidungen stehen sinnbildlich für das Ziel des Unternehmens, bis 2050 null Netto-Emissionen auszustoßen (FRITZ EGGER GmbH & Co. OG, 2023c). In einem Interview mit dem Holz-Zentralblatt betont Michael Egger jun., zum damaligen Zeitpunkt Gruppenleitung Vertrieb und Marketing bei der Egger-Gruppe, dass ein geschlossener Kreislauf das ist, was die gesamte Branche mitmachen muss (W.-A. Richter, 2024).

Ambitionierte Ziele verfolgt auch der deutsche Holzwerkstoffhersteller Pfleiderer, der bis 2025 50% Post-Consumer-Recyclingholz in den Holzmix integrieren möchte (Pfleiderer Deutschland GmbH, 2024). Außerdem sollen bis 2025 10% der Holzwerkstoffe unter Verwendung eines Anteils biogener Bindemittel hergestellt werden (Pfleiderer Deutschland GmbH, 2024). Der Gesamtanteil von Recyclingholz oder Nebenprodukten beträgt bei Pfleiderer bereits etwa 80% (sb, 2021a).

Der aus der Schweiz stammende Holzwerkstoffproduzent Swiss Krono recycelt nach eigenen Angaben alles, was nicht direkt im Produkt verwendet werden kann (Swiss Krono Group, 2023a). In den produzierten Spanplatten BE.YOND werden biobasierte Klebstoffe verwendet, wodurch die Produkte zu den umweltfreundlichsten Holzwerkstoffen zählen sollen (Swiss Krono Group, 2024). Zuletzt wurde im polnischen Werk in Zary ein Holzrecyclingzentrum in Betrieb genommen, welches 100.000 Kubikmeter Waldholz durch recyceltes Rohmaterial ersetzen wird (Swiss Krono Group, 2023c). Damit sollen 50% des Rohmaterials für die Herstellung von Bau- und Möbelplatten aus Recyclingmaterial bestehen (Swiss Krono Group, 2023c). Im Werk der französischen Tochterfirma wurde der Altholzanteil durch Modernisierungsinvestitionen bereits auf 65% gesteigert (Swiss Krono Group, 2023b).

Auch der österreichische Holzwerkstoffhersteller Kronospan hat für das deutsche Werk in Steinheim klare Ambitionen formuliert, indem recyceltes Holz die erste Wahl, Sägerestholz die zweite Wahl und Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft die dritte Wahl darstellt (Kronospan, 2023). In Dänemark hat Kronospan sogar das Ziel ausgegeben, 100% Recyclingholz zu verwenden. Derzeit werden bereits über 90% eingesetzt (Kronospan Denmark, 2022).

Unilin, ein aus Belgien stammender Holzwerkstoffproduzent, hat das Rücknahmesystem Recover initiiert. Produktionsabfälle werden in Container geladen, von Verwertungspartnern abgeholt und schließlich sortiert, gereinigt und zu neuem Rohmaterial zerkleinert. Bisher bestehen die hergestellten Spanplatten zu 95% aus recyceltem Holz. Im Bereich der MDF-Produktion stehen die zirkulären Bestrebungen noch am Anfang. Bisher konnten die hohen Anforderungen an die Holzfasern mit Recyclingmaterial noch nicht erreicht werden (UNILIN Panels, 2024).

2.5.4.1.2 Kreislaufwirtschaft in der Sägeindustrie

Das österreichische Holzindustrieunternehmen Pfeifer verfolgt die Strategie einer hundertprozentigen Wertschöpfung des Rohstoffes Holz (Pfeifer Holding GmbH, 2023b). Ein Teil der im Produktionsprozess anfallenden Nebenprodukte wie Hackschnitzel, Sägemehl und Sägespäne werden zu Pressspanklötzen verarbeitet. Diese werden unter anderem für die Herstellung von Holzpaletten verwendet. Ein weiterer Teil der Sägespäne wird zu Holzpellets und Holzbriketts weiterverarbeitet und Rinde wird in Biomassekraftwerken in Wärme umgewandelt. Diese Energie wird unter anderem zur Holztrocknung genutzt oder treibt als Dampf die Turbinen zur Stromerzeugung an (Pfeifer Holding GmbH, 2023b). In einer neuen Anlage im deutschen Werk in Uelzen ist das Unternehmen bestrebt, 70.000 Tonnen Altholz der Schadstoffklassen A1 und A2 in Pressspanklötze umzuwandeln (Pfeifer Holding GmbH, 2023a). Durch die Errichtung eines Recyclingturms wird das Unternehmen zudem in der Lage sein, ausgemusterte Holzprodukte entgegenzunehmen und wieder aufzubereiten (Pfeifer Holding GmbH, 2024)

Auch Binderholz, eines der führenden Unternehmen der österreichischen Holzindustrie, verfolgt das Ziel, den Rohstoff Holz im Rahmen einer „Zero-Waste-Strategie“ optimal zu verwerten (Binderholz GmbH & Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH, 2022). Folglich werden Nebenprodukte zur Erzeugung von Strom und Wärme in Biomassekraftwerken genutzt oder in Form von Pellets und Briketts weitervertrieben. Ein weiterer Teil der Nebenprodukte wird zudem in der Holzwerkstoffindustrie eingesetzt, sodass das Rundholz zu 100% genutzt wird (Binderholz GmbH & Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH, 2022).

Vergleichbare Tendenzen lassen sich auch bei weiteren führenden Sägewerksunternehmen verorten. Das deutsche Unternehmen Ziegler sowie das österreichische Unternehmen Rubner postulieren, dass 100% des Holzes verarbeitet werden (Rubner Holzindustrie Ges.m.b.H, 2022; Ziegler Group, 2021).

Die Holzwerke van Roje aus Deutschland haben eine neue Recyclinganlage für Brettsperrholz installiert, um eine konstruktive Wiederverwendung von Brettsperrholz-Masterplatten, wie z.B.

Tür- und Fensterausschnitte, zu gewährleisten. Durch die Anlage können größere Elemente aus den BSP-Platten zu Rohlamellen aufgespalten werden und gehen recycelt in die Produktion zurück (Holzwerke van Roje, 2024).

Insgesamt handelt es sich bei der Aufzählung jedoch um die umsatzstärksten Unternehmen der Sägewerksbranche. Obgleich auch kleinere Betriebe zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit die Rundholzausbeute optimieren, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Aktivitäten in vergleichbarer Intensität umgesetzt werden.

2.5.4.2 Kreislaufwirtschaft in der holzbearbeitenden Industrie

Tendenzen zu vollumfänglich zirkulären Geschäftsmodellen sind in der holzbearbeitenden Industrie eine Seltenheit. Wenige Pioniere haben die gesamten Geschäftsprozesse auf zirkuläre Ansätze umgestellt, andere Marktteilnehmer haben einzelne Produkte oder Bereiche unter zirkulären Aspekten weiterentwickelt.

Terrasse

Besonders fortschrittlich agiert der deutsche Terrassenproduzent Novo-Tech, welcher Wood-Plastic-Composite (WPC) Dielen in Aschersleben herstellt. Das Unternehmen extrudiert aus duroplastischen Verbundwerkstoffen, wie z.B. glasfaserverstärkten Kunststoffen aus Rotorblättern von Windkraftanlagen, den Holzwerkstoff German Compact Composite (GCC) in Form von Terrassendielen oder Fassadenelementen. Das Produkt enthält zusätzlich bis zu 75% Holzfasern aus PEFC-zertifiziertem Restholz der regionalen Säge- und Hobelindustrie und wurde mit dem Cradle-to-Cradle-Zertifikat in Gold ausgezeichnet (rh, 2021). Darüber hinaus werden die Erzeugnisse nach einer ersten Nutzungsphase im Rahmen eines deutschlandweiten Sammel- und Rückgabeprozesses zurückgenommen. Die Abwärme der Maschinen wird zusätzlich zur Beheizung des Produktions- und Verwaltungsgebäudes genutzt. Durch die Berücksichtigung optimierter Geometrien wird zudem der Materialbedarf auf ein Minimum reduziert (NOVO-TECH Trading GmbH & Co. KG, 2023).

Fußboden

Die W. & L. Jordan GmbH, ein deutscher Anbieter von Bodenbelägen, Türen, Holzwerkstoffen und anderen handwerksnahen Produkten, vertreibt unter der Eigenmarke JOKA ein kreislauffähiges Produkt. Der JOKA-Designboden wird aus umweltverträglichen Rohstoffen hergestellt und ist aufgrund der Verwendung alternativer Weichmacher phthalatfrei. Nach der Demontage des Bodens können die Planken wiederverwendet oder recycelt werden (W. & L. Jordan GmbH, 2023). Einen polyvinylchlorid- (PVC) und phthalatfreien Boden aus Rezyklaten

vertreibt auch das deutsche Unternehmen Classen aus Kaisersesch (W. Classen GmbH & Co. KG, 2024).

Der österreichische Fußbodenhersteller Weitzer Parkett Vertriebs GmbH vertreibt unter dem Namen ReParkett ein Produkt, welches vollständig aus gebrauchten Parkettdielen besteht. Das Parkett wird von Partnern aus Abbruchhäusern oder renovierungsbedürftigen Wohnungen abgeholt, aufbereitet und als ReParkett im regulären Sortiment angeboten (proHolz Austria, 2023). Es handelt sich dabei folglich um einmalige Fußbodenvarianten nach dem Konzept des Urban Mining, indem die Rückgewinnung von Baumaterialien zu einem neuen Nutzungskreislauf führt (Weitzer Parkett, 2023).

Holzbau

Ein Pionier im Bereich der Kreislaufwirtschaft ist das aus Deutschland stammende Ingenieurholzbauunternehmen W. u. J. Derix GmbH & Co.. Derix hat sich nach eigenen Angaben als erstes deutsches Unternehmen der Branche zu einer generellen Rücknahme seiner Bauteile verpflichtet und bezeichnet sich als Vorreiter im zirkulären Bauen (DERIX GmbH, 2023). Außerdem hat das Produkt DERIX X-LAM das Cradle-to-Cradle-Gold-Zertifikat sowie die Auszeichnung Platinum in der Kategorie „Material Health“ erhalten (DERIX GmbH, 2023). Zirkularität ist ein zentrales Ziel des Unternehmens und fest in der Philosophie verankert. Das zurückgewonnene Holz wird zwischengelagert und bei Bedarf für neue Konstruktionen und Bauteile wiederverwendet (DERIX GmbH, 2023).

Weitere Ansätze für ressourcenschonendes Arbeiten lassen sich auch bei anderen Holzbauunternehmen identifizieren. Der deutsche Fertighaushersteller HUF HAUS GmbH & Co. KG nutzt beispielsweise Konnektoren, die aufgrund ihrer rein mechanischen Funktion keinen Alterungsprozessen und somit keinen Qualitätseinbußen unterliegen (HUF HAUS GmbH & Co. KG, 2021). Die Brüninghoff GmbH & Co. KG aus Deutschland entwickelte ein Besucherzentrum aus bereits genutzten Wand- und Deckenelementen. Obwohl der Projektleiter für Forschung, Entwicklung und Innovation, Dr. Jan Wenker, betonte, dass es vor allem darum gehe, Bauteile erneut in ihrer ursprünglichen Funktion einzusetzen, konnte das Unternehmen durch die ersten Versuche noch keinen wirtschaftlichen Erfolg erzielen. Die Gründe waren insbesondere ein hoher Planungsaufwand sowie limitierende rechtliche Vorgaben (Steckel, 2022a).

In einer teilstandardisierten Umfrage gaben Vertreter der Holzbaupraxis an, dass die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Holzbausektor noch in den Kinderschuhen stecke und der Know-how-Zuwachs im Aufbau sei (Schuster & Geier, 2023). Die Vermeidung von

Abfällen oder Verschnitt in der Produktion gehört jedoch längst zum Standard in der Branche (Schuster & Geier, 2023).

Die Wichtigkeit der Kreislaufwirtschaft für die Holzbaupraxis wird durch den Bericht von Bernd Amschl (2023) im Holz-Zentralblatt deutlich. Dort berichtet dieser über den Vortrag von Dr. Sandra Schuster von der Technischen Universität München, welche dem Holzbau eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung der Bauwende und bei der Erreichung der Klimaziele konstatiert. Dabei stellt die Kreislaufwirtschaft eine entscheidende Komponente dar.

Sonstige Produktbereiche

In der Möbelindustrie hat die Deutsche Gütegemeinschaft Möbel zuletzt eine neue Zertifizierung im Bereich des Recyclings entwickelt. Das RAL-Gütezeichen 436 “Möbel Zirkulär Nachhaltig“ attestiert den geprüften Herstellern wirkungsvolles Handeln bei Kriterien wie Reparatur- und Recyclingfähigkeit, umweltschonenden Materialien, Produktionsverfahren und Verpackungen, aber auch bei sozialen Anforderungen (Deutsche Gütegemeinschaft Möbel e.V., 2024).

Im Bereich der Holzbearbeitung gibt es darüberhinausgehende Beispiele in weiteren Segmenten, die Ansätze der Kreislaufwirtschaft in der Praxis aufzeigen. Die Rücknahme und Wiederverwendung von Sonderpaletten macht bereits die Hälfte der Gesamtmenge aus, mit steigender Tendenz (Härer, 2021). Seit dem 1. Januar 2024 hat die European Pallet Association (Epal) außerdem die Epal Europalette QR als neues Produkt eingeführt. Mit diesem System werden die Paletten mit einem QR-Code ausgezeichnet und somit in die digitalen Prozesse der Waren- und Palettenlogistik integriert. Die Daten haben unter anderem zum Ziel, die Recyclingtätigkeiten zu verbessern (European Pallet Association e.V., 2024).

Außerdem setzt der Türenhersteller Mosel wasserbasierte Lacke in Recyclingkreisläufen sowie plastikfreie Verpackungen aus Recyclingkarton ein (Mosel Türen, 2020).

Der Küchenhersteller Schmidt wirbt für eine Küche, bei der für den Bau des Korpus, der Fronten und der Arbeitsplatten ausschließlich Holz eingesetzt wurde, welches entweder in Gebrauch war oder aus Rückständen stammt. Dieses setzt sich zusammen aus Holzresten, Verschnitt aus Sägewerken, Wiederverwendung von Altmobiliar, Bau- und Abbauholz oder aus Holz von Verschalungen oder Verpackungen, sodass die Küche schlussendlich aus 100% recyceltem Holz besteht (Schmidt Groupe S.A.S., 2021).

Der Fensterhersteller Aldra Fenster und Türen GmbH hat alle Flutanlagen für die Grundierung deckender Farbtöne so konzipiert, dass überschüssige Farben aufgefangen und dem Kreislauf wieder zugeführt werden können, sodass der Ressourcenverbrauch reduziert und für den

schlussendlichen Verbrauch optimiert ist (Aldra Fenster und Türen GmbH, 2021). Der Fensterhersteller Hilzinger unterstützt das Recyclingsystem für gebrauchte Polyurethan-Schaumdosen des Konzepts „Produkte für Recycling“ (PDF), indem genutzte Dosen von den Kunden aus Handwerk und Handel zurückgenommen werden (hilzinger GmbH, 2024).

2.5.5 Schlüsselfaktoren der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie

Die nachfolgenden Erläuterungen geben einen Überblick über die wichtigsten Schlüsselfaktoren der Kreislaufwirtschaft aus Sicht der Holzindustrie. Die Inhalte stammen aus einer mehrjährigen Recherche einschlägiger Branchenzeitschriften sowie unterschiedlicher Publikationen von Forschungseinrichtungen. Diesbezüglich wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, sondern vielmehr versucht, dem Leser einen guten Eindruck über die Herausforderungen und Chancen aus der Unternehmenspraxis näherzubringen.

2.5.5.1 Produktentwicklung

Der Produktentwicklung kommt im Kontext der Kreislaufwirtschaft eine signifikante Bedeutung zu. Die Chancen der Kreislaufwirtschaft erhöhen sich deutlich, wenn bereits in der Designphase eine möglichst lange Nutzungsdauer und die sich daran anschließenden weiteren Nutzungsphasen berücksichtigt werden. Daher stellt die Produktentwicklung im Rahmen der Planungsphase einen entscheidenden Baustein der Kreislaufwirtschaft dar (Ahn et al., 2022; Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020c; Jahan et al., 2022; Jarre et al., 2020; Schmitz et al., 2023). Viele Initiativen verfolgen Maßnahmen zur Wiederverwendung oder zum Recycling, dennoch sollte in den Designphasen neben einer Abfallbewirtschaftung vor allem eine Abfallvermeidung Priorisierung finden (Schmitz et al., 2023). Die Berücksichtigung entsprechender Strategien könnte dazu führen, dass Produkte nicht in kleine Partikel zerlegt werden müssen, um ihre Rohstoffe wiederzuverwenden (Schmitz et al., 2023). Eine weitere Option bezieht sich auf die Ressourceneffizienz, indem für Produkte mit gleicher technischer Leistungsfähigkeit weniger Holz eingesetzt wird (Alfter et al., 2021; Altin et al., 2021; Schuster & Geier, 2023). Leichtere Holzwerkstoffe für den Möbelbau stellen zum Beispiel eine derartige Möglichkeit dar (Alfter et al., 2021).

Standardisierung

Eine Chance liegt in der Standardisierung von Produkten. Obgleich Ausbauteile wie Türen, Fenster oder Sanitär meist in standardisierter Form vorliegen, steckt ein Großteil des verbauten Materials in der Tragkonstruktion oder in konstruktiven Bauteilen. Diese sind oft ähnlich, aber selten identisch (proHolz Austria, 2023). Experten sehen daher in der Standardisierung und Modularisierung von Bauteilen einen wichtigen Schritt (Ahn et al., 2022; Müller & Moser,

2022; Schuster & Geier, 2023). Denn insgesamt steigt das Wiederverwendungspotenzial mit der Anzahl gleicher oder standardisierter Bauteile. Insbesondere die Betreiber von Baustoffkatastern sehen in einer solchen Standardisierung einen wichtigen Meilenstein (Schuster & Geier, 2023).

Demontierbarkeit

Ein weiterer zentraler Baustein der Kreislaufwirtschaft stellt die einfache Demontierbarkeit und Rückbaubarkeit der eingesetzten Produkte dar (Ahn et al., 2022; Campbell, 2019; Gurtner & Starovicova, 2023; Hillebrandt & Rosen, 2022; Lennartz, 2022). In vielen Holzprodukten werden Zusatzstoffe (Leime, Lacke, Farben), Schadstoffe (Holzbehandlungsmittel und Schwermetalle) und verunreinigende Materialien (Glas, Kunststoffe, Metalle) eingesetzt, deren Heterogenität die Recyclingprozesse erschwert (Besserer et al., 2021). Das Entfernen von Leimen und Harzen ist ohnehin schwierig umsetzbar, energieintensiv und kostspielig (Vis et al., 2016). Als Beispiel können Wärmedämmverbundsysteme genannt werden, die häufig großflächig mit dem Untergrund verklebt und oberflächlich verputzt werden. Die nachträgliche, selektive Auftrennung ist daher nur durch aufwändige mechanische Verfahren möglich (Fürhapper et al., 2022). Eine vergleichbare Herausforderung stellen Verbundwerkstoffe dar, deren Heterogenität eine saubere Trennung ebenfalls erschwert (Amschl, 2021).

Eine Möglichkeit, um die Demontage von Baumaterialien zu erleichtern, ist die Entwicklung von Rückbauplänen während der Entwurfsphase (Ahn et al., 2022; Gurtner & Starovicova, 2023). Derartige Pläne sollten Informationen über die Zugänglichkeit der verschiedenen Baugruppen, die mögliche Abfolge der Rückbauaktivitäten und die benötigten Werkzeuge enthalten (Ahn et al., 2022).

Verbindungen

Ein wesentlicher Faktor für die Chancen der Rückbaubarkeit stellt die Auswahl der Fügungen und Verbindungsmittel dar (Schuster & Geier, 2023). Vor allem die im Holzbau vielfach fest miteinander verklebten und verbundenen Schichten gilt es zu optimieren (proHolz Austria, 2023). Vielfach sind zum Beispiel konstruktiv wirksame Schrauben nicht einfach lösbar (Amschl, 2023). Antworten können durch mechanisch lösbare oder geschraubte Verbindungen sowie durch Stecksysteme entwickelt werden, um eine möglichst sortenreine Trennbarkeit zu gewährleisten (Gurtner & Starovicova, 2023; Hillebrandt & Rosen, 2022). Sogenannte trockene oder reversible Verbindungen bieten das Potenzial, Bauteile leichter und ohne Wertverlust wieder auseinanderzunehmen (Cristescu et al., 2020; Schuster & Geier, 2023). Das Ingenieurholzbauunternehmen Derix nutzt zum Beispiel Steckverbindungen in Kombination mit einer umfangreichen Vorfertigung und Vormontage der Verbindungspunkte im eigenen

Werk (Lennartz, 2022). Als Grundlage dient ein computergenerierter 3D-Rohling aus Brettschichtholz (BSH), der mittels Computerized Numerical Control (CNC)-Technik als Steckverbindermodell gefräst wird. Der daraus entwickelte Steckverbinder basiert auf einer geschweißten Stahlplatte, auf die in vorbereitete Aussparungen eine Knagge aus Buchen-Furnierschichtholz gestellt wird und dabei unverklebt und unverschraubt bleibt. Darauf werden dann die andockenden BSH-Elemente mit entsprechenden Aussparungen gesteckt (Lennartz, 2022). Im Holz-Zentralblatt (2022b) wurde über die „BDH-Academy“ des „Bund Deutscher Holzwirte (BDH)“ berichtet, bei der neue Produkte vorgestellt wurden. Dabei stellte Stefan Siemers, Direktor Forschung und Entwicklung bei der Raimund Beck KG aus Mauerkirchen, das Produkt Lignoloc – ein Substitut für herkömmliche Nägel - vor. Hierbei wird FSC-zertifiziertes Buchenholz verwendet, welches mit Phenolharz getränkt und verdichtet wird. Beim Eintreiben des Nagels entsteht Wärme, die zu einer Verschweißung des Nagels mit dem umgebenden Holz führt, indem das Lignin beider Komponenten miteinander verschmilzt. Durch diese Anwendung steigt das Potenzial der Wiederverwendung, da unter anderem leimfreie Elemente entwickelt werden können.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel bilden die X-fix-Systeme des österreichischen Unternehmens Hasslacher, die sich durch eine Holz-Holz-Verbindung charakterisieren lassen (HASSLACHER Holding GmbH, 2023). Die Verbindungstechnik ermöglicht eine einfache Montage von Brettsperrholzwand- und Deckenelementen ohne Stahlanteil. Durch das Einschlagen wird ein Form- und Kraftschluss erreicht, wobei eine selbstspannende Verbindung entsteht (HASSLACHER Holding GmbH, 2023).

Neben dem Design von Produkten gilt es auch bei dem Entwurf von ganzen Gebäuden frühzeitig Rücksicht auf die Wiederverwendbarkeit der verbauten Produkte zu legen (Cristescu et al., 2020). Diese Philosophie wird oftmals als Design für Rückbau oder Demontage bezeichnet. Ähnlich wie bei der Entwicklung von Einzelprodukten liegt der Fokus dabei auf der Demontierbarkeit und Reparierbarkeit von Gebäuden, ohne diese zu zerstören (Cristescu et al., 2020). Hierbei stellt die Zugänglichkeit der einzelnen Materialien noch eine Herausforderung dar. Amschl (2023) berichtet beispielsweise im Holz-Zentralblatt über die Ausführung von Dr. Sandra Schuster von der Technischen Universität München, welche erläutert, dass es einen Nachteil darstellt, wenn der gesamte Fußbodenaufbau entfernt werden muss, um die Innenverkleidung bearbeiten zu können.

2.5.5.2 Daten

Daten sind im kreislauforientierten Denken eine wichtige Ressource. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Bewertung der Kreislauffähigkeit eines Gebäudes (Hillebrandt & Rosen, 2022).

Hinzu kommt, dass es eine Diskrepanz zwischen Angebots- und Nachfrageinformationen in räumlicher, zeitlicher und mengenmäßiger Hinsicht gibt, denn die Bauteile sind in der Regel nicht direkt und ausreichend verfügbar (Gurtner & Starovicova, 2023).

Eine probate Technologie im Zusammenhang mit Bauprojekten sind sogenannte Building Information Modeling (BIM)-Modelle. Während derartige Modelle ein digitales Abbild des geplanten Gebäudes darstellen und somit einen guten Überblick hinsichtlich der einzusetzenden Baustoffe gewährleisten, stehen kreislauforientierte Informationen bisher weniger im Fokus (Ahn et al., 2022). Vor diesem Hintergrund gewinnen Begrifflichkeiten wie *digitale* „Gebäudepässe“ oder „Building Material Passports“ an Bedeutung (Lennartz, 2022; K. Richter & Lautenschlager, 2018). Die Intention ist es, durch die BIM-Technologie 3D-Modelle mit Materialpässen zu verknüpfen, um die vorhandenen Materialien eines Gebäudes digital zu referenzieren (Müller & Moser, 2022). Neben den verbauten Materialien werden somit Informationen über die Rückbaubarkeit dauerhaft verfügbar gemacht (Lennartz, 2022). Das 3D-Modell hilft bei der Lokalisierung von Bauteilen innerhalb des Gebäudes (Müller & Moser, 2022). Damit ist nicht nur eine Klassifizierung der verbauten Materialien möglich, sondern auch eine Berechnung des Zeitaufwandes für den Demontageprozess. Die beteiligten Unternehmen gewinnen an Sicherheit. Es zeigt sich jedoch, dass BIM bisher lediglich auf einem Teil der Baustellen eingesetzt wird (Müller & Moser, 2022).

Barcodes stellen eine weitere Möglichkeit dar. Dies ermöglicht Unternehmen, bereits während der Produktion von Materialien Informationen über die potenziellen Wiederverwendungsgrade festzulegen und bereitzustellen (Kiel & Kiel, 2023).

Aus einer ganzheitlichen Perspektive ist es zudem entscheidend, nicht nur das einzelne Gebäude in einem digitalen Pass transparent abzubilden, sondern eine Zusammenführung aller derartigen Einzelinformationen zu erreichen. Dazu bedarf es beispielsweise offener Bauteildatenbanken, in denen die technisch-konstruktiven Aspekte der Gebäude hinterlegt sind (Schuster & Geier, 2023). Aus dieser Anforderung heraus haben sich unterschiedliche Gebäudekataster entwickelt oder befinden sich im Aufbau (Schuster & Geier, 2023). Zu den bedeutsamen Plattformen zählen in diesem Kontext concular und madaster.[5]

Neben Beratungsdienstleistungen bietet concular unter anderem die Erfassung und Digitalisierung von Bestandsgebäuden, die Vermittlung von verwendeten Materialien an Hersteller, Aufbereiter oder Recyclingunternehmen sowie die Auswertung und Erstellung von Öko-Bilanzierungen an (concular, 2023).

[5] Siehe: https://concular.de/ und https://madaster.de/.

Madaster ist ein digitales Gebäudekataster. In diesem Kataster werden die Daten aller in einem Gebäude verbauten Materialien und Produkte erfasst. Einhergehend werden Informationen über die Trennbarkeit, das gebundene CO2 und die Toxizität hinterlegt, die Aufschluss über die Wiederverwendbarkeit der Materialien geben. In der Praxis erfolgt dies durch die Erstellung eines Gebäuderessourcenpasses auf Grundlage eines BIM- oder Excel-Dokuments (Madaster Germany, 2023).

Die Bedeutung von Gebäudematerialkatastern wird von den Akteuren aus der Holzindustrie als hoch eingeschätzt, wenngleich gewarnt wird, dass nicht auf Grund unzähliger Einzelinitiativen viele isolierte Insellösungen entstehen (Schuster & Geier, 2023). In diesem Zusammenhang wird betont, dass die uneinheitliche Datenstruktur über die Börsen hinweg Unklarheiten über die Dokumentation aufwirft (Gurtner & Starovicova, 2023). Insbesondere die Schnittstellen zur Nutzung der Plattformen sind noch ein herausforderndes Thema (Schuster & Geier, 2023). Daher fehlt es in der Praxis vielfach an Informationen, wie gut sich verschiedene Baustoffe und Bauteile zurückbauen und recyceln lassen. Diese Aussage trifft vor allem auf bestehende Bauwerke zu (Purkus et al., 2020).

2.5.5.3 Regulatorik

Regulatorische Eingriffe können Marktmechanismen verändern. Bislang gibt es jedoch kaum fundierte Aussagen hinsichtlich der Bedeutung von Regulierungen und Anreizen im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie (Jarre et al., 2020; Schuster & Geier, 2023). Es existieren unterschiedliche Stoßrichtungen, deren Vorteilhaftigkeit nicht zweifelsfrei zu bestimmen ist.

Die weitergehende Einführung der EU-Taxonomie und die einhergehende Verpflichtung zur Erstellung von CO2 Bilanzierungen für Gebäude werden überwiegend positiv bewertet (Schuster & Geier, 2023).

Darüber hinaus wird eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten zur Förderung der Kreislaufwirtschaft diskutiert. Es wird beispielsweise die Option erörtert, die Mehrwertsteuer auf Endprodukte aus kaskadiertem Holz zu senken (Vis et al., 2016). Diese Überlegungen gehen bei Vertretern aus der Holzbaupraxis teilweise so weit, dass gefordert wird, dass nicht demontierbare Konstruktionen oder nicht trennbare Bauteile nicht mehr verbaut werden dürfen (Schuster & Geier, 2023). Für zirkuläres Bauen und die Verwendung von Recyclingbauteilen können Bauherren zusätzliche Fördermittel erhalten (Gurtner & Starovicova, 2023). Ein weiterer Ansatzpunkt ist, dass CO2-Emissionen und graue Energie bei Bauprojekten neben dem Preis auch durch Vorschriften als relevante Faktoren berücksichtigt werden (Gurtner &

Starovicova, 2023). In Ausschreibungen können Vorgaben gemacht werden, dass vor einer Neuanschaffung oder dem Neubau zunächst die Möglichkeiten der Wiederverwendung zu prüfen sind (Gurtner & Starovicova, 2023).

Im spezifischen Kontext der Holzindustrie spielen vor allem Normen von Produkten eine wichtige Rolle. Eine zentrale Herausforderung besteht darin, dass sich Normen und Regelwerke vom Zeitpunkt der Errichtung bis hin zum Rückbau und der Wiederverwendung ändern (Schuster & Geier, 2023). Diesbezüglich ist außerdem zu berücksichtigen, dass es bisher keine rechtlichen Rahmenbedingungen gibt, welche die Wiederverwendung von Stützen oder anderen Baumaterialien regeln. Die Leistungseigenschaften gebrauchter Baumaterialien sind nicht definiert (Amschl, 2023). Zudem erscheint es den Unternehmen unklar zu sein, wie die Haftung und Verantwortung eines Bauteils zwischen Ausbau und Wiedereinbau zu bewerten ist (Gurtner & Starovicova, 2023; Padalkina et al., 2023). Es gibt nach dem Wiedereinbau außerdem keine Garantie auf die Bauprodukte, und Brandschutzzertifikate verlieren ihre Gültigkeit (Gurtner & Starovicova, 2023).

2.5.5.4 Logistik

Eine Grundvoraussetzung für das Gelingen der Kreislaufwirtschaft stellt die Verfügbarkeit von Pre- oder Post-Consumer-Recyclingmaterialien dar (Husgafvel et al., 2018). Für eine kontinuierliche Nutzungsmöglichkeit erfordert es Rücknahmeprozesse, um die entsprechenden Materialien an die Produktionsstandorte zu befördern (Ahn et al., 2022; Schmitz et al., 2023; Vass et al., 2023). Die Kosten einer derartigen Rückwärtslogistik stellen die Unternehmen vor große Herausforderungen (Schmitz et al., 2023; Vass et al., 2023). Darüber hinaus können der Transport und die Handhabung von Bauteilen erhebliche Umweltauswirkungen haben (Hradil, 2014). In der Regel werden Transportaufwendungen und Zwischenlagerungen notwendig, die sowohl teuer als auch platzeinnehmend sind (Gurtner & Starovicova, 2023; Padalkina et al., 2023). Hier bieten Partnerschaften, z. B. in Form von Lieferkettennetzwerken, eine Chance. Die Zusammenarbeit mit Kunden bietet zum Beispiel die Möglichkeit, einen Teil der Rückwärtslogistik auszulagern (Vass et al., 2023).

Neben dem logistischen Aufwand stellt auch die generelle Konkurrenz um die Allokation von Recyclingmaterialien eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Anemon Strohmeyer (2023) erläutert im Holz-Zentralblatt, dass die Holzwerkstoffindustrie mehr Recyclingholz bei der Produktion von Platten einsetzen kann und möchte. Die Verfügbarkeit sei jedoch begrenzt, da ein Großteil des Altholzes nicht in den Stoffkreislauf zurückgeführt, sondern energetisch genutzt wird.

2.5.5.5 Sensibilisierung

Ein Schlüsselelement zur weiteren Implementierung der Kreislaufwirtschaft liegt in der Sensibilisierung der betroffenen Akteure, sowohl auf Seiten der Unternehmen als auch auf Seiten der Endverbraucher.

Angesichts des niedrigen Implementierungsgrades der Kreislaufwirtschaft bei Holzprodukten ist die Förderung eines Bewusstseins und einer Vision für breite Anwendungsmöglichkeiten bei Holzbauakteuren, Auftraggebern und Planern eine Option, um mehr Zirkularität zu erzielen (Hradil, 2014; Vass et al., 2023). Bisher erweckt es den Eindruck, dass vielen Akteuren in der Bauindustrie die Wiederverwendung oder andere Prinzipien der Kreislaufwirtschaft wenig bewusst sind (Gurtner & Starovicova, 2023). Ein Weg könnte die stärkere Berücksichtigung der Recyclingfähigkeit oder von Sekundärbaustoffen in der öffentlichen Beschaffung oder in Förderprogrammen für den Hochbau sein (Purkus et al., 2020). In den Unternehmen obliegt den Führungskräften eine besondere Verantwortung zur Förderung der Kreislaufwirtschaft, indem diese in den Zielen und Visionen festgehalten wird (Vass et al., 2023). Denn es hat sich gezeigt, dass die Einstellung der Mitarbeiter und die Unternehmenskultur für die Implementierung entscheidend sind und dass die Unternehmensleitung Ressourcen für diesen Kulturwandel bereitstellen sollte (Vass et al., 2023).

Das Verhalten der Endverbraucher hat ebenfalls nachhaltigen Einfluss. Dieses ist in zweierlei Hinsicht für den Erfolg der Kreislaufwirtschaft von Bedeutung. Im Kontext des Nachfrageverhaltens war die Nutzung von Recyclingmaterialien sowohl bei gewerblichen Käufern als auch bei klassischen Endkonsumenten lange Zeit nicht populär (Höglmeier et al., 2013). Diese generelle Abneigung der Konsumenten hat sich reduziert, stellt aber noch immer eine Herausforderung für die Unternehmen dar (Cristescu et al., 2020; Vass et al., 2023). Aus diesen Gründen bleibt die weitere Sensibilisierung der Verbraucher hinsichtlich der ökologischen und ökonomischen Vorteile von Recyclingprodukten weiterhin ein wichtiger Aspekt (Vis et al., 2016).

Neben dem Nachfrageverhalten spielt jedoch auch das Entsorgungsverhalten der Verbraucher eine Rolle. Konsumenten benötigen ein besseres Verständnis für die Bedeutung des Recyclings von Holz und holzbasierten Produkten, sodass mehr Altholz aus Haushalten gesammelt werden kann (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020c; Vis et al., 2016). Im Zusammenhang mit anderen Materialien, wie beispielsweise Kunststoffen, Metallen und Gartenabfällen, war dies sehr wirksam (Vis et al., 2016). Zu diesen Informationsströmen könnten zum Beispiel Maßnahmen gehören, um über die derzeitige Verwendung und Entsorgung von Holz und Holzprodukten aufzuklären (Vis et al., 2016).

2.5.5.6 Kosten

Eine Barriere für die weitere Etablierung der Kreislaufwirtschaft hängt mit den entstehenden Kosten zusammen (Höglmeier et al., 2013; Husgafvel et al., 2018; Purkus et al., 2020). Die Gesamtkosten für die Wiederverwendung von Produkten sind oftmals höher als die Kosten für den traditionellen Bau (Gurtner & Starovicova, 2023). Zu beachten ist jedoch, dass die Kosten für recycelte Materialien teilweise noch unter den Kosten für die vollständige Wiederverwendung liegen (Hradil, 2014). Ein Grund liegt in der Konkurrenzsituation um die knappen Altholzressourcen. Bisher wird ein signifikanter Teil des Altholzes aufgrund der erzielbaren Energiepreise energetisch genutzt. Dies treibt die Preisentwicklung insgesamt in die Höhe (Strohmeyer, 2023) Die mehrstufige Kaskadennutzung wird zudem durch die niedrigen Kosten für frisches Holz konterkariert (Vis et al., 2016). Die höheren Preise schrecken Verbraucher davon ab, Sekundärmaterialien anstelle von neuen Rohstoffen zu kaufen (Jahan et al., 2022).

Durch einen perspektivischen Anstieg der Rohholzpreise, etwa durch eine zunehmende Nachfrage oder durch die Entwicklung innovativer Bioökonomieanwendungen, könnte die Wirtschaftlichkeit einer Kaskadennutzung in der Zukunft attraktiver werden (Purkus et al., 2020). Die Kosten für den Aufbau einer eigenen Recyclingkompetenz sind darüber hinaus mit einem signifikanten Investitionsbedarf verbunden, der hier nicht genauer erläutert wird.

2.5.5.7 Neue Geschäftsmodelle

Durch die Kreislaufwirtschaft können sich neue Geschäftsmodelle entwickeln, welche die Implementierung von zirkulären Maßnahmen weiter fördern. In diesem Kontext bieten sich „Bauteile-as-a-Service“ respektive Mietmodelle an. Dadurch werden Bauteile mit Wartungsvertrag und späterer Rücknahmepflicht angeboten. Bei derartigen Modellen findet kein Eigentümerwechsel des Produktes statt (Gurtner & Starovicova, 2023; Padalkina et al., 2023). Entsprechende Geschäftsmodelle können auch als Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS-Modelle) bezeichnet werden (Padalkina et al., 2023). Unternehmen können sich durch die Entwicklung von zirkulären Bauprodukten differenzieren (Padalkina et al., 2023).

Die Fokussierung auf Rückbauaktivitäten kann ein weiteres Geschäftsmodell der Kreislaufwirtschaft darstellen, indem sich Unternehmen auf entsprechende Tätigkeiten spezialisieren (Gurtner & Starovicova, 2023; Padalkina et al., 2023).

Das Feld der Beratungsunternehmen eröffnet ebenfalls mannigfaltige Marktchancen, um beispielsweise zu kreislaufgerechtem Bauen zu beraten und eigene Lösungen zu entwickeln (Padalkina et al., 2023). Dabei bietet der Fokus auf zirkuläre Gebäude ein klares

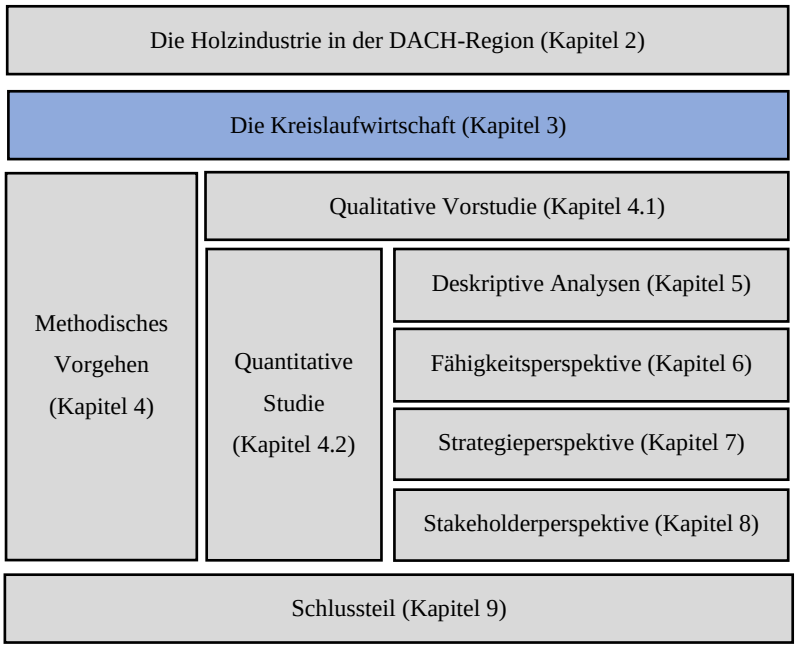
Differenzierungsmerkmal zu anderen Marktteilnehmern. Es ist die Aufgabe der spezialisierten Unternehmen, bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen, welche Verfahren und Maßnahmen für die Baustoffe, -komponenten und -systeme Zirkularität gewährleisten (Padalkina et al., 2023).

Darüber hinaus können sich Softwareunternehmen auf die Entwicklung fortschrittlicher Designsoftware und Möglichkeiten für ein effizientes Datenmanagement konzentrieren (Padalkina et al., 2023). Dabei geht es sowohl um die softwaregestützte zirkuläre Planung als auch um das Speichern von Gebäude- und Materialdaten für eine spätere Wiederverwendung. Um das Angebot und die Nachfrage zirkulärer Produkte in Einklang zu bringen, ist zudem die Entwicklung von Material-Marktplätzen ein vielversprechender Ansatz. Effizient nutzbar werden entsprechende Plattformen, wenn diese in die Design- und Datenmanagementsoftware eingebunden werden können (Padalkina et al., 2023).

Weitere Entwicklungsmöglichkeiten bieten Ansätze für das ressourceneffiziente Bauen. In diesem Kontext spielen 3D-Druck, Vorfertigung sowie modulare und serielle Bausysteme und Möglichkeiten zur Wiederverwendung eine zentrale Rolle (Padalkina et al., 2023).

3 Die Kreislaufwirtschaft

Im folgenden Kapitel dieser Dissertation erfolgt eine Darstellung der Kreislaufwirtschaft aus einer wissenschaftlichen Perspektive. Dabei wird einleitend eine Definition der Kreislaufwirtschaft (3.1) sowie eine Erläuterung der Merkmale (3.2) und Effekte (3.3) durchgeführt. Anschließend werden Treiber (3.4), Barrieren (3.5) und Innovationen (3.6) zur Umsetzung von kreislauforientierten Ansätzen erläutert.



3.1 Definition

In der wissenschaftlichen Forschung erfährt die Kreislaufwirtschaft mannigfaltige Definitionsvarianten. Im Jahr 2017 publizierten Kirchherr, Reike und Hekkert (2017) das populäre Paper *„Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions“*, in welchem eine Analyse von 114 Begriffsdefinitionen durchgeführt wurde. Die Erkenntnisse subsumierten die Autoren in einer eigenen Beschreibung, die wie folgt lautet:

> *“We defined CE (...) as an economic system that replaces the ‘end-of-life’ concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering materials in production/distribution and consumption processes. It operates at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, thus simultaneously creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations. It is enabled by novel business models and responsible consumers.”* (Kirchherr et al., 2017, S.229)

Wenngleich diese Interpretation vielfach Berücksichtigung fand (Hartley et al., 2020), stammt die vermeintlich bekannteste Definition von der Ellen MacArthur Foundation (Ghisellini et al., 2016; Guldmann & Huulgaard, 2020; Kirchherr et al., 2017; Lewandowski, 2016; Mulrow et al., 2017). In dieser Variante heißt es:

> *“[CE] an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the ‘end-of-life’ concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models.”* (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S.7)

Im Kern geht es bei allen Varianten darum, dass Rohstoffe oder deren Bestandteile durch unterschiedliche Handlungsalternativen so lange wie möglich im Verwendungskreislauf bleiben (Bocken et al., 2016; Ferasso et al., 2020; Geissdoerfer et al., 2017; Murray et al., 2017).

3.2 Merkmale der Kreislaufwirtschaft

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft eröffnet einen neuen und andersartigen Blickwinkel auf Konsum- und Produktionsprozesse (Lopes de Sousa Jabbour et al., 2018). Es zielt darauf ab, Abfall aus Denkmustern und Wirtschaftsabläufen zu eliminieren (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Dies kann erreicht werden, indem genutzte Ressourcen wiederhergestellt werden oder

indem die Anzahl aufeinanderfolgender Nutzungsphasen und die Nutzungsdauer jeder einzelnen Phase maximiert werden (Hofmann & Jaeger-Erben, 2020; Lopes de Sousa Jabbour et al., 2018). Veritable Handlungsoptionen sind diesbezüglich zum Beispiel Dienstleistungen wie Reparatur, Wartung, Sanierung, Aufarbeitung, Modernisierung, Aufrüstung sowie divergierende Wertschöpfungsmodelle wie das Leasing oder die Miete (Hofmann & Jaeger-Erben, 2020; Witjes & Lozano, 2016). Außerdem sollte die gesamte Energie, die in den entsprechenden Zyklen eingesetzt wird, aus erneuerbaren Quellen stammen (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass Produkte mit verlängerten Lebenszyklen aus einem kreislauforientierten Blickwinkel den höchsten Wert besitzen. Recyclingtätigkeiten, die oftmals mit der Idee zirkulärer Modelle assoziiert werden, stellen ebenfalls eine positive, jedoch nachgelagerte Option dar (Ellen MacArthur Foundation, 2013; van den Berg & Bakker, 2015).

Die Ellen MacArthur Foundation (2015) hat für die Kreislaufwirtschaft drei fundamentale Prinzipien definiert, welche wie folgt lauten:

1. Erhaltung und Verbesserung des Naturkapitals durch eine Kontrolle der endlichen Bestände und die Auswahl von Technologien und Prozessen unter Berücksichtigung der Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer oder leistungsfähigerer Ressourcen.
2. Eine optimierte Ressourcenausbeute, indem Produkte, Komponenten und Materialien jederzeit mit dem höchsten Nutzen in technischen und biologischen Kreisläufen zirkulieren. Dies erfordert, dass Erzeugnisse so konzipiert werden, dass diese zum Beispiel wiederaufbereitet oder recycelt werden können. Inhärent sollen biologische Nährstoffe am Ende eines Verwendungskreislaufs wieder in die Biosphäre eintreten, um Ausgangsmaterial für einen neuen Kreislauf zu werden.
3. Verbesserung der Effektivität des Gesamtsystems durch das Aufdecken und Ausplanen von negativen externen Effekten im Bereich der Landnutzung, Luft-, Wasser- und Lärmbelastung, Freisetzung von toxischen Substanzen und dem Klimawandel.

Hieraus resultieren in der Praxis neue Formen der Wertschöpfung. Die nachfolgenden Ansatzpunkte von MacArthur (2013) sind auf aggregierter Ebene von substanzieller Bedeutung. Bei der Wertgenerierung wird der Verbraucher durch modifizierte Vertriebsmodelle durch den Nutzer ersetzt. In der Produktion wird darauf abgezielt, dass für die Herstellung identischer Erzeugnisse weniger Rohstoffe benötigt werden. Um die Materialproduktivität zu maximieren, werden verschiedene Handlungsmöglichkeiten genutzt, um die Anzahl der Verwendungszyklen eines Produkts zu verlängern. Eine Möglichkeit ist die Kaskadennutzung, bei der Inhaltsstoffe in anderen Wertschöpfungsstufen wiederverwendet

werden. Regenerative oder vollständig geschlossene Kreisläufe ermöglichen den dauerhaften Verbleib bestimmter Ressourcen im Verwendungszyklus.

In der Fachliteratur sind divergierende Herangehensweisen zur Beschreibung der Kreislaufwirtschaft zu finden. Ein populärer Ansatz stellt eine Analyse anhand der Aktionen oder Handlungsmuster zur Erzielung der Kreislaufwirtschaft dar, die im englischen Sprachgebrauch überwiegend mit dem Buchstaben „R“ beginnen. Die Basis dieser Beschreibungsform bilden die Prinzipien Reduktion (reduction), Wiederverwendung (reuse) und Recycling (recycle), die gemeinhin als „3R´s“ beschrieben werden (Ghisellini et al., 2016; Jawahir & Bradley, 2016; Kirchherr et al., 2017). Das Spektrum an zusätzlichen Beschreibungsalternativen, welche die „3R´s“ inhaltlich erweitern, ist in der wissenschaftlichen Forschung eminent (Bakker et al., 2014; Ghisellini et al., 2016; Hollander et al., 2017; Lüdeke-Freund et al., 2019; Sumter et al., 2018). Während sich dieses Konzept auf die Handlungsoptionen konzentriert, verfolgt das ReSOLVE-Modell einen ganzheitlichen Ansatz, welcher das gesamte Geschäftsmodell einbezieht (Ellen MacArthur Foundation & McKinsey Center for Business and Environment, 2015; Mendoza et al., 2017).

3.2.1 Beschreibung in Anlehnung an die 3R-Prinzipien

Die nachfolgende Beschreibung orientiert sich an dem Schaubild *Circularity strategies within the production chain, in order of priority* von Potting et al. (2017).

Die Nummer der jeweiligen Aktion verdeutlicht die Wertigkeit unter Berücksichtigung kreislauforientierter Kriterien. Je niedriger die Ziffer, desto vorteilhafter ist das Handlungsmuster aus ökologischer Perspektive. Als Beispiel hat das gemeinsame Verwenden von Erzeugnissen einen höheren Wert als die Verlängerung der Lebenszeit eines einzelnen Produkts. Die Begründung für diese Bewertung liegt darin, dass mit weniger Produkten ein höherer Nutzen erzielt wird. Je länger die Lebenszeit eines Produkts ist, desto weniger Aufwand ist beim Recycling erforderlich. In originärer Form wurde eine Systematik aus den drei Begriffen reduce, reuse und recycle entwickelt (Ghisellini et al., 2016; Ranta, Aarikka-Stenroos & Mäkinen, 2018).

R9 Recover

Rückgewinnung, beispielsweise von Energie durch Verbrennung, stellt in der Verwendungshierarchie die unterste Ebene dar (Potting et al., 2017).

R8 Recycle

Recycling beschreibt Verfahrensprozesse, bei denen Materialien im Verwendungskreislauf erhalten bleiben, die teilweise als Abfall bezeichnet werden (Bakker et al., 2014; Jawahir &

Bradley, 2016; van den Berg & Bakker, 2015). Dabei kann eine gleiche, höhere (Upcycling) oder niedrigere (Downcycling) Verwendungsform erzielt werden (Potting et al., 2017). Dieses Vorgehen ist beliebt bei Produktionsabfällen, die für Produkte, Materialien oder Substanzen wiederaufbereitet werden, um somit die Ressourcenallokation zu optimieren (Ghisellini et al., 2016). Eine diffizile Sammlung und Trennung verschiedener Rohstoffe vor der Aufbereitung ist eine Grundvoraussetzung (King et al., 2006).

R7 Repurpose

Bei dieser Variante werden ausrangierte Erzeugnisse oder deren Bestandteile in neuen Produkten mit divergierenden Eigenschaften verwendet (Potting et al., 2017).

R6 Remanufacture

Durch eine Wiederaufbereitung werden Teile eines ausrangierten Produkts in ein neues Erzeugnis mit identischen Eigenschaften integriert und infolgedessen in einen neuwertigen Zustand versetzt (Jawahir & Bradley, 2016; King et al., 2006; Lieder & Rashid, 2016; Potting et al., 2017). Die ursprünglich zur Herstellung des Produktbestandteils eingesetzte Energie bleibt somit erhalten (King et al., 2006). Produkte, bei denen nur einzelne Bestandteile obsolet sind, werden durch den Einsatz wiederaufbereiteter Materialien in einem funktionierenden Zustand gehalten (King et al., 2006). Die Prozessabfolge wird wie folgt definiert: Demontage – Reinigung – Inspektion – Sortierung – Wiederaufbereitung – Wiederzusammenbau (Lieder & Rashid, 2016).

R5 Refurbish

Es wird die Instandsetzung eines veralteten Produkts beschrieben, um es in einen zufriedenstellenden funktionalen oder kosmetischen Zustand zu versetzen, der schlechter als die ursprüngliche Spezifikation sein kann (Bakker et al., 2014; Hollander et al., 2017). Herkömmliche Tätigkeiten umfassen die Reparatur, den Austausch oder die Überarbeitung von Hauptkomponenten (Hollander et al., 2017). Im Fokus stehen eher veraltete als beschädigte Produkte (Potting et al., 2017).

R4 Repair

Durch eine Reparatur wird ein beschädigtes Produkt wieder in einen funktionierenden Zustand versetzt (Bakker et al., 2014; King et al., 2006; Potting et al., 2017).

R3 Re-use

Der Begriff beschreibt die Mehrfachnutzung eines Erzeugnisses durch unterschiedliche Nutzer (Potting et al., 2017). In diesem Zusammenhang obliegt dem Produktdesign eine große Bedeutung, indem Werkstoffe so konzipiert und hergestellt werden, dass diese über einen

langen Zeitraum dauerhaft bedürfniserfüllende Eigenschaften aufweisen (Ghisellini et al., 2016). Grundvoraussetzung für zirkuläre Geschäftsmodelle sind zielgerichtete Ertragsmodelle wie Leasing- oder Mietmodelle sowie Rückgabe- oder Umverteilungsvorgänge, bei denen das Eigentum vom Erstnutzer auf einen Zweitnutzer übertragen wird (Lüdeke-Freund et al., 2019). Zusammenfassend benötigt dieses Vorgehen weniger Arbeitskraft, Energie und Ressourcen als die Herstellung neuer Produkte (Castellani et al., 2015).

R2 Reduce

Durch eine Reduzierung von natürlichen Ressourcen, Energie und Abfällen im Produktionsprozess können die Materialeffizienz gesteigert und die Umweltbelastung reduziert werden (Jawahir & Bradley, 2016; Potting et al., 2017; Su et al., 2013). Diese Entwicklungen, die beispielsweise durch neue Technologien oder leichtere Produkte ermöglicht werden, lassen sich unter dem Begriff Ökoeffizienz subsumieren (Su et al., 2013).

R1 Rethink

Dieser Begriff beschreibt innovative Verwendungsmodelle, um den Nutzen von Produkten zu maximieren. Ein Beispiel hierfür ist das Carsharing, bei dem ein Produkt von mehreren Konsumenten geteilt wird, um die Vorteilhaftigkeit zu erhöhen und die Anzahl der produzierten Varianten zu minimieren (Potting et al., 2017).

R0 Refuse

Der höchste Nutzen entsteht, wenn die Produktion eines Produktes nicht mehr notwendig ist. Dieser Zustand tritt ein, wenn die Funktionen bereits durch ein anderes, existierendes Produkt abgedeckt werden (Potting et al., 2017). Zum Beispiel wurden MP3-Player durch die Entwicklung multifunktionaler Smartphones ersetzt.

3.2.2 Beschreibung in Anlehnung an das Resolve Modell

Das ReSOLVE-Konzept wurde 2015 von der Ellen MacArthur Foundation entwickelt. Es beinhaltet sechs strategische Maßnahmen zur Implementierung eines kreislauforientierten Handlungsansatzes. Das Akronym ReSOLVE steht für die Begriffe Regenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise und Exchange. Diese Termini werden in Anlehnung an die Ellen MacArthur Foundation (2015) im Folgenden näher erläutert.

Regenerate

Bezieht sich auf die Umstellung auf erneuerbare Energien und Materialien sowie auf die Rückgewinnung, Erhaltung und Regeneration der Gesundheit von Ökosystemen. Darüber hinaus wird darauf abgezielt, dass zurückgewonnene biologische Ressourcen in die Biosphäre zurückgeführt werden.

Share

Neben der Verlängerung der Verwendungszyklen durch Instandhaltung, Reparatur oder ein widerstandsfähiges Design wird das gemeinsame Nutzen von Produkten durch „Sharing-Aktivitäten“ beschrieben.

Optimise

Durch Optimierungen, insbesondere durch die Beseitigung von Verschwendung im Produktionsprozess, soll die Leistung eines Produkts verbessert werden. Dieses Bestreben geht einher mit der Implementierung von Prozessen zur Ermöglichung von Rücknahmen am Ende des Nutzungszyklus. Im Fokus dieser technologieorientierten Strategie steht der Einsatz von Big Data oder RFID-Chips (Lopes de Sousa Jabbour et al., 2018).

Loop

Dieser Ansatz verfolgt das Ziel, Materialien möglichst lange in geschlossenen Kreisläufen zu verwenden. Eine grundlegende Voraussetzung dafür ist die Aufbereitung von beschädigten Produkten oder veralteten Modellen. Recycling ist dabei die letzte Option, wenn andere Formen der Instandsetzung nicht mehr möglich sind.

Virtualise

Durch die virtuelle Befriedigung von Bedürfnissen soll die Anzahl produzierter Produkte reduziert werden. Als Beispiel wird in diesem Zusammenhang das Streamen von Musik genannt.

Exchange

Beschreibt das Ersetzen von alten Materialien durch Werkstoffe aus nicht-erneuerbaren Quellen. Zum Beispiel können durch die Anwendung innovativer Technologien wie des 3D-Drucks neue Produkte und Dienstleistungen hergestellt werden.

3.3 Effekte der Kreislaufwirtschaft

Im Rahmen der Analyse der ökologischen Auswirkungen der Kreislaufwirtschaft wird postuliert, dass das Modell eine optimierte Nutzung natürlicher Ressourcen durch die Entwicklung einer linearen zu einer zirkulären Wertschöpfungskette ermöglicht (Andersen, 2007; Chiu & Yong, 2004). Das Konzept hat zum Ziel, dass Abfälle nicht aus den Kreisläufen eliminiert, sondern als neue Ressourcen für divergierende Zyklen verwendet werden (Park & Chertow, 2014; Zaman & Lehmann, 2013). Eine Adaption der Supply-Chain im Sinne kreislauforientierter Motive führt darüber hinaus zu einer Reduktion der Kohlendioxidemissionen (Nasir et al., 2017; Sevigné-Itoiz et al., 2014). Die wissenschaftlichen

Studien verdeutlichen, dass das Paradigma der Kreislaufwirtschaft einen positiven Nachhaltigkeitsbeitrag leistet (Andersen, 2007; Bressanelli et al., 2019; Chiu & Yong, 2004; Park & Chertow, 2014; Zaman & Lehmann, 2013).

Aus ökonomischer Sicht ergeben sich ebenfalls mannigfaltige Implikationen. Ein Effekt entsprechender Ansätze ist ein gesteigertes Wachstum, indem zum Beispiel neue Kundengruppen durch nachhaltige Produkte erschlossen werden können (Hysa et al., 2020). Daraus resultieren unter anderem Wettbewerbsvorteile sowie eine Aufwertung des Unternehmensimages (Witjes & Lozano, 2016). Zur Verbesserung der Wettbewerbsposition können Kosten durch einen geringeren Einsatz von Rohstoffen und Energie sowie durch eine Minimierung der Abhängigkeit von begrenzten Ressourcen gesenkt werden (Gusmerotti et al., 2019; Planing, 2018). Darüber hinaus können die Lebenszykluskosten eines Produkts reduziert werden (Mokhlesian & Holmén, 2012).

Die positiven Effekte der Kreislaufwirtschaft werden jedoch teilweise durch negative Auswirkungen konterkariert. Ein wesentlicher Kritikpunkt zielt darauf ab, dass das Konzept zwar ökologische und ökonomische Aspekte berücksichtigt, soziale Faktoren aber gleichwohl überwiegend außer Acht lässt (Murray et al., 2017). Obwohl die originäre Form der drei Säulen der Nachhaltigkeit alle drei Blickwinkel umfasst, werden soziale Gesichtspunkte in der Kreislaufwirtschaft nicht ausreichend in Betracht gezogen (Murray et al., 2017).

Ein weiterer Kritikpunkt betrifft die Frage, ob längere Produktlebenszyklen obligatorisch zu einem verbesserten Nachhaltigkeitsbeitrag führen (Murray et al., 2017). Es wird angenommen, dass langlebige Produkte teilweise mehr Energie verbrauchen als vergleichbare Versionen mit kürzeren Lebenszyklen. Daher kann es vorteilhaft sein, ineffiziente Erzeugnisse durch neuere Ausführungen zu ersetzen (Bakker et al., 2014).

Einige Ziele der Kreislaufwirtschaft wirken zu simplifiziert, da sie ohne tiefergehende Definitionen einhergehen und die negativen Folgen ausgeblendet werden, sofern die Intention positiv ist. Ein Beispiel hierfür ist das Streben nach umweltfreundlichem Treibstoff, das zur Rodung großer Gebiete in Borneo führte, um Ölpalmen anzupflanzen (Murray et al., 2017).

3.4 Treiber der Kreislaufwirtschaft

Im wissenschaftlichen Diskurs wurden bereits einige Faktoren identifiziert, welche die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft fördern. Im folgenden Abschnitt werden die zentralen Treiber erläutert.

3.4.1 Ökonomische Treiber

In zahlreichen Studien wurden ökonomische Faktoren als die stärkste Triebkraft für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft identifiziert (Govindan & Hasanagic, 2018; Mura et al., 2020; Wrålsen et al., 2021). Die Unternehmen betrachten die Kreislaufwirtschaft als Möglichkeit, um weiteres Marktwachstum zu erzielen. Dies kann beispielsweise durch die Einführung neuer Produkte oder die Erschließung zusätzlicher Kundengruppen geschehen (Agyemang et al., 2019; Geissdoerfer et al., 2023). Unternehmen artikulieren darüber hinaus, dass die Verwendung von kreislaufbezogenen Daten neue Geschäftsmöglichkeiten eröffnet (Mont et al., 2017; Tura et al., 2019).

Ein weiterer Vorteil liegt in der Reduktion oder Vermeidung von Abfällen, indem neuartige Ertragsquellen durch zusätzliche Nutzung oder Weitervertrieb erschlossen werden (Agyemang et al., 2019; Wrålsen et al., 2021). Eine verbesserte Ressourcennutzung und eine Reduzierung der Abfallproduktion tragen zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Unternehmen bei. Dadurch können Kosten gespart und strategische Wettbewerbsvorteile generiert werden (Agyemang et al., 2019; Mont et al., 2017; Mura et al., 2020).

In wissenschaftlichen Studien wird darauf hingewiesen, dass ökonomische Treiber im Vergleich zu ökologischen Aspekten eine stärkere Relevanz aufweisen (Agyemang et al., 2019).

3.4.2 Technologische Treiber

Die technologischen Einflussfaktoren erstrecken sich über ein weites Spektrum unterschiedlicher Komponenten. Wesentliche Treiber resultieren aus den Potenzialen der Digitalisierung. Durch Plattformmodelle und die systematische Sammlung, Analyse und Nutzung von Daten eröffnen sich neue Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft (Planing, 2015; Tura et al., 2019). Eine Studie mit 599 deutschen Produktionsunternehmen unterstützt diese Annahme durch konvergente Ergebnisse. Unternehmen mit einem Fokus auf Digitalisierung waren im Umsetzungsprozess der Kreislaufwirtschaft weiter fortgeschritten (Neligan et al., 2023). Die zunehmende Verbreitung von Sensoren und anderen Identifikationsmerkmalen ermöglicht den Zugang zu einer stetig wachsenden Menge an Daten (Neligan et al., 2023). Diese Daten können sowohl die Effizienz

der Produktionsprozesse steigern als auch Informationen über Inhaltsstoffe und Lokationsdaten von Produkten verfügbar machen, um auf diese Weise die Wiederverwendung zu erleichtern.

Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Implementierung von Zirkularität werden überwiegend konsistent beurteilt. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass in einer Studie von Agyemang et al. (2019), an der 112 Unternehmen der pakistanischen Automobilindustrie teilgenommen haben, lediglich 1% der Teilnehmer die Digitalisierung als treibende Kraft für eine Kreislaufwirtschaft identifizierten.

3.4.3 Ressourcenbasierte Treiber

Im wissenschaftlichen Diskurs wird die begrenzte Verfügbarkeit von Ressourcen als Treiber der Kreislaufwirtschaft hervorgehoben (Agyemang et al., 2019; Wrålsen et al., 2021). Unternehmen streben aufgrund des schwer prognostizierbaren zukünftigen Materialbedarfs und ihrer hohen Abhängigkeit von einer kontinuierlichen Rohstoffversorgung nach zusätzlichen Versorgungsmöglichkeiten durch Sekundärprodukte (Wrålsen et al., 2021). Die Kreislaufwirtschaft zielt auf ein regeneratives Produktionssystem ab, um den Bedarf an Primärmaterialien zu reduzieren (Genovese et al., 2017). Eine gesicherte Materialversorgung stärkt die Resilienz der Unternehmen und verbessert somit ihre Wettbewerbssituation (Mont et al., 2017).

3.4.4 Regulatorische Treiber

Die Möglichkeiten politischer Entscheidungsträger, die Implementierung der Kreislaufwirtschaft durch regulatorische Eingriffe zu fördern, werden gemeinhin als hoch erachtet (Wrålsen et al., 2021). Institutionen und Regierungen können die Attraktivität der Kreislaufwirtschaft durch Anreize für Verbraucher und Unternehmen steigern (Hina et al., 2022) Als konkrete Maßnahmen werden unter anderem die Einführung eines obligatorischen Recyclings mit klaren Verantwortlichkeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette und die Entwicklung einer entsprechenden Infrastruktur erwähnt (Wrålsen et al., 2021). Darüber hinaus haben Regierungen die Möglichkeit, die Finanzierungsmöglichkeiten für kreislauforientierte Produkte durch spezielle Programme attraktiver zu gestalten (Jakhar et al., 2019). Zudem können stringentere Umweltvorschriften den Antrieb zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft verstärken. Richtlinien zur Verringerung des Verbrauchs bestimmter materieller Ressourcen, strengere Standards in Bezug auf das Abfallaufkommen oder Steuervergünstigungen für zirkuläre Produkte stellen aus wissenschaftlicher Perspektive probate Instrumente dar (Mont et al., 2017).

3.4.5 Ökologische Treiber

Ökologische Beweggründe sind ebenfalls ein Treiber für die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft. Die Bedeutung ökologischer Aspekte wird unter anderem in der Studie von Agyemang et al. (2019) deutlich. 19% der Befragten sind der Meinung, dass die Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft ein strategisches Mittel ist, um sicherzustellen, dass das zentrale Geschäftsprinzip, die Sorge um die Umwelt sowie die Grundsätze der nachhaltigen Entwicklung eingehalten werden. Tura et al. (2019) bestätigen, dass das zunehmende Bewusstsein für Nachhaltigkeit die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft fördert.

3.4.6 Organisatorische Treiber

In der wissenschaftlichen Debatte werden die inhärenten Aspekte der organisatorischen Treiber weit gefasst. Es wird unter anderem betont, dass Führungskräfte und ihr jeweiliges Verhalten einen signifikanten Einfluss auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft besitzen (Moktadir et al., 2020). Durch ein authentisches Auftreten und eine Überzeugung bezüglich der Prinzipien der Zirkularität kann die Implementierung unterstützt werden (Moktadir et al., 2020).

Die Unternehmensstrategie beeinflusst die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft, indem sie die Bedeutung der Nachhaltigkeit hervorhebt und multidisziplinäre Maßnahmen sowie explorative Prozesse fördert (Tura et al., 2019).

Eine Studie von Mura et al. (2020) zeigt, dass die Unternehmensgröße, definiert durch den Umsatz oder die Anzahl der Mitarbeiter, keinen statistisch relevanten Einfluss auf die Einführung von zirkulären Praktiken hat.

3.4.7 Sonstige Treiber

Das Zusammenwirken entlang der Lieferkette, sowohl im Bereich der Lieferanten als auch der Kunden, wird als ein wichtiger Treiber zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft angesehen (Tura et al., 2019). Eine Standardisierung und Harmonisierung von Informationen erhöht die Transparenz entlang der Lieferkette und schafft somit eine bessere Ausgangssituation für die Adaption zirkulärer Maßnahmen (Tura et al., 2019). Darüber hinaus erfolgt die Entwicklung von kreislauforientierten Produkten oder Prozessen vielfach in einer engen Abstimmung mit Partnern, um einen Wissensaustausch zu gewährleisten (Tura et al., 2019).

Als ein weiterer Treiber wird der Druck durch verschiedene Stakeholder hervorgehoben (Agyemang et al., 2019; Chiappetta Jabbour et al., 2020; Hina et al., 2022). Beispielhaft wird erwähnt, dass das Verbraucherverhalten weniger auf Eigentum, sondern stärker auf die Nutzung ausgerichtet ist (Planing, 2015). Im wissenschaftlichen Diskurs existieren jedoch divergierende

Ansichten zum tatsächlichen Verhalten der Verbraucher, sodass keine Konvergenz hinsichtlich der positiven Auswirkungen konstatiert werden kann (Wrålsen et al., 2021).

3.5 Barrieren der Kreislaufwirtschaft

Im wissenschaftlichen Diskurs gibt es eine Vielzahl an Studien, in denen Hindernisse identifiziert werden, welche die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft erschweren. Im folgenden Abschnitt werden die zentralen Barrieren erläutert.

3.5.1 Ökonomische Barrieren

Die Implementierung von Maßnahmen zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft ist in Unternehmen mit erheblichen Anfangsinvestitionen verbunden. Viele Akteure betrachten diese finanziellen Aufwendungen als ein wesentliches Hindernis (Guldmann & Huulgaard, 2020; Kirchherr et al., 2018; Tura et al., 2019). Die Ungewissheit bezüglich der späteren Rentabilität verhindert notwendige Investitionen (Geissdoerfer et al., 2023; Wrålsen et al., 2021). Besonders in Großunternehmen stellt zudem die lange Amortisationszeit zirkulärer Geschäftsmodelle eine Herausforderung dar. Aktionäre dieser Unternehmen verfolgen oftmals kurzfristige Renditeerwartungen, was mit der langfristigen Perspektive der Kreislaufwirtschaft schwierig vereinbar ist (Geissdoerfer et al., 2023).

Für Unternehmen bleibt es eine Herausforderung, die Kosten für Recyclingaktivitäten in den Produktpreis zu integrieren und zu monetarisieren. Dies führt zu Wettbewerbsnachteilen, da Primärprodukte oft zu günstigeren Preisen angeboten werden können (Geissdoerfer et al., 2023; Kirchherr et al., 2018).

Außerdem fehlen den Betrieben regelmäßig die finanziellen Mittel, um die erwähnten Investitionen durchführen zu können (Rizos et al., 2016). Im Kontext kleiner und mittelständischer Unternehmen ist es in der Praxis schwierig, die notwendigen Finanzmittel für nachhaltige Investitionen von den Banken zu erhalten (Rizos et al., 2016). Die Herausforderung von Bankfinanzierungen hängt unter anderem mit dem jeweiligen Geschäftsmodell zusammen. In einer Fallstudie von Vermunt et al. (2019) wurden Unternehmen mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen untersucht. Zu den Merkmalen der vier Modelle zählten „Produkt-als-Service“, „Verlängerung der Lebensdauer der Produkte“, „Rückgewinnung von Ressourcen“ und „Substitution von Primär- durch Sekundärprodukte in der Produktion“. Lediglich Vertreter des „Produkte-als-Service“ Geschäftsmodells äußerten Probleme bei der Bankenfinanzierung.

3.5.2 Regulatorische Barrieren

In zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen wird darauf hingewiesen, dass regulatorische Rahmenbedingungen die Umsetzung von Zirkularität erschweren. Es wird bemängelt, dass die Gesetzgebung die Kreislaufwirtschaft nicht ausreichend unterstützt (Rizos et al., 2016). Zudem existieren keine qualitativen, rechtlichen oder technischen Standards für Sekundärprodukte (Geissdoerfer et al., 2023). Außerdem fehlen staatliche Anreize zur Förderung der Ressourceneffizienz, um Unternehmen dazu zu bewegen, sich intensiver mit diesem Thema auseinanderzusetzen (Mont et al., 2017). Unternehmen geben an, dass aufgrund umfangreicher bürokratischer Erfordernisse in Form von Genehmigungen das Experimentieren mit Abfällen kaum durchführbar ist, wodurch kleine Projekte behindert werden (Vermunt et al., 2019).

Darüber hinaus erschweren divergierende nationale Regelungen die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft. Die Abfallwirtschaftssysteme entwickeln sich in verschiedenen Ländern unterschiedlich schnell und es existieren vielfach inhomogene Gesetze und Rahmenbedingungen (Tura et al., 2019). Obgleich zirkuläre Prinzipien in den normativen Richtlinien, wie beispielsweise in der EU, Berücksichtigung finden, bedarf es weiterer Anstrengungen, um diese Ansätze in die nationale Gesetzgebung zu integrieren (Ranta, Aarikka-Stenroos, Ritala & Mäkinen, 2018). In einer qualitativen Studie von Ranta, Aarikka-Stenroos, Ritala und Mäkinen aus dem Jahr 2018 wurde deutlich, dass regulatorische Barrieren nicht nur in Europa, sondern auch in den USA und China existieren (Ranta, Aarikka-Stenroos, Ritala & Mäkinen, 2018).

Die Auswirkungen der regulatorischen Hürden werden überwiegend als erheblich eingeschätzt. In einer Studie von Kirchherr et al. aus dem Jahr 2018 wird diese Einschätzung jedoch teilweise relativiert. Die Autoren haben im Rahmen einer Befragung von 153 Unternehmen und 55 Regierungsvertretern herausgearbeitet, dass regulatorische Rahmenbedingungen nicht zu den fünf am häufigsten genannten Hemmnissen zählen (Kirchherr et al., 2018).

3.5.3 Organisationelle Barrieren

Die Unternehmenskultur und -strategie beeinflussen die zirkulären Maßnahmen innerhalb eines Unternehmens maßgeblich. Hierarchische Strukturen und Silodenken stellen oft ein Hindernis dar. Obwohl die Zirkularität in den Umweltabteilungen präsent ist, findet sie in den normativen Entscheidungsprozessen weniger Beachtung. Die Kreislaufwirtschaft spielt in den Finanzabteilungen und den damit verbundenen strategischen Entscheidungsprozessen sowie in der abteilungsübergreifenden Zusammenarbeit lediglich eine untergeordnete Rolle (Guldmann & Huulgaard, 2020; Kirchherr et al., 2018). Unternehmen sind weiterhin von traditionellen linearen Geschäftsmodellen abhängig und Forschungs- und Entwicklungsausgaben werden

dorthin allokiert, wo klare wirtschaftliche Vorteile zu erzielen sind (Tura et al., 2019). Daraus ergibt sich ein Mangel an Erfahrung mit neuen zirkulären Geschäftsmodellen und den damit verbundenen operativen Implikationen (Geissdoerfer et al., 2023). Diese nachteiligen Einflussfaktoren werden teilweise durch eine unzureichende Unterstützung der obersten Führungsebene verstärkt (Geissdoerfer et al., 2023). Alle genannten Faktoren führen dazu, dass das Wissen über die Kreislaufwirtschaft in Unternehmen begrenzt ist (Guldmann & Huulgaard, 2020; Rizos et al., 2016).

3.5.4 Stakeholder Barrieren

Das Verhalten der Endverbraucher wird einhellig als ein wesentliches Hindernis für die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft genannt. Mont et al. erwähnten bereits 2017 das mangelnde Bewusstsein der Verbraucher für zirkuläre Angebote und Missverständnisse hinsichtlich der Aufarbeitung, Wiederverwendung oder Instandhaltung. Vor dem Hintergrund der Ausführungen von Geissdoerfer et al. aus dem Jahr 2023 stellt das Verhalten der Endverbraucher weiterhin ein Hemmnis dar. Die Autoren führen aus, dass der Erschwinglichkeit nach wie vor eine höhere Priorität eingeräumt wird als der Nachhaltigkeit (Geissdoerfer et al., 2023). Das mangelnde Bewusstsein der Endverbraucher für zirkuläre Produkte wird auch in einer Vielzahl weiterer Studien konstatiert (Ranta, Aarikka-Stenroos, Ritala & Mäkinen, 2018; Rizos et al., 2016; Vermunt et al., 2019). Diese Zurückhaltung der Konsumenten gegenüber zirkulären Angeboten ist unter anderem auf Unwissenheit zurückzuführen. Vermunt et al. (2019) erwähnen in diesem Zusammenhang, dass Kunden an ein „Kauf-und-Besitz-System“ gewöhnt sind und Leasingkonzepte nicht verstehen.

Im Kontext der Verfügbarkeit von Sekundärrohstoffen entlang der Lieferkette stellt die Kontinuität der Versorgung eine zusätzliche Hürde dar. Unregelmäßigkeiten hinsichtlich der Menge und des Zeitpunkts der Belieferung führen zu Unsicherheit bei Unternehmen (Vermunt et al., 2019). Herausforderungen ergeben sich außerdem im Rahmen der Zusammenarbeit mit Kunden, da die logistischen Anforderungen für eine Rücknahmelogistik eine hohe Komplexität aufweisen (Geissdoerfer et al., 2023). Sowohl in der Interaktion mit Lieferanten als auch mit Kunden empfinden Unternehmen eine mangelnde Unterstützung bei der Umsetzung der Kreislaufwirtschaft (Rizos et al., 2016; Tura et al., 2019).

3.5.5 Technologische Barrieren

Technologische Barrieren lassen sich im Bereich der Produktentwicklungsprozesse verorten. In diesem Zusammenhang wird unter anderem erwähnt, dass sich recycelte Produkte anders als Primärprodukte verhalten und daher Anpassungen in der Einrichtung von Maschinen erfordern

(Vermunt et al., 2019). Hinzu kommt, dass die geringe Homogenität der Erzeugnisse die Handhabung der Materialströme erschwert (Tura et al., 2019). Diese technologischen Herausforderungen führen zu Sicherheitsbedenken bei den Akteuren (Wrålsen et al., 2021). Zudem befinden sich Betriebe häufig in einem ambivalenten Spannungsfeld zwischen Maßnahmen zur Erhöhung der Wiederverwendbarkeit bei gleichzeitiger Verkürzung der Produktlebensdauer (Geissdoerfer et al., 2023). Obgleich die skizzierten Barrieren die Unternehmen vor Herausforderungen stellen, zeigen Kirchherr et al. (2018) in ihrer Studie, dass die technologischen Hürden von untergeordneter Relevanz und Lösungen vielfach verfügbar sind.

3.6 Innovationen der Kreislaufwirtschaft

Der Übergang von einem linearen zu einem zirkulären Geschäftsmodell geht mit tiefgreifenden Veränderungen einher. Entsprechende Umsetzungsstrategien implizieren eine neue Art des Wirtschaftens und erfordern ein Umdenken in den Unternehmen (Bocken et al., 2016). Zu den zentralen Zielen zählen nachhaltige Geschäftsmodelle, geschlossene Wertschöpfungskreisläufe oder umweltschonende Produktkonzeptionen (Mendoza et al., 2017). Um das Ausmaß der Ressourcenknappheit zu bewältigen, müssen nicht nur die Inputs minimiert, sondern auch die Outputs gravierend verändert werden (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Für viele Unternehmen stellt das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen eine Herausforderung dar. Dieser kann vor allem durch die Entwicklung und Implementierung von Innovationen begegnet werden (Rashid et al., 2013; Witjes & Lozano, 2016). Zur Realisation von Zirkularität sind sowohl inkrementelle als auch radikale Innovationen von Bedeutung (Cainelli et al., 2020).

Aus diesem Grund werden im Folgenden Innovationsmöglichkeiten zur Erreichung einer Kreislaufwirtschaft in den Segmenten Geschäftsmodell, Produkt und Prozess erläutert. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die jeweiligen Inhalte nicht trennscharf differenziert und somit nicht zweifelsfrei klassifiziert werden können. Das Gesamtverständnis wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt, obgleich auch andere Zuordnungen denkbar wären.

3.6.1 Geschäftsmodellinnovationen

Das Geschäftsmodell eines Unternehmens beschreibt das Grundprinzip, wie eine Organisation Werte schafft, bereitstellt und generiert (Osterwalder & Pigneur, 2010). In der originären Ausführung von Osterwalder und Pigneur (2010) umfasst das Geschäftsmodell die folgenden neun Bestandteile: Kundensegmente, Leistungsversprechen, Vertriebswege, Kundenbeziehungen, Einnahmequellen, Schlüsselressourcen, Schlüsselaktivitäten,

Schlüsselpartnerschaften und Kostenstrukturen. Eine derart detaillierte Analyse ist im Rahmen dieser Dissertation jedoch zu umfangreich. Aus diesem Grund berücksichtigt der Verfasser die populäre Subsumierung in die Dimensionen Wertversprechen, Wertschöpfung und -übermittlung sowie Wertgenerierung (Lauten-Weiss & Ramesohl, 2021; Lüdeke-Freund et al., 2019; Osterwalder & Pigneur, 2010). In diesem Zusammenhang können Innovationen sowohl bedeuten, dass ein neues Geschäftsmodell entwickelt wird, als auch dass das bestehende lediglich in Teilen rekonfiguriert wird (Zott & Amit, 2010).

Eine nachhaltige Geschäftsmodellinnovation impliziert, dass signifikant positive oder deutlich reduzierte negative Auswirkungen auf die Umwelt erzielt werden. Dies erfolgt durch eine Veränderung der Art und Weise, wie Organisationen und ihr Wertschöpfungsnetzwerk Werte schaffen, liefern und erzielen (Bocken et al., 2014).

Ein zirkuläres Geschäftsmodell ist eine Variante eines nachhaltigen Geschäftsmodells (Adams et al., 2016). Anstatt ausschließlich durch neue Ressourcen Werte zu schöpfen, werden die Langlebigkeit und Qualität von Erzeugnissen selbst zum Werttreiber (Lauten-Weiss & Ramesohl, 2021). Das übergeordnete Ziel einer zirkulären Geschäftsmodellinnovation besteht darin, dass Unternehmen Werte generieren, indem sie Ressourcen in mehreren Kreisläufen nutzen und Abfall und Verbrauch reduzieren (Bocken et al., 2016; Lüdeke-Freund et al., 2019). In diesem Zusammenhang trifft die Definition von Linder und Williander (2017) besonders zu. Sie lautet wie folgt:

> *"We define a circular business model (CBM) as a business model in which the conceptual logic for value creation is based on utilizing economic value retained in products after use in the production of new offerings. Thus, a circular business model implies a return flow to the producer from users, though there can be intermediaries between the two parties. The term circular business model therefore overlaps with the concept of closed-loop supply chains, and always involves recycling, remanufacturing, reuse or one of their sibling activities (e.g. refurbishment, renovation, repair)."* (Linder & Williander, 2017, S.2)

Der Kern von zirkulären Geschäftsmodellen liegt in der Symbiose aus Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. In einem idealen Zustand verbinden Unternehmen zirkuläre Wertschöpfungsaktivitäten mit unternehmerischen Chancen, um sowohl ökologischen als auch wirtschaftlichen Wert zu generieren (Padalkina et al., 2023). Es ist darüber hinaus anzumerken, dass jedes Geschäftsmodell sowohl lineare als auch zirkuläre Aspekte beinhalten kann (Lewandowski, 2016).

3.6.1.1 Wertgenerierung

Im wissenschaftlichen Kontext der Kreislaufwirtschaft steht die Vermarktung von Lösungen oder Funktionalitäten im Vordergrund, wobei das spezifische Produkt in den Hintergrund tritt (Centobelli et al., 2020; Ellen MacArthur Foundation, 2013; Laubscher & Marinelli, 2014; Nasiri et al., 2018; Parida & Wincent, 2019). In einem zirkulären Geschäftsmodell bleiben die Produzenten Eigentümer der Erzeugnisse und die Nutzer bezahlen lediglich für die Verwendung (Lüdeke-Freund et al., 2019). Das Konzept des Nutzers ersetzt daher das Paradigma des Konsumenten (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Die Bezahlsysteme können auf Nutzung oder Ergebnisse ausgerichtet sein und verschiedene Modelle wie Miet-, Leasing- oder pay-as-you-use-Modelle umfassen (Tunn et al., 2019).

Rückführungssysteme stellen eine zusätzliche Variante dar, bei der Produkte am Ende der jeweiligen Nutzungsdauer wieder zum Hersteller zurückgeführt werden, um durch Aufbereitung oder andere Tätigkeiten wiederverwendet und erneut monetarisiert zu werden (Ding et al., 2023). Ein Beispiel hierfür ist die Kaskadennutzung, bei der Inhaltsstoffe oder Produktbestandteile in divergierenden Wertschöpfungsstufen erneut genutzt werden. Produzenten können folglich mit denselben Produkten mehrere Wertgenerierungszyklen ermöglichen (Lewandowski, 2016; Lüdeke-Freund et al., 2019).

Eine weitere Option stellt ein „Premium-Ertragsmodell“ dar, bei welchem Unternehmen für eine besonders lange Lebensdauer höhere Preise verlangen (Lüdeke-Freund et al., 2019) (Lüdeke-Freund et al., 2019). Zusätzlich können Erträge erwirtschaftet werden, wenn Unternehmen in Ergänzung zum jeweiligen Produkt Dienstleistungen anbieten, welche die Produktlebenszeit verlängern. Dazu zählen zum Beispiel Serviceleistungen zur Instandhaltung (Lüdeke-Freund et al., 2019; Mendoza et al., 2017).

3.6.1.2 Wertversprechen

Das Wertversprechen eines Unternehmens umfasst die angebotenen Produkte und Serviceleistungen und ist daher nur unzureichend von der Produktinnovation zu differenzieren (Lüdeke-Freund et al., 2019; Osterwalder & Pigneur, 2010).

Im Rahmen der Kreislaufwirtschaft wird in diesem Kontext unter anderem der Übergang von Erzeugnissen zu Funktionalitäten und Serviceangeboten verstanden (Bocken et al., 2016; Ghisellini et al., 2016). Hierbei wird der Zugang zu den Produkten ermöglicht, ohne dass die Eigentümereigenschaft übertragen wird (Lewandowski, 2016). Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die fehlende Eigentümereigenschaft in einigen Studien dazu führte, dass

Konsumenten mit Materialien weniger verantwortungsvoll umgegangen sind und somit sogar negative Umweltauswirkungen die Folge waren (Scheepens et al., 2016).

Unternehmen können darüber hinaus auch innovative Wege finden, um die Ressourceneffizienz bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen zu erhöhen, Abfall zu reduzieren und den Lebenszyklus zu verlängern (Padalkina et al., 2023). Eine Möglichkeit hierfür ist die kollaborative Verwendung spezifischer Erzeugnisse, etwa durch Sharing- oder Pooling-Lösungen. Dadurch kann mit weniger Produkten der gleiche Nutzen gestiftet werden (Lewandowski, 2016).

Darüber hinaus ist ein zentraler Aspekt das Versprechen von verlängerten Produktlebenszyklen, sowohl aufgrund gesteigerter Qualität als auch durch Wartungs- und Wiederaufbereitungstätigkeiten (Bakker et al., 2014; Planing, 2015). Hierzu zählen unter anderem Angebote wie Reusing, Recycling oder Remanufacturing (Lewandowski, 2016).

3.6.1.3 Wertschöpfung und -übermittlung

Dieser Aspekt bezieht sich auf die Aktivitäten und Ressourcen, mit denen Unternehmen Werte schaffen und verfügbar machen. Ein elementarer Bestandteil sind Rückführungssysteme mit Vorlieferanten oder Kunden (Bocken et al., 2016). Diese werden durch Demontage, Transport, Reinigung, Inspektion, Sortierung, Wiederaufbereitung und Wiederzusammenbau der zurückgeführten Materialien realisiert (Lieder & Rashid, 2016). Im Anschluss erfolgt entweder der erneute Verkauf der Produkte oder ihre Rückführung in den Produktionsprozess, um erneut Werte zu generieren (Lüdeke-Freund et al., 2019).

Die Transformation originärer Geschäftsabläufe (Produktion – Konsum – Abfall) in Richtung einer Kreislaufwirtschaft (Produktion – Konsum – Wiederverwendung) erfordert die Zusammenarbeit vieler Stakeholder (Laurenti et al., 2018). Hieraus ergibt sich, dass Kollaborationen mit externen Partnern einen wesentlichen Beitrag zur Implementierung zirkulärer Geschäftsmodelle leisten können (Bocken et al., 2016; Geissdoerfer et al., 2018; Guldmann & Huulgaard, 2020; Laubscher & Marinelli, 2014; Parida & Wincent, 2019). Auf diese Weise ist es möglich, Kernressourcen anderer Organisationen zu nutzen und in die eigenen Abläufe zu integrieren. Zum Beispiel kann das Recycling von bestimmten Materialien in spezialisierten Firmen durchgeführt werden (Lewandowski, 2016). Darüber hinaus sind innerhalb eines Unternehmens ebenfalls neue Formen der Zusammenarbeit erforderlich, indem etwa die Bereiche Produktentwicklung, Produktion, Vertrieb und Kundendienst gemeinsam an entsprechenden Systemen arbeiten (Geissdoerfer et al., 2018).

In der Produktion wird darauf abgezielt, dass in der Herstellung derselben Erzeugnisse weniger Rohstoffe benötigt werden (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Außerdem sollen Maßnahmen ergriffen werden, um die Nutzungsdauer von Produkten zu verlängern (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Die erwähnte Kaskadennutzung ermöglicht die Wiederverwendung von Inhaltsstoffen in anderen Wertschöpfungsstufen (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Schließlich lassen regenerative oder vollständig geschlossene Kreisläufe den dauerhaften Verbleib bestimmter Ressourcen im Verwendungszyklus zu. Zusammenfassend steht die Maximierung der Materialproduktivität im Mittelpunkt (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Eine weitere Möglichkeit stellt das Konzept „bring your own device“ dar. Ein entsprechendes Vorgehen beinhaltet, dass Nutzer eigene Geräte verwenden, um den Zugang zu Leistungen zu erhalten, wodurch die Herstellung neuer Produkte obsolet wird (Lewandowski, 2016).

3.6.2 Prozessinnovationen

Prozessorientierte Innovationen spielen bei der Implementierung der Kreislaufwirtschaft eine wichtige Rolle, insbesondere bei der Reduzierung von Abfall (Nascimento et al., 2019). In diesem Zusammenhang ist vor allem die Substitution von umweltbelastenden Produkten durch recycelbare oder bereits recycelte Materialien ein zentrales Element (Laubscher & Marinelli, 2014; Lewandowski, 2016; Mendoza et al., 2017; Tunn et al., 2019).

Um die Produktionsprozesse nachhaltiger zu gestalten, sollten fossile Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt werden (Bocken et al., 2014; Centobelli et al., 2020; Mendoza et al., 2017). Während der Produktion gilt es, Verschwendungen in Form von Verschüttung, Überhitzung oder Leckagen zu minimieren (El-Haggar, 2007; Mendoza et al., 2017). Eine Verbesserung des Planungsprozesses ist zielführend, um optimale Bedingungen wie Temperatur, Druck, Wasserstand oder Zeit zu gewährleisten (El-Haggar, 2007). Hierbei nimmt die Digitalisierung eine besondere Rolle ein, indem Produktdaten aus dem Produktionsprozess valide Erfahrungswerte zur Steigerung der Prozessqualität darstellen (Antikainen et al., 2018).

Neben diesen konkreten Anwendungsmöglichkeiten gibt es digitale Entwicklungen, deren Nutzen für die Kreislaufwirtschaft Gegenstand weiterer Untersuchungen sein sollte. Dazu zählt zum Beispiel das Cloud-Manufacturing, bei dem mehrere Firmen auf eine gemeinsame Datenplattform zugreifen können und somit verbesserte Erkenntnisse für eine effizientere Produktion gewinnen (Centobelli et al., 2020).

Ein weiterer Aspekt beleuchtet die Option zur Verbesserung der Supply-Chain. Das Internet der Dinge ermöglicht eine optimierte Überwachung, Analyse und Kontrolle der Produkteigenschaften und des Produktlebenszyklus durch die tagesaktuelle Sammlung von

Produktdaten durch Chips (Da Xu et al., 2014). Ein zentraler Gesichtspunkt ist in diesem Kontext die Erfassung der Inhaltsstoffe eines Erzeugnisses, um die Analyse und Wiederaufbereitung von Abfällen zu verbessern (Wilts & Berg, 2017). Die Daten des Chips zeigen zudem, welche externen Partner in der Lieferkette beteiligt waren (Kantola et al., 2016). Chips verbessern des Weiteren die Rückverfolgbarkeit von Produkten und unterstützen damit die Umsetzung von Rücknahmesystemen (Akter & Wamba, 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2013; Lopes de Sousa Jabbour et al., 2018; Marconi et al., 2019).

3.6.3 Produktinnovationen

Geplante Obsoleszenz hat es den Unternehmen ermöglicht, über lange Zeiträume Gewinne zu steigern, indem die Verbraucher zu Neuanschaffungen gezwungen wurden. Die Kreislaufwirtschaft strebt jedoch nach einem Paradigmenwechsel und damit einhergehend nach neuen Produktstrategien. Zusammenfassend verfolgt die Kreislaufwirtschaft das Ziel, Produkte oder Komponenten so lange wie möglich im Verwendungskreislauf zu halten, um die Obsoleszenz zu verzögern (Hollander et al., 2017). Das nachgelagerte Bestreben ist es, Recycling- und Wiederaufbereitungsszenarien zu ermöglichen, wenn die Überalterung einsetzt (Hollander et al., 2017). Daraus ergeben sich unterschiedliche Ansätze, die im Folgenden erläutert werden.

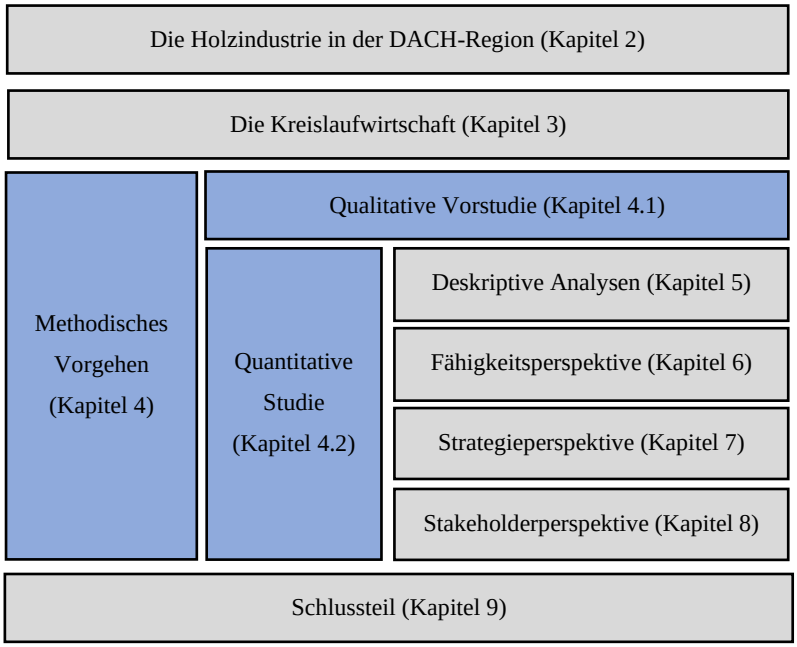
Substanzielle Effekte werden durch eine Verlängerung des Produktlebenszyklus erzielt (Bocken et al., 2016; Bressanelli et al., 2019; Hollander et al., 2017). Dementsprechende Ergebnisse werden bewirkt, wenn die physikalische Lebensdauer langsamer abnimmt als bei vergleichbaren Erzeugnissen (Hollander et al., 2017). Insgesamt führt dies zu einer Reduktion des Rohstoffeinsatzes (Bocken et al., 2016). Eine besondere Rolle spielen diesbezüglich Inhaltsstoffe, die einen langen Lebenszyklus gewährleisten, sowie ein Produktdesign, welches auch bei intensiver Verwendung funktionsfähig bleibt (Bocken et al., 2016). Wenngleich eine maximale Lebensdauer aus kreislaufwirtschaftlicher Perspektive den größten Nutzen suggeriert, sollte dennoch der optimale Lebenszyklus betrachtet werden. Dieser Zustand ist erreicht, wenn die Umweltauswirkungen der Nutzung den inhärenten Auswirkungen eines energieeffizienteren Ersatzprodukts entsprechen (Bakker et al., 2014).

Darüber hinaus zielen Innovationen vielfach darauf ab, die Recyclingfähigkeit von Materialien zu verbessern (Bocken et al., 2016; Hollander et al., 2017). Konzeptionen und Konstruktionen, die eine Demontage ermöglichen, stellen eine unabdingbare Grundvoraussetzung dar (van den Berg & Bakker, 2015). Dies wird unter anderem durch simplifizierte Designs und die Verwendung möglichst einheitlicher und unbedenklicher Inhaltsstoffe erreicht (van den Berg & Bakker, 2015). Bei diesem Denkmuster sollen die Bestandteile eines Erzeugnisses in ihren

natürlichen Kreislauf zurückgeführt werden, ohne dabei die Umwelt zu schädigen. Dem Produktentwickler obliegt daher eine große Verantwortung, indem bereits bei der Planung bedacht werden sollte, welche Inhaltsstoffe ein nachgelagertes Recycling ermöglichen (Hollander et al., 2017). Produkte für eine spätere Nutzung zu standardisieren oder zu modularisieren, verbessert die Recyclingfähigkeit (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Lewandowski, 2016; van den Berg & Bakker, 2015). Das Cradle-to-Cradle Zertifikat ist eine konzertierte Möglichkeit, um die Recyclingfähigkeit eines Produktes zu illustrieren. Es unterstreicht die Materialeffizienz, indem bestätigt wird, dass Produkte vollständig wieder in den natürlichen Kreislauf zurückgeführt werden können (Mendoza et al., 2017). Inspirationen für die Entwicklung kreislauforientierter Erzeugnisse – wie etwa Bionik oder „Nature Inspired Design (NID)“ – stammen regelmäßig aus der Natur (Pauw et al., 2015; Pauw et al., 2010).

4 Methodisches Vorgehen

Der methodische Ablauf dieser Dissertation gliedert sich in zwei aufeinander aufbauende Teile. Zu Beginn des Forschungsvorhabens wurde eine qualitative Vorstudie durchgeführt (4.1). Dabei wurden Experteninterviews mit verschiedenen Vertretern der Holzindustrie organisiert, um ein besseres Verständnis der Kreislaufwirtschaft zu erlangen. In den Interviews wurden die Motivation, Innovationen, Umsetzungsprozesse, Ziele und Hemmnisse bei der Implementierung von Zirkularität diskutiert. Die Ergebnisse dienten als Ausgangspunkt für die quantitative Untersuchung (4.2). Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt, der den Grad der Zirkularität des Geschäftsmodells misst. In diesem Abschnitt werden der Fragebogen, die Stichprobe, die abhängige Variable und die Kontrollvariablen vorgestellt. Dieses Forschungsdesign dient als Ausgangspunkt für die folgenden Analysen im weiteren Verlauf dieser Arbeit, in welchem lediglich zusätzliche unabhängige Variablen hinzugefügt werden.



4.1 Qualitative Vorstudie

Mit dem Ziel, ein besseres Verständnis für die Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie zu entwickeln, führte der Verfasser der Dissertation zwischen dem 08.06.2021 und dem 10.07.2021 elf Experteninterviews. Aufgrund der räumlichen Trennung wurden die Gespräche in Form von Videokonferenzen auf Basis der Plattformen Teams oder Zoom umgesetzt. Um sicherzustellen, dass alle relevanten Inhalte abgedeckt werden und eine spätere Vergleichbarkeit der Gespräche gewährleistet ist, wurden teilstandardisierte Interviews mithilfe eines Gesprächsleitfadens durchgeführt. Diese Form der Gesprächsführung eignet sich vor allem, wenn nur wenige Informationen zu einem bestimmten Themenbereich vorliegen, und stellt eine weitverbreitete Untersuchungsmethode dar (Helfferich, 2014). Die Interviews dauerten zwischen 35 und 75 Minuten. Die darauffolgende Transkription erfolgte in Anlehnung an Rädiker und Kuckartz (2019). Die Aufbereitung und Kodierung fand unter Zuhilfenahme der Software MAXQDA 2020 statt.

4.1.1 Erstellung des Fragebogens

Die Experteninterviews wurden durchgeführt, um das Verständnis für die Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie zu vertiefen. Im Rahmen der Vorstudie wurde besondere Aufmerksamkeit darauf gerichtet, dass die Experteninterviews als Grundlage für die Erstellung eines quantitativen Fragebogens fungieren. Diese folgende quantitative Studie soll Antworten auf die Forschungsfrage liefern, wie Zirkularität in den Geschäftsmodellen implementiert wird. Um dafür zielgerichtete Fragen entwickeln zu können, wurde in den Experteninterviews eruiert, welche konkreten zirkulären Aktivitäten in den Unternehmen geplant oder umgesetzt werden und welche Treiber dafür notwendig sind. Das Ziel war es, zu verstehen, was Zirkularität in der Holzindustrie bedeutet und welche Innovationen die Umsetzung ermöglichen.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich Implementierungsindikatoren ableiten, die in Form von Aktivitäten oder Prozessen in einer quantitativen Studie abgefragt werden können, um den Grad der Zirkularität eines Unternehmens zu quantifizieren. Darüber hinaus wurden die dafür erforderlichen Kompetenzen ermittelt sowie die Ziele der Kreislaufwirtschaft analysiert.

Deduktive Kategorien wurden aus den Zielen und der vorangegangenen Literaturrecherche relevanter Fachzeitschriften und wissenschaftlicher Publikationen abgeleitet. Die Kategorien wurden in Anlehnung an Mayring sowohl für die Erstellung des Leitfadens als auch für die qualitative Auswertung maßgeblich entwickelt (Mayring, 1991).

Zu den Kategorien zählen die in den Tabellen 4.1 und 4.2 dargestellten Inhalte.

Tabelle 4.1 Kategorien für Experteninterviews mit Unternehmensvertretern

Kategorie	Frage
Motivation	Warum setzen Sie kreislauforientierte Innovationen um? Durch welche Entwicklungen wurden Sie dabei beeinflusst? Wie werden sich Ihre Initiativen in der Zukunft entwickeln? Warum kommen Sie zu dieser Prognose?
Innovation	Welche Innovationen werden in Ihrem Unternehmen umgesetzt, um Zirkularität zu erreichen? - Im Bereich Produktinnovation - Im Bereich der Prozessinnovation - Im Bereich der Geschäftsmodellinnovation
Umsetzung	Wie sind die Ideen zur Umsetzung entstanden? Welche Grundvoraussetzungen und Kompetenzen befähigen Sie zur Umsetzung? Wie wollen Sie die Umsetzung in der Zukunft weiter vorantreiben?
Ziele	Welche Effekte erhoffen Sie sich von diesen Innovationen?

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 4.2 Kategorien für Experteninterviews mit Wissenschaftlern

Kategorie	Frage
Motivation	Es erweckt den Eindruck, dass sich Unternehmen unterschiedlich intensiv mit Aspekten der Kreislaufwirtschaft auseinandersetzen. Was sind aus Ihrer Sicht Gründe dafür, dass Firmen kreislauforientierte Innovationen umsetzen? Haben Sie in den letzten drei Jahren eine Zunahme feststellen können? Falls Ja, was sind mögliche externe Entwicklungen, die zu dieser Zunahme geführt haben? Aus welchen Gründen beschäftigen sich Firmen nicht mit einer Umsetzung kreislauforientierter Innovationen?
Innovation	Welche Innovationen werden in Unternehmen der Holzindustrie umgesetzt, um Zirkularität zu erreichen? - Im Bereich Produktinnovation - Im Bereich der Prozessinnovation - Im Bereich der Geschäftsmodellinnovation
Ziele	Welche Effekte erhoffen sich die Unternehmen von diesen Innovationen?

Quelle: Eigene Darstellung

4.1.2 Auswahl der Interviewpartner

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte auf Basis einer Recherche in Fach- und Branchenzeitschriften sowie einer gezielten Online-Analyse. Dabei wurde besonders auf die Schlagworte „Kreislaufwirtschaft“, „Zirkularität“, „Circular Economy“ und „Recycling“ geachtet. Das Ziel war es, Unternehmen zu identifizieren, die bereits Expertise im Bereich der Kreislaufwirtschaft aufweisen, um Antworten auf die zuvor definierten Fragestellungen zu erhalten. Darüber hinaus wurde angestrebt, neben Unternehmensvertretern auch Repräsentanten aus der Wissenschaft für ein Gespräch zu gewinnen. Letztlich wurden 15 Personen für ein Interview angefragt, von denen elf zusagten. Unter den Interviewpartnern befinden sich acht Unternehmensvertreter, zwei Wissenschaftler und ein Verbandsrepräsentant.

Bei den Unternehmensvertretern sind zwei Personen als Geschäftsführer, zwei Personen als Vertriebsleiter und vier Personen als Nachhaltigkeitsbeauftragte tätig. Ein befragter Wissenschaftler leitet einen Lehrstuhl für Holzwissenschaften und ein weiterer Wissenschaftler agiert als Geschäftsführer eines Forschungs- und Prüfinstituts für Holz. Der interviewte Verbandsvertreter ist Geschäftsführer eines relevanten Branchenverbands der Holzindustrie.

Tabelle 4.3 Interviewpartner der qualitativen Befragung

Interviewpartner	Position	Tätigkeitsfeld	Interviewlänge
1	Vertriebsleiter	Holzindustrie	00:44:44
2	Geschäftsführer	Holzindustrie	00:23:44
3	Nachhaltigkeitsbeauftragter	Holzindustrie	00:39:16
4	Geschäftsführer	Holzindustrie	00:31:16
5	Geschäftsführer	Holzforschung	00:45:12
6	Leiter Lehrstuhl	Holzforschung	00:54:16
7	Geschäftsführer	Branchenverband	00:39:30
8	Vertriebsleiter	Holzindustrie	00:47.49
9	Nachhaltigkeitsbeauftragter	Holzindustrie	00:47:47
10	Nachhaltigkeitsbeauftragter	Holzindustrie	01:15:10
11	Nachhaltigkeitsbeauftragter	Holzindustrie	00:35:38

Quelle: Eigene Darstellung

4.1.3 Strukturierte Inhaltsanalyse

Die Inhaltsanalyse orientiert sich an den zuvor gebildeten Kategorien. In den Interviews hat sich herausgestellt, dass der Gesprächsverlauf zusätzlich Antworten auf die spezifischen Hindernisse zur Erreichung einer Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie ermöglicht, sodass eine weitere Kategorie induktiv gebildet wurde.

4.1.3.1 Kategorie 1 – Motivation

Die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft lässt sich durch ökonomische, ökologische sowie strategische und kulturelle Aspekte begründen.

Die strategischen und kulturellen Faktoren internalisieren Inhalte, welche mit den normativen Strukturen der Unternehmen in Verbindung stehen. Sowohl Interviewpartner 1 als auch Interviewpartner 2 argumentieren, dass die Orientierung an Nachhaltigkeitszielen einen Wunsch der Unternehmerfamilie darstellt und somit fest in der Firmenphilosophie verankert ist. Interviewpartner 1 betont, dass sich das Unternehmen an den 17 United Nations (UN) Nachhaltigkeitszielen orientiert und den Umgang mit Partnern und Produkten danach ausrichtet.

> *„Wir orientieren uns eigentlich an den 17. UN-Nachhaltigkeitszielen. Das ist unser Leitfaden. Da geht alles drin auf“* (I1).

Im Bereich der ökologischen Effekte führt Gesprächspartner 3 an, dass alle Unternehmen am Thema CO2-Senke und der Reduzierung von Klimaschäden beteiligt sein müssen. Dabei sei Holz als Kohlenstoffspeicher ein besonders geeignetes Material. Er artikuliert, dass es eine Überzeugung des Unternehmens darstellt, Holz so lange wie möglich im stofflichen Kreislauf zu halten, bevor es schließlich thermisch verwertet wird. Er bringt explizit zum Ausdruck, dass Unternehmen einen Nachhaltigkeitsbeitrag leisten müssen.

Die meisten Aussagen konzentrieren sich auf ökonomische Aspekte. Ein inhärenter Faktor ist die befürchtete Ressourcenknappheit in der Holzindustrie und das damit verbundene Ziel, Versorgungssicherheit zu erreichen. Experte 4 erläutert, dass das Unternehmen sich durch Zirkularität erhofft, eine weitere Ressource zu schaffen, um nicht nur auf den Wald und die Sägewerke angewiesen zu sein. Ergänzend kann die Aussage des Interviewpartners 6 hinzugezogen werden. Dieser erklärt, dass in den letzten Jahren die Erkenntnis entstanden ist, dass die Produktion durch Frischholz nicht garantiert werden kann. Interviewpartner 7 beschreibt eine steigende Nachfrageentwicklung, gepaart mit einer politisch geförderten Flächenstilllegung, die seiner Meinung nach zu einer Reduzierung der Ressource Holz führen wird. Interviewpartner 8 teilt die Befürchtung einer Ressourcenknappheit. Er erklärt ergänzend,

dass sich aufgrund verändernder Witterungsbedingungen die Rohwarenqualität verschlechtert und Re-Use-Verfahren daher eine qualitative Alternative darstellen.

Bei den Interviewpartnern 2, 7 und 9 spielen zudem finanzielle Gründe eine zentrale Rolle. Interviewpartner 2 sieht es als evident an, dass zirkuläre Prozesse mittelfristig dazu führen, den eigenen CO2-Fußabdruck zu reduzieren und somit weniger Emissionen kompensiert werden müssen. Währenddessen konstatieren Gesprächspartner 7 und 9 steigende Rohholzpreise, wodurch recycelte Produkte aus finanziellen Gesichtspunkten attraktiver werden.

Market-Pull-Effekte werden bisher ausschließlich von Interviewpartner 4 attestiert. Sein Unternehmen bedient regelmäßig Kunden aus den Niederlanden, welche bei diesem Thema spürbar progressiver agieren. Der Restwert eines Gebäudes ist in den Niederlanden ein wichtiges Kriterium im Rahmen der Immobilienfinanzierung, sodass Investoren das Modell der Kreislaufwirtschaft weiter vorantreiben.

> *„Aber unsere Nähe zu den Niederlanden, insbesondere unsere Aktivitäten in den Niederlanden, von denen kam dann die Zirkularitätswelle. Wir sind in der Mitte und haben das dann im Prinzip eher aufgesaugt. Aus den Niederlanden, teilweise auch aus Norwegen oder den Ländern da oben. Aber das ist im Prinzip der Weg, wie wir darangekommen sind. Das ist insbesondere über einzelne Projekte gelaufen.“* (I4)

Die Experten 4 und 5 ergänzen, dass staatliche Regulierungen in Zukunft einen stärkeren Druck entfalten werden, insbesondere im Kontext des Grünen Deals und der EU-Taxonomie-Verordnung. Die Interviewpartner vermuten, dass sich regulative Eingriffe erst am Anfang befinden, weiter ausgebaut werden und somit starken Druck auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ausüben werden.

4.1.3.2 Kategorie 2 – Innovationen

Die Innovationen, welche die Implementierung der Kreislaufwirtschaft ermöglichen, lassen sich in Geschäfts-, Prozess- und Produktinnovationen unterteilen, wenngleich eine trennscharfe Abgrenzung aufgrund inhaltlicher Überschneidungen nicht möglich ist.

Prozessinnovationen

Prozessinnovationen beinhalten neue Rücknahmemodelle zur Wiedergewinnung bereits genutzter Produkte, wie von Interviewpartner 1 und 4 beschrieben. Interviewpartner 4 geht sogar so weit, dass gegenüber den Kunden Rücknahmeverpflichtungen eingegangen werden. In diesen Fällen muss der Gebäudeeigentümer 12 Monate vorher ankündigen, dass das Gebäude zurückgebaut werden soll. Die Bauteile werden anschließend zwischengelagert und in der

gleichen oder einer modifizierten Form wiederverwendet. Das Ziel von Interviewpartner 4 ist es, dass im Zusammenwirken mit Banken Wohngebäude in der Zukunft auch vermietet oder verleast werden können. Interviewpartner 5 geht davon aus, dass es in der Zukunft Unternehmen geben wird, die sich auf den Rückbau und die Zwischenlagerung der zurückgewonnenen Produkte spezialisieren werden. Interviewpartner 11 bestätigt die Einführung von Rücknahmeprozessen. Das Unternehmen ist bodenständig gestartet, indem es Big-Packs an die Kunden verteilte und mithilfe von Speditionen einsammelte. Zu Beginn wurden die Daten sogar in einer Excel-Tabelle verwaltet, um schnell Erfahrungen zu sammeln. Mittlerweile hat jedoch eine Migration in ein SAP-System stattgefunden. Trotz der spürbaren Weiterentwicklung erklärt Interviewpartner 11, dass die Rücknahmeprozesse in der Breite bisher nicht umsetzbar sind und finanziell noch keinen Ertrag abwerfen. In der Zukunft möchte sich das Unternehmen dennoch in diesem Segment positionieren.

> *„Im Moment kostet uns das System Geld. Das muss man ganz klar sagen. Wir verdienen mit diesen wunderbaren Rohmaterialien gar nichts. Wir geben noch was mit. Weil wir aber glauben, das ist die Zukunft, und wir wollen uns dort positionieren.“* (I11)

Innovationen in der Produktion können dazu beitragen, zirkuläre Ansätze in der Arbeitsvorbereitung oder im Umgang mit wiedergewonnenen Materialien zu fördern. Durch den Einsatz von digitalen Planungsprogrammen und 3D-Modellen wurde zum Beispiel die Arbeitsvorbereitung des Experten 9 optimiert. Dadurch wird die zusammenhängende Fertigung mehrerer Aufträge mit gleichen oder ähnlichen Teilen ermöglicht. Die Maschine kann somit eine Vielzahl unterschiedlicher Aufträge zeitgleich fertigen.

> *„Wir haben vor ein paar Jahren die Platten-Abbundanlage erneuern dürfen, und da haben wir einen ziemlichen Sprung gemacht und die neue Maschine kann dann auch wesentlich effizienter mit den Daten umgehen. Die alte war so ein eins zu eins Denken und jetzt haben wir so ein eins zu N denken in der Maschine, wodurch mehrere Aufträge zeitlich und parallel bearbeitet werden können.“* (I9)

Um die Potenziale der Kreislaufwirtschaft optimal zu nutzen, haben die Interviewpartner 3, 10 und 11 eigene Recyclingzentren in ihren Unternehmen errichtet. Diese Investitionen sind mit erheblichen Kosten verbunden, steigern jedoch die Eigenständigkeit der Unternehmen und ermöglichen eine zusätzliche Qualitätsverbesserung. Bereits recycelte Produkte können nochmals auf Fremdstoffe untersucht werden.

Interviewpartner 1 beschreibt die ersten Schritte zu mehr Zirkularität im Unternehmen durch kleine Mitarbeiterprojekte, wie beispielsweise die Mülltrennung im Betrieb. Interviewpartner 2 ergänzt, dass Prozesse zur Gewinnung erneuerbarer Energien implementiert wurden, wie zum Beispiel die Installation einer PV-Anlage.

Produktinnovationen

Im Bereich der Produktinnovationen illustrieren die Ausführungen der Interviewpartner, dass die Unternehmen überwiegend an einer Verlängerung der Lebensdauer der Produkte arbeiten. Diese Intention wurde in den Gesprächen mit den Experten 1, 2 und 4 konsistent hervorgehoben. Darauf aufbauend haben Interviewpartner 1, 3 und 11 erörtert, dass für die Produktionsprozesse auf nachhaltige Rohwaren und Inhaltsstoffe geachtet wird.

Ein Hauptanliegen der befragten Unternehmensvertreter bestand in der Steigerung der Ressourcen- und Materialeffizienz. Dabei geht es zum einen um die Reduzierung des Rohstoffeinsatzes durch neue Designkonzepte, zum anderen um eine verbesserte Verwertung von Nebenprodukten wie zum Beispiel Sägespänen, wie die Interviewpartner 2, 8 und 11 erläuterten.

Im Zuge des Produktdesigns wurde das „Design for Recycling“ von Interviewpartner 6 thematisiert. Dieses befindet sich in der Holzindustrie noch in einem Anfangsstadium. Materialwissenschaftlich wurde bisher versucht, ein Produkt so zu verkleben, dass es möglichst lange in seiner ursprünglichen Form erhalten bleibt. Ein Grund dafür liegt unter anderem in der Baugesetzgebung. Für die Zukunft betont der Befragte die Notwendigkeit, sich stärker mit den Verbindungselementen zu beschäftigen, um lösbare Verbindungen zu entwickeln und die Produkte recycelbar zu gestalten. Auch die Experten 8, 10 und 11 erwähnten dieses Ziel, die allesamt bereits recyclingfähige Waren vertreiben.

> *„Das ist sicherlich nicht auf ein optimales DFR, also Design for Recycling, ausgelegt. Wir forschen daran, aber wir merken auch, wie schwer das ist. Wir haben lange Zeit materialwissenschaftlich versucht, ein Bauteil, einen Träger so gut zu verkleben, so fest zu bekommen, dass er über 100 Jahre hält und ja nicht in irgendwelche Sicherheitsprobleme kommen, weil das geht ja nicht. Wir haben eine derartige normbasierte, sicherheitsbasierte und sicherheitsorientierte Baugesetzgebung. Wenn wir jetzt sagen, wir geben einen Klebstoff rein, der ist zu einem anderen Zeitpunkt wieder lösbar durch irgendwelche thermischen oder anderen Sensoren oder Impacts. Das ist in der Baugesetzgebung gar nicht verankert, dürfen wir gar nicht, oder?“* (I6)

Geschäftsmodellinnovationen

Die Interviewpartner sind sich weitgehend einig, dass eine ganzheitliche Umsetzung der Kreislaufwirtschaft Geschäftsmodellinnovationen erfordert, obwohl die Antworten in diesem Segment sehr heterogen ausfallen.

Während Gesprächspartner 4 und 8 über Miet-, Leasing- und Pay-as-you-use-Modelle nachdenken, widmet sich Interviewpartner 5 den Reparaturmöglichkeiten der verkauften Produkte.

Besonders tiefgehend waren die Ausführungen des Interviewpartners 8. Dieser sieht die Zukunft im Vertrieb in Form von Plattformmodellen. Eine Voraussetzung für die Umsetzung von Zirkularität sind robuste Partnernetzwerke, die eine effiziente Arbeitsteilung ermöglichen. Die Anforderungen hierfür erscheinen für Einzelunternehmen als zu umfangreich. Ein weiterer unabdingbarer Faktor ist die Datengenerierung und -nutzung. Diese Daten könnten zukünftig zur Entwicklung völlig neuer Geschäftsmodelle führen. Neben Informationen über die Zusammensetzung eines Bauteils wird auch die Lokation in der Zukunft eine Relevanz besitzen. Es wird vermutet, dass zukünftig zunächst das Geschäftsmodell und erst im zweiten Schritt das Produkt in den Fokus rücken wird.

4.1.3.3 Kategorie 3 – Umsetzung

Digitalisierung

Die Vielzahl der Nennungen impliziert, dass digitale Techniken für die Implementierung der Kreislaufwirtschaft substanziell sind. Zu den Detailthemen zählen digitale Abbildungen des Gebäudes in Form von 3D- oder BIM-Modellen sowie digitale Zwillinge, welche die Lokation verschiedener Materialien spezifizieren. Im Gespräch mit Interviewpartner 4 wurde jedoch deutlich, dass diese Modelle allein nicht ausreichend sind. Es bedarf einer vielfältigeren Informationsbasis, die durch digitale Gebäudepässe ermöglicht wird und somit einen wichtigen Aspekt der Kreislaufwirtschaft ausmacht. In diesen Darstellungen werden beispielsweise jede Schraube und jedes Brett des Gebäudes erfasst und umfangreiche Hintergrundinformationen wie etwa Wuchsgebiete oder Inhaltsstoffe bereitgestellt. Die Vorteile dieser Technologie wurden von den Interviewpartnern 6, 7 und 11 bestätigt.

Die Nachverfolgbarkeit verbauter Produkte und transparente Informationen zur Zusammensetzung der einzelnen Bauteile sind diffizile Themen. In den Interviews mit den Experten 8, 10 und 11 wurden Sensoren und QR-Codes als bevorzugte Lösungsmöglichkeiten genannt, die fest mit dem Material verbunden sind. Das systematische Verfolgen der Holzressourcen über mehrere Nutzungskaskaden hinweg ermöglicht das Antizipieren von

Nutzungspotenzialen. Ähnlich dem erwähnten Gebäudepass könnte auch auf Produktebene ein Materialpass ein probates Mittel sein, welcher entsprechende Informationen über das einzelne Produkt enthält.

In den Interviews mit den Gesprächspartnern 5, 6 und 7 wurde den Plattformmodellen große Aufmerksamkeit gewidmet. Es wird empfohlen, viele Mikroinformationen über Produkte oder Gebäude in Form von Materialkatastern zusammenzuführen, die als Datenbank mit Informationsdokumenten fungieren. Solche Plattformen können auch als Marktplatz dienen, auf dem zurückgewonnene Materialien oder Nebenprodukte angeboten werden.

> *„Wenn wir von Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft reden, dann werden die Geschäftsmodelle der Zukunft Plattformmodelle sein. Anders werden wir es nicht lösen können. Es braucht ein starkes Partnernetzwerk, wo jeder ein Stück des Kuchens hat. Die Denke ist da anders“* (I5).

Kollaboration

Neben den digitalen Treibern wurden in einem Großteil der Interviews Partnerschaften als ein immanentes Instrument zur Erreichung von Zirkularität beschrieben. Hierbei wurde teilweise zwischen einer Kooperation mit Forschungseinrichtungen unterschieden, wie in den Gesprächen mit den Interviewpartnern 1, 2, 4 und 11 deutlich wurde. Eine Zusammenarbeit mit Partnern entlang der Supply-Chain, wie in den Experteninterviews 3 und 4 thematisiert, wurde ebenfalls berücksichtigt. Beiden Ansätzen ist gemein, dass vor allem ein Wissenszuwachs angestrebt wird. Darüber hinaus führen Netzwerke zu einer effizienteren Allokation verschiedener Arbeitsschritte.

Unternehmensstruktur

Die Interviewpartner 1, 2, 4 und 8 haben darüber hinaus argumentiert, dass die Strategie und Kultur eines Unternehmens die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft beeinflussen. Insbesondere wurde die Vorteilhaftigkeit flacher Hierarchien betont, da diese den Mitarbeitern Freiräume ermöglichen und somit das Einbringen von Ideen fördern. In den Betrieben der Gesprächspartner 1 und 4 arbeiten die Teams eigenverantwortlich und haben umfassende Entscheidungsfreiheit. Interviewpartner 8 hat erläutert, dass tradierte Denkweisen aus dem linearen Geschäftsmodell im Unternehmen so tief verankert sind, dass dezidierte Unternehmensbereiche für die Verfolgung der Kreislaufwirtschaft entwickelt werden sollten. Nur durch eine Trennung vom originären Geschäft wäre eine Veränderung der Einstellung bei den Mitarbeitern möglich. Dabei sind jedoch die Ausführungen von Gesprächspartner 7 zu berücksichtigen. Er argumentiert, dass Firmen eine gewisse Größe erreichen müssen, um ihren Teams derartige Freiräume zu ermöglichen. In kleinen Unternehmen ist eine Umsetzung daher

herausfordernder. Bestärkt wird diese Annahme durch die Tatsache, dass die Interviewpartner 3, 8 und 11 über ausreichende finanzielle Mittel für Investitionen in den Aufbau eigener Entwicklungs- und Analysezentren verfügen. Im Unternehmen des Gesprächspartners 11 befinden sich neben 9 Recyclingzentren insgesamt 25 Forschungseinheiten.

Darüber hinaus obliegt der Unternehmensführung eine wichtige Rolle im Umsetzungsprozess, die einer Vorbildfunktion gleicht. Interviewpartner 2 und 11 erläutern, dass authentische Führungskräfte, welche die Nachhaltigkeit aufgrund einer intrinsischen Haltung verfolgen, die Implementierung positiv beeinflussen. Interviewpartner 11 betont sogar, dass das Engagement der Eigentümerfamilie maßgeblich zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft beigetragen hat. Die Familie hat das Prinzip der Kreislaufwirtschaft durch das Cradle-to-Cradle-Verfahren verinnerlicht und konsistent im Unternehmen umgesetzt.

> *„Ich kann bei uns nur sehen, das ist wirklich eine Familie, die seit vielen Jahren von diesem Unternehmen lebt. Und die haben wirklich Interesse, dass das ihre Enkel auch noch tun. Und dass wir alle in einer Welt leben wollen, die dann auch noch lebenswert ist. Das steht mal sowieso über allem. Daher hat man sich auch sehr intensiv mit der Kreislaufwirtschaft beschäftigt.“* (I11)

Produktplanung

Ferner wurde von den Interviewpartnern der Planungsprozess als zentrales Instrument herausgestellt, bei welchem bereits mögliche Szenarien zur Wiederverwendung des Produkts berücksichtigt werden müssen. Während die Interviewpartner 5 und 6 vor diesem Hintergrund den Einsatz von Holzschutzmitteln erwähnen, geht es den Gesprächspartnern 4 und 11 besonders um die Verbundmaterialien und die damit zusammenhängenden Mittel zur Verbindung und späteren Trennung der Materialien.

4.1.3.4 Kategorie 4 – Ziele

Die Verfolgung von Nachhaltigkeitsprojekten verbessert das Image des Unternehmens. Die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft wird von den Interviewpartnern 1, 2, 3, 4 und 5 mit diesen Zielen assoziiert. Interviewpartner 1 erläutert, dass das Unternehmen durch zirkuläre Maßnahmen attraktiver für Forschungseinrichtungen oder innovative Lieferanten geworden ist. Zudem lässt sich eine Steigerung des Employer Brandings feststellen, was zu einem Anstieg der Bewerberzahlen geführt hat. Diese Beobachtung wird von Interviewpartner 3 geteilt.

> *„Es macht uns aber auf der anderen Seite auch attraktiver als Partner z.B. für innovative Lieferanten oder Forschungsinstitute, die uns wieder einen*

> *Technologievorsprung erlauben, wenn wir als Treiber in diesem Bereich anerkannt werden"* (I1).

Gesprächspartner 4 berichtet, dass sich die Pressekontakte durch die zirkulären Projekte verzehnfacht haben und somit eine signifikante Steigerung des Bekanntheitsgrades des Unternehmens erzielt wurde. Er betont, dass das Unternehmen in der Branche als Vorreiter für Zirkularität wahrgenommen werden möchte. Interviewpartner 5 komplementiert die Effekte der Imageverbesserungen, indem er darauf hinweist, dass auch die Kunden und Endverbraucher in der Zukunft positiv auf zirkuläre Unternehmen reagieren werden.

Die Interviewpartner leiten aus einem nachhaltigeren Image Wettbewerbsvorteile und zum Teil auch Alleinstellungsmerkmale ab. Interviewpartner 2 hofft, dass Endverbraucher sich bei entsprechender Kommunikation zur Zirkularität letztendlich für seine Produkte entscheiden. Die Experten 1 und 2 vermuten, dass Unternehmen durch zirkuläre Merkmale höhere Preise durchsetzen können.

Die Ausführungen ergänzt Gesprächspartner 5 und betont, dass das Adaptieren von zirkulären Prozessen dazu führen wird, dass Unternehmen regulatorische Vorgaben besser und schneller einhalten können. Er erwartet, dass die Anforderungen in diesem Bereich weiter verschärft werden, und sieht darin einen Wettbewerbsvorteil für Unternehmen, die bereits auf zirkuläre Prozesse setzen.

4.1.3.5 Kategorie 5 – Hindernisse

Produktbeschaffenheit

Die Befragten identifizierten die Materialbeschaffenheit als wesentliches Hindernis. Hierbei beziehen sich die Interviewpartner sowohl auf die erwähnten Verbindungen als auch auf mögliche Fremdstoffe in den Produkten.

Interviewpartner 9 illustrierte in diesem Zusammenhang, dass das Unternehmen eine Restposition bestimmter Produkte zurückgenommen hatte, diese jedoch nicht erneut einsetzen konnte, da die Produkteigenschaften nicht zurückverfolgt werden konnten. Gesprächspartner 3 fügt hinzu, dass das Material oft in einem unsauberen Zustand vorliegt und Fremdstoffe oder Anstriche nicht entfernt werden können. Diese Herausforderungen werden auch von den Unternehmen der Interviewpartner 10 und 11 wahrgenommen.

Stakeholder-Interessen

Ein weiteres Hindernis besteht in der gesellschaftlichen Akzeptanz von verwendeten respektive sekundären Produkten. Laut Interviewpartner 6 ist eine Wiederverwendung von Baumaterialien bei vielen Endverbrauchern noch nicht akzeptiert, obwohl dies zum Beispiel bei Autos kein

Problem darstellt. Interviewpartner 2 ergänzt, dass die meisten Konsumenten noch nicht so weit sind. Er führt dies unter anderem darauf zurück, dass Möbelhäuser keine Profilierung hinsichtlich Klimaneutralität betreiben. Interviewpartner 3, 7 und 9 unterstützen diese These. Es wird darauf hingewiesen, dass der Einsatz von Recyclingmaterialien bei der Holzwerkstoffproduktion bis vor einigen Jahren sogar verpönt war.

> *„(...) insofern sind wir da viel, viel weiter. Und ich sag mal, wir haben alles in der Schublade. Nur es nützt nichts, wenn der Endverbraucher noch nicht so weit ist“* (I2).

Regulatorik

Der Produktlebenszyklus der Materialien erweist sich als eine weitere Herausforderung. Interviewpartner 1 erläutert, dass die Produkte im Durchschnitt 20 bis 30 Jahre im Einsatz sind. Die zurückgenommene Ware ist daher anders aufgebaut und unter den seinerzeit gültigen Voraussetzungen produziert worden. Gesprächspartner 5 bemerkt, dass unklar ist, welche Regeln in Bezug auf die Wiederverwendung in 20 bis 30 Jahren gelten werden. Folglich kann im Produktionsprozess kein Einfluss darauf genommen werden.

Logistik

Die Experten 1, 3, 6, 10 und 11 betonen, dass die Rücknahme der Produkte logistisch sehr aufwendig ist. Interviewpartner 3 ist der Ansicht, dass solche Logistikleistungen outgesourct werden müssen. Interviewpartner 11 unterstreicht dies und argumentiert, dass Kooperationen mit dezentralen Sammelstellen notwendig sind, um die Rücknahmeprozesse effizient zu organisieren.

Die Wiederverwendung von Materialien ist mit erheblichen finanziellen Aufwendungen verbunden. Dies liegt unter anderem an den notwendigen Logistikleistungen sowie den Reinigungs- und Sortieraufgaben. Gegebenenfalls muss das recycelte Material zudem noch modifiziert werden. Experte 6 erklärt in diesem Kontext, dass sich das Recycling bisher nicht gelohnt hat, da die Kosten im Vergleich zum Kauf von Frischholz teilweise zu hoch waren.

> *„Die Firmen haben sogar schon große, nicht nur Pilotprojekte, sondern industrielle Umsetzungen gemacht. Aber es hat niemanden interessiert, weil es sich nicht gelohnt hat. Weil es zu teuer, weil das Frischholz einfach zu billig war. Da wurde alles wieder eingepackt, oder? Und jetzt fängt man es wieder an.“* (I6)

Versorgungssicherheit

Ein weiteres Hindernis besteht in der Versorgungssicherheit mit Recyclingprodukten. Interviewpartner 5 und 11 erläutern, dass die Unternehmen einen kontinuierlichen Zufluss einer konstanten Menge an Recyclingmaterial benötigen und hohe Spitzen dabei keine nachhaltige Entlastung darstellen. Eine derartige Mengensicherheit stellt in der Praxis bisher ein zentrales Problem dar.

Zusätzlich werden verschiedene Einzelbeispiele erwähnt. Interviewpartner 6 unterstreicht beispielsweise, dass die Altholzverordnung bisher nicht auf eine stoffliche Wiederverwendung der Produkte ausgelegt ist und daher dringend nachgebessert werden muss. Dieser Zielkonflikt zwischen der stofflichen und energetischen Nutzung wird auch von Interviewpartner 7 als Hemmnis herausgestellt. Außerdem ergänzt er, dass der Druck auf die Industrie zur Produktion recyclingfähiger Materialien noch nicht ausreichend ist.

4.1.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Durchführung der Interviews hat vor allem zwei Ziele verfolgt. Auf der einen Seite sollte eine umfangreichere Informationsbasis über die Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie entwickelt werden. Dabei war es die Intention, einen Eindruck davon zu erhalten, welche Merkmale die zirkulären Unternehmen auszeichnen und welche Ziele sie antreiben. Auf der anderen Seite sollten Implementierungsfaktoren identifiziert werden, die eine Transformation der Geschäftsprozesse von Linearität zu Zirkularität ermöglichen. In diesem Zusammenhang sollte gezielt benannt werden, welche Innovationen Zirkularität befördern und welche Treiber und Kompetenzen die Umsetzung beeinflussen.

Beide Ziele konnten durch die Durchführung der Interviews erreicht werden. Die Ergebnisse bestätigen zudem die Wichtigkeit der in Abschnitt 2.5.5 genannten Schlüsselfaktoren für die Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie. Ein signifikanter Teil der Antworten ist konvergent zu den Recherchen aus der einschlägigen Branchenliteratur.

Durch die Auswahl der Interviewpartner gibt es Restriktionen, die bei der Ergebnisinterpretation zu berücksichtigen sind. Die Interviews sollten Informationen über Unternehmen vermitteln, die Zirkularität bereits umsetzen. In der Folge wurden lediglich Firmen kontaktiert, welche der Kreislaufwirtschaft eine überdurchschnittliche Bedeutung beimessen. Obgleich keine ausgewogene Interviewkohorte erreicht wurde, diente die Auswahl der Gesprächspartner einer dezidierten Beantwortung der benannten Ziele. Ferner ist zu konstatieren, dass die Interviewpartner keine kleinen Betriebe repräsentieren. Alle befragten Gesprächspartner stammen aus Unternehmen, die mehr als 50 Mitarbeiter beschäftigen, sodass

die Ergebnisse für kleinere Betriebe weniger Relevanz besitzen können. Abschnitt 2.2 verdeutlicht, dass Unternehmen mit 50 Beschäftigten in der Holzindustrie bereits zu den überdurchschnittlich großen Betrieben zählen.

Darüber hinaus handelte es sich entweder um Geschäftsführer, Vertriebsleiter oder um Personen, die den Bereich Nachhaltigkeit verantworten. Es ist daher möglich, dass die Umsetzung der Zirkularität positiver dargestellt wird, als es in der Praxis der Fall ist, oder dass subjektive Erwartungshaltungen mit der Einstellung des Unternehmens vermischt werden. Vor diesem Hintergrund ist es erklärbar, dass in den Gesprächen die ökologische Vorteilhaftigkeit der Kreislaufwirtschaft nicht angezweifelt wurde. Es ist jedoch festzuhalten, dass die Ansicht existiert, dass Recycling und die damit verbundene Aufbereitung mit heutigen Technologien einen höheren Ressourcen- und Energieverbrauch verursachen als die Nutzung von Primärrohstoffen (Bundesamt für Umwelt, 2022b).

Innovationen

Im Hinblick auf die Prozessinnovationen, die zu einer Umsetzung der Kreislaufwirtschaft führen, wird deutlich, dass vor allem Rücknahmeprozesse eine zentrale Rolle einnehmen. Dabei unterstreichen die Interviews die Komplexität und die damit verbundenen Herausforderungen.

Im Bereich der Produktinnovationen ist zu erkennen, dass die Unternehmen an einer verbesserten Ressourceneffizienz arbeiten. Insbesondere die Nutzung von Nebenprodukten und die Verringerung des Materialeinsatzes bei der Herstellung von Hauptprodukten sind in diesem Kontext essenziell.

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die Unternehmen sich mit neuen Vertriebs- und Preismodellen auseinandersetzen, wie beispielsweise Miet-, Leasing- oder Pay-as-you-use-Modellen, die zu einer Veränderung des Geschäftsmodells führen werden.

Zusammenfassend illustrieren die Antworten, dass Innovationen für die Implementierung zirkulärer Prozesse notwendig sind und diese in sämtlichen Bereichen des Geschäftsmodells erfolgen.

Umsetzungsfaktoren

Die Interviews machen Treiber und Kompetenzen für die Umsetzung transparent. Es wird deutlich, welche Signifikanz digitale Techniken für die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft entlang der Supply-Chain haben. Hervorzuheben ist die Relevanz von Daten im Kontext des gesamten Produktlebenszyklus eines Baumaterials. Sie sind sowohl in der Planung, der Produktion, dem Vertrieb als auch bei der späteren Rücknahme eine unabdingbare Voraussetzung. In diesem Zusammenhang geht es neben Lokationsdaten vor allem um eine

dauerhafte und transparente Darstellung von Inhalts- und Fremdstoffen, um den Aufwand einer Rücknahme antizipieren zu können. Digital abgelegte Rückbaupläne könnten den Prozess noch weiter optimieren.

Die Gespräche dokumentieren außerdem, dass Partnerschaften einen wichtigen Aspekt darstellen. Neben der Auslagerung bestimmter Prozessschritte führt ein Austausch bei dieser noch neuen Thematik in der Unternehmenspraxis zu einem Wissenszuwachs, welcher für die Umsetzung Vorteile bietet. Zusätzlich machen die Interviews deutlich, dass die Strategie und Kultur der Unternehmen ein Treiber für Zirkularität sind, denn nach Aussagen der Gesprächspartner begünstigen authentische Führungskräfte und flache Hierarchien die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft.

Ziele

Die Ziele der Unternehmen in Bezug auf die Kreislaufwirtschaft sind in der Regel nicht altruistisch motiviert. Obwohl nachhaltigkeitsorientierte Unternehmerfamilien einen wirkungsvollen Faktor darstellen, unterstreichen die Ergebnisse, dass vielfach eine verbesserte Marktstellung angestrebt wird. Die Unternehmen erhoffen sich durch die Kreislaufwirtschaft ein besseres Image, einen wachsenden Bekanntheitsgrad, Wettbewerbsvorteile durch eine unabhängigere Erschließung von Ressourcen und Vorteile bei der Einhaltung aktueller und zukünftiger regulatorischer Anforderungen.

Die Ergebnisse ermöglichen somit auch Implikationen für die Unternehmenspraxis. Zur Erreichung von Zirkularität ist es empfehlenswert, einen Fokus auf den Aufbau von Digitalisierungs-Know-how, die Entwicklung von Partnerschaften und eine nachhaltigkeitsfokussierte Unternehmensstrategie mit flachen Hierarchien zu legen.

Die Resultate stimmen größtenteils mit den Ergebnissen der in Abschnitt 2.5.5 dargestellten Recherche einschlägiger Fach- und Branchenzeitschriften überein. Die Wichtigkeit von Daten und digitalen Prozessen konnte durch die Interviews nochmals herausgestellt werden. Außerdem wurde deutlich, dass die Unternehmen Zirkularität nicht als Selbstzweck interpretieren, sondern mittelfristig ökonomische Vorteile zur Steigerung ihrer Wettbewerbsposition erwarten. Dies schließt nicht aus, dass die Organisationen dennoch einen Nachhaltigkeitsbeitrag leisten wollen. Die nachfolgende Tabelle 4.4 fasst die Ergebnisse der Experteninterviews anhand von Items zusammen.

Tabelle 4.4 Ergebnisse der Experteninterviews

Motivation	• Wunsch der Unternehmerfamilie • Nachhaltigkeitsbeitrag leisten • Ressourcenknappheit entgegenwirken – Versorgungssicherheit gewährleisten • Market-Pull-Effekte • Ökonomische Vorteile • Druck durch Regulierung
Innovation	Prozessinnovationen • Rücknahmeprozesse / -verpflichtungen • Materialaufbereitung • Energiegewinnung Produktinnovationen • Verlängerung der Lebensdauer • Einsatz nachhaltiger Rohwaren / Inhaltsstoffe • Steigerung der Materialeffizienz • Design for Recycling (Verbindungen etc.) Geschäftsmodellinnovationen • Leasing, Miete, pay-as-you-use • Plattformmodelle • Datengewinnung- und nutzung
Umsetzung	• Digitale Techniken (BIM, digitaler Zwilling, 3D-Modelle, Sensoren, QR-Codes) • Gebäude- /Materialpässe • Materialkataster • Partnerschaften • Strategie & Kultur • Unternehmensgröße • Führungsverhalten
Ziele	• Image • Bekanntheitsgrad • Wettbewerbsvorteile • Einhaltung regulatorischer Anforderungen
Hindernisse	• Materialbeschaffenheit • Gesellschaftliche Akzeptanz • Produktlebenszyklus • Logistik • Kosten • Versorgungssicherheit • Regulative Einschränkungen • Zielkonflikte stoffliche und energetische Nutzung

Quelle: Eigene Darstellung

4.2 Quantitatives Vorgehen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein umfassender Fragebogen entwickelt, der auf der Basis von Experteninterviews mit Fachleuten der Holzindustrie konzipiert wurde. Die Entwicklung des Forschungsinstruments erfolgte in mehreren Schritten unter Berücksichtigung einer sorgfältigen Validierung, um sowohl die inhaltliche als auch die strukturelle Qualität sicherzustellen. In der Folge wurde der Fragebogen an Unternehmen der Holzindustrie in der DACH-Region verteilt, um eine repräsentative Datengrundlage zu gewährleisten. Von den 1.631 kontaktierten Unternehmen nahmen 200 Firmen an der Befragung teil, was eine aussagekräftige Grundlage für die quantitative Analyse darstellt. Die gewonnenen Daten dienen als zentrale Basis für die Beantwortung der Forschungsfrage und bilden die Grundlage für die Ausführungen in den Kapiteln 5 bis 8. Der gewählte Ansatz trägt somit maßgeblich zur Analyse und zum Verständnis der untersuchten Fragestellungen bei.

4.2.1 Fragebogen

Der Fragebogen wurde speziell für diese Dissertation in einem iterativen Prozess entwickelt. Die unabhängigen Variablen wurden hauptsächlich aus bestehenden Studien übernommen und in einigen Fällen leicht angepasst. Darüber hinaus wurden allgemeine Informationen über die Merkmale der Betriebe gesammelt. Die Herausforderung bestand darin, eine Skala zur Messung der abhängigen Variable zu entwickeln, um den Grad der Kreislaufwirtschaft in den Geschäftsmodellen zu quantifizieren (Saidani et al., 2017; Scarpellini, Marín-Vinuesa et al., 2020). Während die empirische Forschung zur Kreislaufwirtschaft zunimmt, sind quantitative Erhebungen weniger verbreitet (Kirchherr & van Santen, 2019). Es konnten keine validen Fragebögen oder Skalen zur ganzheitlichen und quantitativen Messung von Zirkularität in Unternehmen identifiziert werden. Aus diesem Grund wurde eine individuelle Bewertungsmethode zur Quantifizierung des Grads der Zirkularität eines Unternehmens in vier Phasen entwickelt und getestet.

Der Entwicklungsprozess begann mit elf Experteninterviews mit Akademikern und Praktikern der Holzindustrie zwischen Juni und Juli 2021. Ziel war es, die Kreislaufwirtschaft hinsichtlich ihrer Chancen, Risiken und Potenziale zu diskutieren. Die Interviews konzentrierten sich auch auf Beispiele bestehender oder geplanter zirkulärer Projekte. Die Ergebnisse wurden verwendet, um einen ersten Entwurf des Fragebogens zu entwickeln.

In der zweiten Phase wurde der Fragebogenentwurf am 07.11.2021 in Interviews mit Messeteilnehmern auf dem Branchentag Holz in Köln diskutiert und verbessert. Die Befragten

wurden gebeten, besonders auf Verständlichkeit, Praxisrelevanz und Unklarheiten zu achten. Das Feedback wurde in der ersten Optimierungsphase berücksichtigt.

Anschließend wurden in Phase drei erneut sechs Experteninterviews mit Teilnehmern der ersten Expertenrunde und vier neuen Interviewpartnern durchgeführt. Das Feedback resultierte in einer weiteren Validierung der praktischen Stringenz des Fragebogens. Schließlich wurden in Phase vier Interviews mit Wissenschaftlern geführt, um den Fragebogen aus akademischer Sicht zu validieren.

Auf diese Weise wurde ein umfangreicher Fragebogen sowie eine Skala für die abhängige Variable entwickelt, die den Grad der Kreislaufwirtschaft in den Geschäftsprozessen von Betrieben der Holzindustrie zuverlässig misst. Der Fragebogen wurde anschließend online an die Unternehmen der Stichprobe verschickt. Der Versand erfolgte zwischen Juni 2022 und April 2023, und die Beantwortung der Fragen dauerte durchschnittlich etwa 22 Minuten.

4.2.2 Stichprobe

Die vorliegende Dissertation konzentriert sich auf die Holzindustrie als Untersuchungsgegenstand. Zur Identifikation relevanter Unternehmen und zur Datensammlung wurde die Orbis-Datenbank von Bureau van Dijk genutzt. Orbis ist eine umfassende Datenbank mit Informationen über mehr als 400 Millionen Unternehmen und Einrichtungen. Sie gilt weithin als robuste Ressource für den Zugang zu vergleichbaren Daten über börsennotierte und nicht börsennotierte Unternehmen (bvdgerman, 2021). Die Stichprobe wurde vom Autor am 28.11.2020 erstellt.

Als wesentliches Kriterium für die Auswahl der Betriebe wurde eine Einschränkung der möglichen Branchen auf Basis des NACE-Codes vorgenommen. Zudem wurden nur Unternehmen mit Hauptsitz in der DACH-Region berücksichtigt. In einem ersten Schritt wurden Unternehmen ausgewählt, die aufgrund der NACE-Codes C16.1 (Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke), C16.21 (Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten), C16.22 (Herstellung von Parketttafeln), C16.23 (Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz), C16.24 (Herstellung von Verpackungsmitteln, Lagerbehältern und Ladungsträgern aus Holz), C31.01 (Herstellung von Büro- und Ladenmöbeln) oder C31.02 (Herstellung von Küchenmöbeln) eindeutig der Holzindustrie zuzuordnen waren. Bei Unklarheiten wurden genauere Beschreibungen des Unternehmenszwecks geprüft. In einem zweiten Schritt wurden zusätzlich Unternehmen identifiziert, welche einen der benannten Codes als Sekundärcode führen und in ihrer Haupttätigkeit ebenfalls der Holzindustrie zuzuordnen sind.

In der Vorauswahlphase wurden Betriebe mit weniger als neun Beschäftigten ausgeschlossen. Während der Erhebung wurde jedoch festgestellt, dass eine kleine Anzahl von Unternehmen innerhalb der teilnehmenden Stichprobe falsche Angaben in der Datenbank hinterlegt hatte, sodass sie letztendlich weniger als neun Beschäftigte aufwiesen. Jeder Teilnehmer erhielt im Rahmen des Erhebungsprozesses einen individuellen Link zu einem Online-Fragebogen sowie ein begleitendes personalisiertes Anschreiben. Nach der ersten Kontaktaufnahme wurden an alle Betriebe zweimal Erinnerungsmails verschickt. Aufgrund des umfangreichen Prozesses konnte nur mit einem Teil der Unternehmen der Stichprobe Kontakt aufgenommen werden. Insgesamt wurden 1.631 Unternehmen für die Studie berücksichtigt. Zwischen Juni 2022 und April 2023 wurden E-Mails an diese Organisationen verschickt, in denen ein persönliches Anschreiben sowie ein individueller Link für die Umfrage enthalten waren. Von den 1.631 kontaktierten Unternehmen nahmen 200 (12,26 %) an der Umfrage teil.

Bei 179 (89,5 %) der befragten Betriebe handelt es sich um Familienunternehmen. Bei 159 Unternehmen befinden sich mehr als 50 % der Unternehmensanteile in Familienbesitz.

Von den Unternehmen wurden 33 vor 1900, 38 zwischen 1900 und 1930, 38 zwischen 1931 und 1960, 52 zwischen 1961 und 1990 und 18 nach 1990 gegründet. Zudem stammen 153 der teilnehmenden Betriebe aus Deutschland, 37 aus der Schweiz und 10 aus Österreich.

Die befragten Personen konnten bei der Beantwortung des Fragebogens verschiedene Branchenzweige angeben. Insgesamt lässt sich die Verteilung wie in Tabelle 4.5 darstellen:

Tabelle 4.5: Übersicht der teilnehmenden Industriezweige

Branche	Anzahl	Branche	Anzahl
Dämmstoffindustrie	2	Sperrholzindustrie	2
Fertighausindustrie / Holzbau	58	Türenindustrie	9
Furnierindustrie	1	Verpackungsindustrie	27
Fußbodenindustrie	14	Herstellung sonstiger Konstruktionsteile, Fertigbauteile oder Ausbauelemente	31
Hobelindustrie	7	Möbelindustrie	10
Holzwerkstoffindustrie	4	Ladenbau	2
KVH/BSH Industrie	5	Sonstige	11
Sägeindustrie	17	**Gesamt**	200

Quelle: Eigene Darstellung

Die Antworten verteilten sich auf 10 Unternehmen mit bis zu 9 Mitarbeitern, 87 mit 10 bis 49 Mitarbeitern, 67 mit 50 bis 249 Mitarbeitern und 37 mit mehr als 249 Mitarbeitern. Im Verhältnis zu den in Abschnitt 2 dargestellten Größenklassenverteilungen der einzelnen Holzindustriezweige wird deutlich, dass die Unternehmensgrößen der Stichprobe genügend Validität aufweisen, um die Branche aussagekräftig zu repräsentieren.

4.2.3 Abhängige Variable

Den Forschungsstudien zur Kreislaufwirtschaft ist gemein, dass sie überwiegend konzeptioneller Natur sind. Darüber hinaus haben die wenigen quantitativen Studien oft lediglich kleine Stichproben untersucht. Infolgedessen besteht nicht nur ein Bedarf an Skalen im wissenschaftlichen Diskurs, die mit einer größeren Anzahl von Teilnehmern getestet wurden, sondern zum Zeitpunkt der Entwicklung des Fragebogens konnte keine anerkannte und populäre Bewertungsmethode zur ganzheitlichen Messung der Zirkularität eines Geschäftsmodells identifiziert werden. Aus diesem Grund wurde eine eigene Skala entwickelt, wobei die Besonderheiten der Holzindustrie berücksichtigt wurden. Der Konzeptualisierungsprozess verlief analog zum Vorgehen in Abschnitt 4.2.1. Zur Gewährleistung der Validität und Zuverlässigkeit dieses Messinstruments wurde ein vereinfachtes strukturiertes Skalenentwicklungsverfahren für formative Maßnahmen adaptiert (Diamantopoulos & Winklhofer, 2001). Dieses besteht aus der Inhaltsspezifikation (1), der Generierung von Items (2) sowie der Validierung der Items (3).

(1)

Die Messung der abhängigen Variable zielt darauf ab, den Grad der Zirkularität des Geschäftsmodells zu analysieren. Im Kontext der empirischen Untersuchung wurden zwischen Juni und Juli 2021 insgesamt elf Experteninterviews mit Praktikern und Akademikern der Holzindustrie durchgeführt. In diesem Rahmen wurden die generelle Bedeutung sowie das Ausmaß der Zirkularität in der Holzindustrie erörtert. Dabei lag ein besonderer Fokus auf den erforderlichen Innovationen und Umsetzungsfaktoren.

(2)

Die Ergebnisse der inhaltlichen Spezifizierung wurden durch die Entwicklung eines halbstrukturierten Interviewleitfadens zur Erfassung der Zirkularität erarbeitet. Der deduktiv-induktive Ansatz integrierte sowohl offene Fragen als auch konkrete Beispiele für bestehende oder geplante Kreislaufprojekte. Die Dauer der Interviews belief sich auf 35 bis 75 Minuten. Die Ergebnisse der Interviews wurden kodiert und zur Entwicklung einer ersten Liste von Items verwendet. Bei der Abfassung der Items wurden die üblichen Richtlinien hinsichtlich Klarheit,

Länge, Richtungsweisung, Zweideutigkeit und Vermeidung von Fachausdrücken befolgt (DeVellis, 2016).

(3)

Der daraus entwickelte Fragebogenentwurf wurde am 07.11.2021 in Interviews mit Messeteilnehmern auf dem Branchentag Holz in Köln diskutiert und validiert. Die Befragten wurden gebeten, besonders auf Verständlichkeit, Praxisrelevanz und Unklarheiten zu achten. Das Feedback wurde in der ersten Optimierungsphase berücksichtigt.

Anschließend wurden erneut sechs Experteninterviews mit Teilnehmern der ersten Expertenrunde und vier neuen Interviewpartnern durchgeführt. Das Feedback resultierte in einer weiteren Validierung der praktischen Stringenz des Fragebogens. Es ergab sich eine Differenzierung der Items in die Geschäftsmodellbereiche Supply-Chain, Produktion sowie Marketing und Vertrieb. Zur Vervollständigung der Validität wurde schließlich eine Bewertung der finalen Skala durch akademische Experten auf dem Gebiet der Zirkularität in der Holzindustrie durchgeführt.

Dieser Prozess resultierte in einer dreidimensionalen Skala zur Messung der Zirkularität eines Geschäftsmodells in der Holzindustrie. Die Gestaltung orientiert sich an der Konzeptionierung eines aktivitätsbasierten Geschäftsmodells nach Zott und Amit (2010). Es kann verstanden werden als *"a system of interdependent activities that transcends the focal firm and spans its boundaries"* (Zott & Amit, 2010, S. 216). In diesem Kontext wird das Geschäftsmodell als ein System voneinander abhängiger Aktivitäten definiert. In dieser Dissertation besteht jede Dimension des Geschäftsmodells daher aus aktivitätsbasierten Items, die auf einer 5-stufigen Likert-Skala beantwortet werden, wobei die Antwortmöglichkeiten von "wir schließen eine Umsetzung aus" bis "im Unternehmen bereits umgesetzt" reichen.

Supply-Chain

Im Bereich der Supply-Chain wurden Fragen zu Beschaffungs- und Logistikprozessen gestellt. Bezüglich der Fragen zur Beschaffung wurde analysiert, inwieweit eine spätere Recyclingfähigkeit angestrebt wird. Im Hinblick auf die Kaskadennutzung von Holz wurde außerdem gefragt, ob Rohstoffe durch Industrierestholz, Sägenebenprodukte (Pre-Consumer-Recycling) oder recyceltes Altholz (Post-Consumer-Recycling) ersetzt werden. Die Antworten zu den logistischen Prozessen geben Aufschluss darüber, ob die Unternehmen bereits Rücknahmesysteme oder Partnerschaften eingerichtet haben, um das Potenzial des Urban Mining zu nutzen.

Produktion

Der Produktionsteil der Studie bietet Einblicke in die laufenden Herstellungsprozesse. Es wird eruiert, wie Hauptprodukte auf Holzbasis aus recycelten Materialien hergestellt werden, wobei zwischen Downcycling-, Recycling- und Upcycling-Verfahren unterschieden wird. Des Weiteren wird untersucht, wie die Unternehmen mit Produktionsabfällen umgehen und Energie erzeugen.

Marketing und Vertrieb

Im Bereich Marketing und Vertrieb liegt der Schwerpunkt auf den Designprozessen der Hauptprodukte sowie auf den Preisgestaltungs- und Vertriebsprozessen. Für eine umfassende Umsetzung zirkulärer Aktivitäten ist es unerlässlich, bereits in der Designphase auf die Trennbarkeit von Materialien zu achten. Rücknahmeverpflichtungen für verkaufte Produkte sind ein wesentlicher Bestandteil, um das Potenzial des Urban Mining voll auszuschöpfen. Im Bereich der Verkaufsprozesse wird dieser Aspekt analysiert. Insgesamt beantworteten die Teilnehmer 33 Fragen, um den erreichten Grad der Kreislauffähigkeit zu ermitteln. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 165. Zudem wurde der Cronbachs Alpha-Wert berechnet, der bei 0,89 liegt (Tabelle A5.8).

4.2.4 Kontrollvariablen

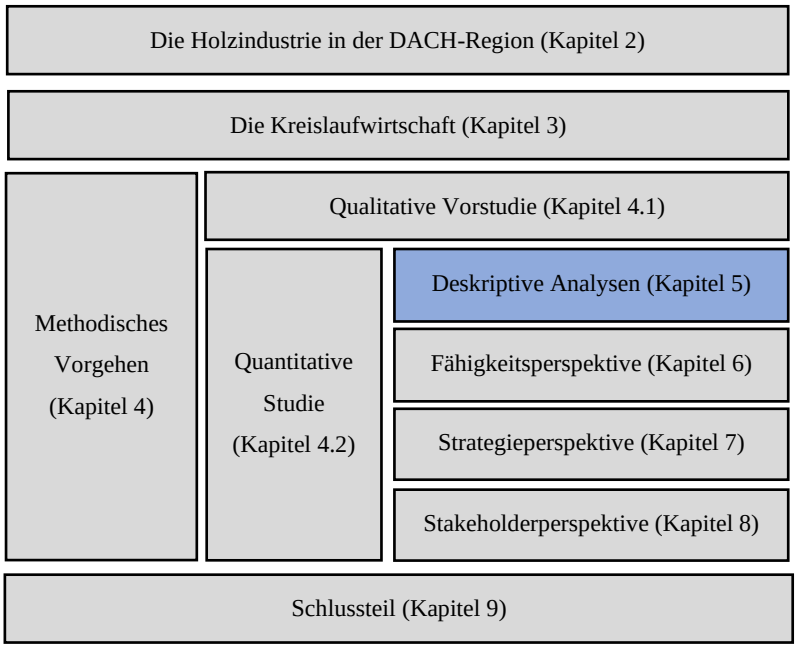
Um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden mehrere Kontrollvariablen in das Regressionsmodell aufgenommen. Dabei wurden Informationen über das Gründungsjahr der Unternehmen gesammelt und die Antworten in fünf Gruppen auf der Grundlage der Zeiträume unterteilt (1= <1900, 2=1900-1930, 3=1931-1960, 4=1961-1990, 5=> 1990). Es wurden zudem Daten zur Anzahl der Beschäftigten gesammelt und basierend auf der EU-Klassifizierung der Unternehmensgrößen in vier Gruppen unterteilt (1=≤9, 2=10-49, 3=50-249, 4= ≥250). Unternehmensalter und -größe haben sich in vielen Studien als zuverlässige Kontrollvariablen erwiesen (Zhu, Qu, Geng, & Fujita, 2017).

Außerdem wurden die Betriebe gebeten, ihre Profitabilität im Vergleich zu den Wettbewerbern zu bewerten, da davon ausgegangen wird, dass rentable Unternehmen eher über die Ressourcen verfügen, um Zirkularität einzuführen (1= viel schlechter, 5= viel besser). Schließlich wurden die verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette in der Holzindustrie berücksichtigt und zwei Industriesektoren geschaffen. Die Holzindustrie kann in die Segmente Holzbearbeitung (Primärindustrie) und Holzverarbeitung (Sekundärindustrie) unterteilt werden (Speth, 2005). In der holzverarbeitenden Industrie werden aus Rohholz Holzhalbfabrikate hergestellt, die als Input für die Herstellung von Fertigprodukten verwendet werden (Mantel, 1973). Die

holzverarbeitende Industrie umfasst eine Vielzahl von verschiedenen Gewerken. Die angeschlossenen Unternehmen stellen unter anderem Holzgebäude, Möbel oder Komponenten wie Parkett, Fenster oder Treppen her (Mantel, 1973). Zur Messung des Drucks der Stakeholder hat sich der Verfasser an bisherigen Skalen orientiert (Block et al., 2023). Daher wurde eine fünfstufige Likert-Skala verwendet, die von „gar kein Druck“ bis „sehr starker Druck“ reichte. Hierbei haben die Studienteilnehmer den Einfluss von zwölf Interessengruppen auf den eigenen Betrieb bewertet.

5 Weitere Analysen

In diesem Kapitel werden die Forschungsergebnisse näher untersucht. Zunächst werden eine deskriptive Analyse (5.1) und eine Korrelationsanalyse (5.2) durchgeführt. Darauf folgt ein Robustheitstest (5.3). Es ist zu beachten, dass in diesem Abschnitt bereits unabhängige Variablen Verwendung finden, die erst im späteren Verlauf der Arbeit eingeführt werden. Dies dient der Konsistenz des Aufbaus und der Vermeidung von inhaltlichen Redundanzen.



5.1 Deskriptive Analyse

Im Zuge der deskriptiven Analyse wird deutlich, wie stark die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft zwischen den Unternehmen divergiert. Während die höchste Punktzahl bei 152 von möglichen 165 Punkten liegt, beträgt der niedrigste Wert gerade einmal 39 Punkte (33 Fragen mit maximal 5 Punkten). Im Durchschnitt haben die Betriebe 93,6 Punkte erreicht, und der Median liegt bei 91. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Betriebe mit dem ausgeprägtesten Grad an Zirkularität in der Fußboden- und Holzwerkstoffindustrie tätig sind. Diese Ergebnisse stimmen mit der Literaturrecherche überein, in welcher eine Vielzahl zirkulärer Aktivitäten von Organisationen aus diesem Branchenzweig identifiziert werden konnte. Das Unternehmen mit dem höchsten Grad an Zirkularität erreichte einen Wert von 152, gefolgt von 145 und 143. Nur 13 Unternehmen erlangten mehr als 130 Punkte. Das Histogramm in Abbildung A5.1 zeigt, dass die Unternehmen mehrheitlich zwischen 78 und 104 Punkten erreichten. Die geringsten Werte wurden im Segment der Herstellung sonstiger Konstruktionsteile erzielt. Die nachfolgende Tabelle 5.1 illustriert die deskriptiven Statistikdaten für die unterschiedlichen Industriezweige.

Tabelle 5.1 Deskriptive Analyse der Industriezweige

Gesamtheit	Min	Max	Durchschnitt	Median	Standard-abweichung
Gesamte Stichprobe	39	152	93,6	91	21,1
Fertighausindustrie	49	140	94,0	91	19,5
Fußbodenindustrie	81	152	110,2	109	18
Holzwerkstoffindustrie	113	143	132,8	138	11,9
Sägeindustrie	53	130	89,2	90	18,5
Türenindustrie	71	137	97,8	88	23,1
Verpackungsindustrie	49	137	93,4	96	21,9
Herstellung sonst.	39	145	84,3	82	18,6
Möbelindustrie	69	121	90,7	88	15,3

Quelle: Eigene Darstellung

Der Grad der Zirkularität wurde zudem in den drei Teilbereichen Supply-Chain (max. 50 Punkte erreichbar), Produktion (max. 45 Punkte) sowie Marketing und Vertrieb (max. 70 Punkte) untersucht. Die Ergebnisse der Tabelle 5.2 veranschaulichen, dass die Unternehmen in

den Dimensionen Supply-Chain und Produktion im Verhältnis zur möglichen Gesamtpunktzahl die höchste Ausschöpfung aufweisen. Dies impliziert, dass in der Domäne Marketing und Vertrieb noch das größte Potenzial für eine gesteigerte Zirkularität vorhanden ist. Der prozentuale Anteil symbolisiert, wie hoch der Grad an der maximalen Punktzahl ist.

Tabelle 5.2 Deskriptive Analyse der Industriezweige nach Geschäftsmodellbereichen

Gesamtheit	Supply-Chain		Produktion		Marketing & Vertrieb	
	Durchschnitt	%-Anteil	Durchschnitt	%-Anteil	Durchschnitt	%-Anteil
Gesamte Stichprobe	31	62,0	27,1	60,2	35,5	50,7
Fertighausindustrie	31,2	64,3	26,0	57,6	35,9	51,2
Fußbodenindustrie	34	68,0	32,5	72,7	43,7	62,4
Holzwerkstoffindustrie	43,5	87,0	44	97,8	45,3	64,6
Sägeindustrie	30,8	61,6	26,4	58,6	32	45,7
Türenindustrie	32,8	65.6	27	60,0	38	54,3
Verpackungsindustrie	30,1	60,2	27,9	62,0	35,4	50,6
Herstellung sonst.	27,3	54,6	23,8	52,8	33,2	47,5
Möbelindustrie	29,2	58,4	26,6	59,1	34,9	49,9

Quelle: Eigene Darstellung

Im Folgenden werden für die Bereiche Supply-Chain, Produktion sowie Marketing und Vertrieb detailliertere Analysen vorgestellt.

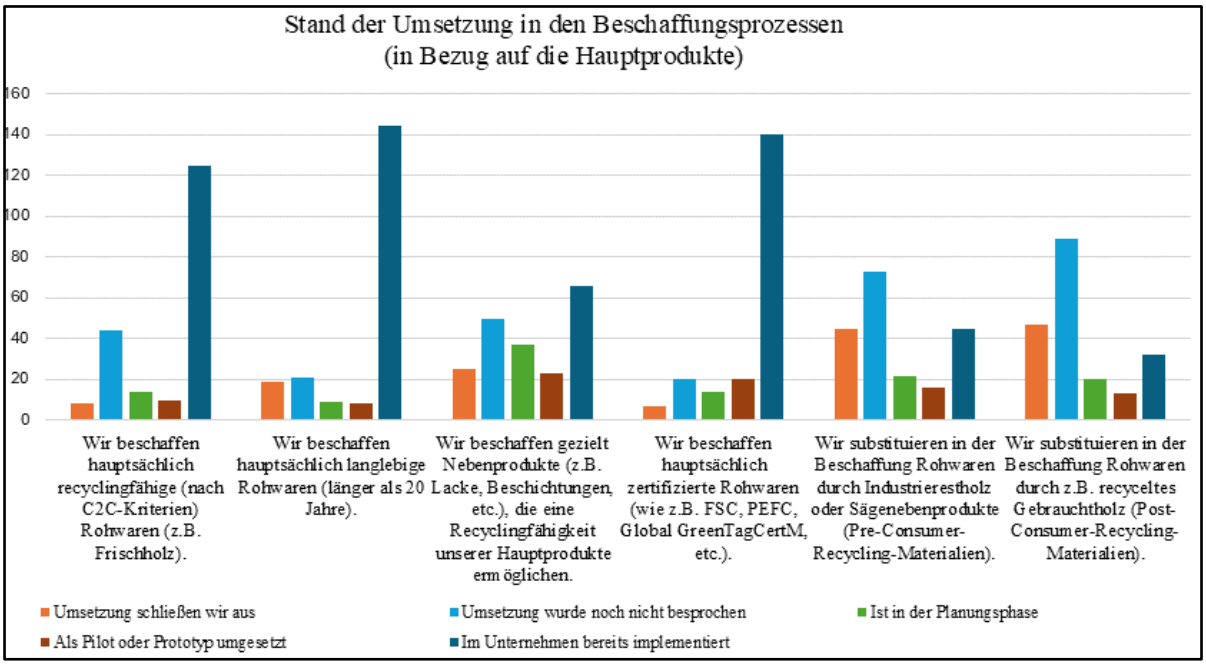
Supply-Chain

Die vorliegende Untersuchung veranschaulicht, dass im Rahmen der Beschaffungsprozesse bereits ein deutlicher Fokus auf Nachhaltigkeit gelegt wird. Dies lässt sich daran erkennen, dass knapp 70% der Studienteilnehmer überwiegend zertifizierte (FSC und PEFC) und langlebige Produkte beschaffen. Diese klare Tendenz ist jedoch im Zusammenhang mit Kreislaufbeschaffungsprämissen nicht zu attestieren. Insbesondere zwischen den Haupt- und Nebenprodukten lässt sich eine Diskrepanz feststellen. Mehr als 120 (59,7%) Unternehmen beschaffen Rohwaren für Hauptprodukte, die eine generelle Recyclingfähigkeit aufweisen. Demgegenüber disponieren jedoch lediglich 66 Betriebe (32,8%) Nebenprodukte, die eine Recyclingfähigkeit der Hauptprodukte gewährleisten. 60 Unternehmen (29,9%) befinden sich hierzu in der Planungsphase oder haben bereits erste konkrete Erfahrungen gesammelt. Dies

lässt den Schluss zu, dass die Transformationsprozesse bei den stärker im Fokus stehenden Hauptprodukten einen höheren Reifegrad erreicht haben.

Ein wesentliches Prinzip der Kreislaufwirtschaft ist die Substitution von Primärrohstoffen durch Sekundärrohstoffe. Sekundärmaterialien sind solche Produkte, die durch Aufarbeitung oder vergleichbare Tätigkeiten aus entsorgtem Material gewonnen werden. 61 Betriebe (30,4%) substituieren in der Beschaffung Rohwaren durch Industrierestholz oder Sägenebenprodukte (Pre-Consumer-Recycling) und 45 Unternehmen (22,4%) durch recyceltes Gebrauchtholz (Post-Consumer-Recycling). Diese Tendenzen sind vor allem in der Fertighaus-, Holzwerkstoff- und Verpackungsindustrie zu verorten.

Abbildung 5.1 Zirkularität in den Beschaffungsprozessen



Quelle: Eigene Darstellung

Die Heterogenität der Ergebnisse manifestiert sich in Bezug auf die weiteren Aktivitäten entlang der Supply-Chain. Eine primäre Herausforderung besteht in der kontinuierlichen Versorgung mit Recyclingholz. Darauf reagieren 67 Studienteilnehmer (33,3%), indem sie dezentrale Sammelstellen für Alt- oder Gebrauchtholz nutzen. Konträr dazu schließen 43 Unternehmen (21,4%) diese Möglichkeit gänzlich aus. 50 Organisationen (24,9%) führen Recyclingtätigkeiten im eigenen Unternehmen durch, um diese Kompetenz als Wettbewerbsvorteil in die Geschäftsprozesse zu integrieren. Weitere 25 Firmen (12,4%), unter anderem aus der Fertighaus- und Türenindustrie, planen die Implementierung. Die Nachverfolgung der vertriebenen Produkte stellt einen wichtigen Bestandteil für eine holistische Umsetzung zirkulärer Wertschöpfungsprozesse dar, wobei die Realisierung

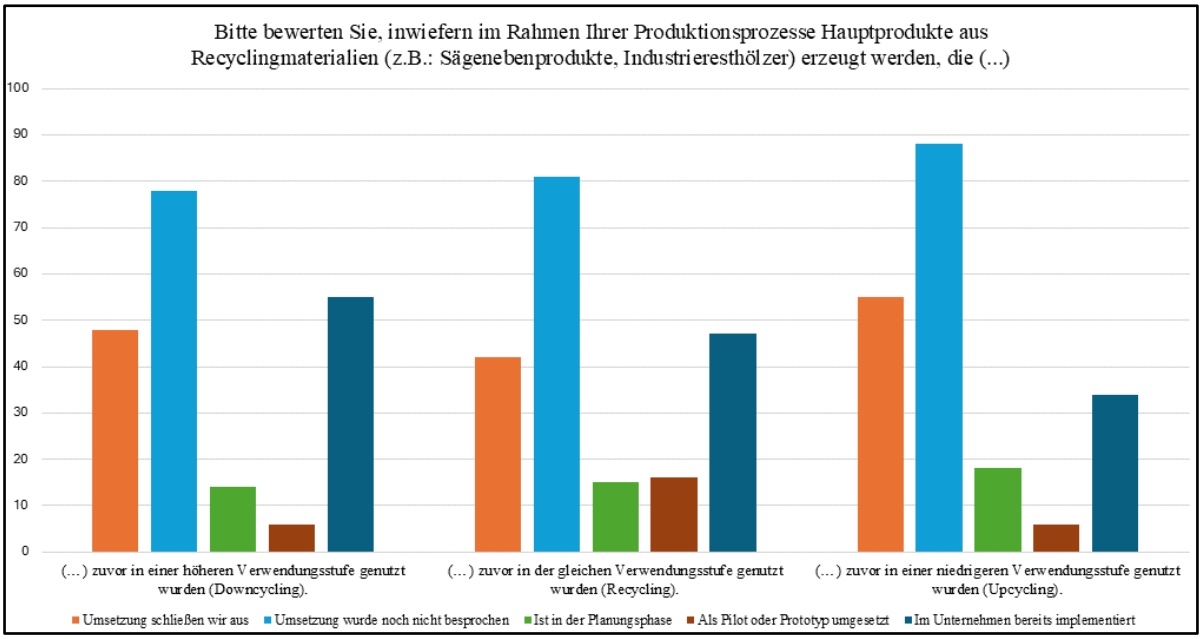
mannigfaltige Herausforderungen mit sich bringt. Lediglich neun Betriebe installieren hierfür digitale Produktkennzeichnungen (wie z.B. Chips, Sensoren oder QR-Codes), um Produktdaten dauerhaft zu sammeln. Weitere neun Firmen (4,5%) haben erste Prototypen umgesetzt und 33 Unternehmen (16,4%), insbesondere aus der Verpackungs-, Holzwerkstoff- und Fertighausindustrie, planen die Umsetzung.

Produktion

Die Produktionsaktivitäten werden in zwei Segmente unterteilt. Zum einen wird die Produktion der Hauptprodukte und zum anderen der Umgang mit den dabei anfallenden Nebenprodukten analysiert.

Im Rahmen dessen wurde untersucht, inwiefern die Primärprodukte aus Recyclingmaterialien (wie z.B. Sägenebenprodukten oder Industrierestholz) hergestellt werden. Dabei zeigt sich eine Polarisierung. 27,4% der Unternehmen praktizieren klassisches Downcycling, 23,4% betreiben Recycling und 16,9% Upcycling. Auf der anderen Seite schließen signifikante Anteile der Befragten derartige Aktivitäten aus. Beim Downcycling sind es 62,7%, beim Recycling 61,2% und beim Upcycling 71,1%.

Abbildung 5.2 Zirkularität in der Produktion der Hauptprodukte



Quelle: Eigene Darstellung

Die Wiederverwendung von Nebenprodukten erfolgt bereits in einem sehr breiten Spektrum der Unternehmen. Klassisches Downcycling, also zum Beispiel die energetische Verwertung der Produkte, wird von 152 Betrieben (75,6%) angewendet. Eine weitere stoffliche Nutzung der Nebenprodukte in der gleichen Nutzungsstufe in Form von Recycling wird von 47

Unternehmen (23,4%) umgesetzt. 27 Studienteilnehmer (13,4%) führen sogar Upcycling-Aktivitäten durch, um die Nebenprodukte in eine höhere stoffliche Verwendungsstufe zu überführen.

Ein ähnlich präzises Bild ergibt die Analyse der Energieerzeugung, welche von 126 Studienteilnehmern (62,7%) eigenständig, z.B. durch Biomassekraftwerke, durchgeführt wird. 92 Studienteilnehmer (45,8%) verwenden die erzeugte Energie sogar mehrfach, indem die Wärmeenergie aus der Trocknung auch zur Beheizung der Produktionshallen genutzt wird. 34 Unternehmen (16,9%) gaben zudem an, dass die Produktion nach Energie- und Umweltmanagementsystemen wie der ISO[6] 50001 zertifiziert ist. Hierbei handelt es sich jedoch ausschließlich um Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten.

Marketing und Vertrieb

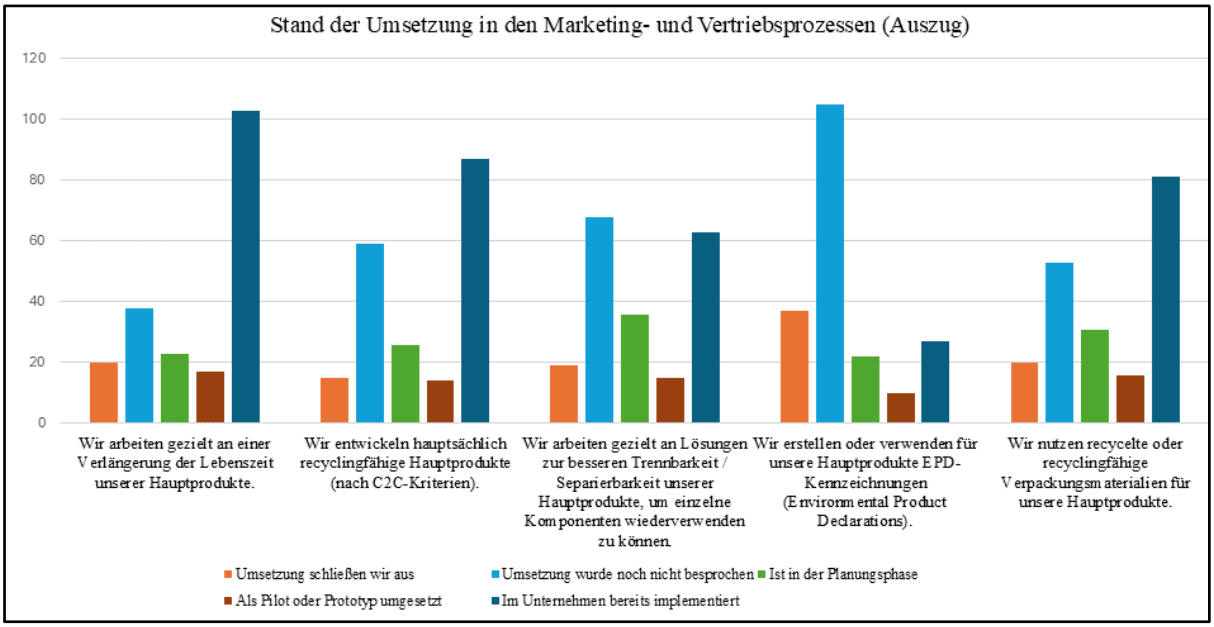
Die Marketing- und Vertriebsprozesse veranschaulichen in signifikanter Weise die charakteristischen Unterscheidungsmerkmale von Unternehmen, die einen ganzheitlich zirkulären Ansatz verfolgen. Das allgemeine Bestreben, die Lebensdauer der Hauptprodukte zu verlängern, hat sich in allen Unternehmensgrößen und Branchen durchgesetzt. Umgesetzt wird dies in 103 Unternehmen (51,2%) und geplant in weiteren 40 Betrieben (19,9%). Diese eindeutige Tendenz setzt sich auch bei der Entwicklung von überwiegend recyclingfähigen Hauptprodukten (87 Unternehmen, 43,3%) oder Verpackungsmaterialien (81 Unternehmen, 40,3%) fort.

Die Realisierung eines vollumfänglich kreislauforientierten Geschäftsmodells erfordert die Wiederverwendbarkeit der Produkte nach einem initialen Nutzungszyklus. In diesem Zusammenhang ist die Trennbarkeit der Hauptprodukte in einzelne Komponenten, die anschließend unterschiedlichen Verwendungsformen zugeführt werden können, eine substanzielle Voraussetzung. Unter dieser Prämisse ist es notwendig, entsprechende Anforderungen bereits in der Designphase der Produkte zu berücksichtigen. In 63 der befragten Unternehmen (31,3%) werden die Hauptprodukte so konzipiert, dass eine Separierbarkeit am Ende des Lebenszyklus gewährleistet ist, weitere 51 Betriebe (25,4%) befinden sich in der Planung. Von besonderer Signifikanz ist in dieser Hinsicht die Bedeutung derartiger Aktivitäten in der Fertighausindustrie, denn 25 von insgesamt 58 Studienteilnehmern haben entsprechende Tätigkeiten schon institutionalisiert. Auf dem darauffolgenden Platz ist die Verpackungsindustrie (elf Unternehmen) zu verorten. Darüber hinaus lassen die Ergebnisse erkennen, dass diese Aktivitäten von Unternehmen aus allen Größenklassen umgesetzt werden.

[6] Abkürzung für: International Organization for Standardization.

Daten spielen im Kontext der Kreislaufwirtschaft eine essenzielle Rolle. Diesbezüglich geht es sowohl um die Rückverfolgbarkeit der Produkte als auch um die nachhaltige Speicherung von Produktdaten. Mit einem Environmental Product Passport (EPD) können ökologische Nachhaltigkeitsdaten in einem standardisierten Format erfasst und entlang der Prozesskette weitergegeben werden. Derartige Systeme versetzen alle Akteure der Wertschöpfungskette in die Lage, wichtige Informationen für die zirkuläre Nutzung zu verwenden. Es geht aus den Ergebnissen hervor, dass der Einsatz von EPDs in der Praxis noch keine Relevanz besitzt. Gegenwärtig verwenden fünf Unternehmen (2,5%) EPDs und 13 weitere Studienteilnehmer (6,5%) planen deren Einführung. Entsprechende Konzepte sind aktuell vorwiegend in der Fußboden- und Holzwerkstoffindustrie etabliert. Am weitesten fortgeschritten sind die Planungsaktivitäten in der Fertighausindustrie.

Abbildung 5.3 Zirkularität in Marketing und Vertrieb



Quelle: Eigene Darstellung

Ein Materialkataster ist eine digitale Plattform, die Daten über die verbauten Materialien und Bauteile eines Gebäudes speichert, katalogisiert und somit einen digitalen Gebäudepass generiert. Dieses stellt ein wichtiges Instrument dar, um den Gebäudesektor dauerhaft als Rohstoffspeicher nutzen zu können. Entsprechende Plattformen ermöglichen eine langfristige Rückverfolgbarkeit der verbauten Produkte und deren Eigenschaften und Qualitäten. Bisher arbeiten erst neun Studienteilnehmer (4,5%) mit Materialkatastern, weitere 21 (10,5%) planen den Einsatz. Die Unternehmen, die bereits Materialkataster nutzen, kommen überwiegend aus der Fertighaus-, Fußboden- und Holzwerkstoffindustrie.

Ein weiteres Element der Vertriebssteuerung ist die Entwicklung von Rücknahmeprozessen zur Rückgewinnung der verkauften Produkte. Entsprechende Prozesse erfordern neben dem bereits beschriebenen Datenmanagement einen hohen logistischen Aufwand. Es handelt sich hierbei um komplexe Anforderungen, welche von sieben Unternehmen aus der Fertighausindustrie, sechs Unternehmen aus der Verpackungsindustrie, vier Unternehmen aus der Holzwerkstoffindustrie und drei Unternehmen aus der Fußbodenindustrie bereits erfüllt werden. Weitere zehn Unternehmen der Fertighausindustrie und sieben Unternehmen der Fußbodenindustrie beschäftigen sich mit der Umsetzung. Besonders weitreichend sind die Aktivitäten von fünf Unternehmen der Fertighausindustrie und sechs Unternehmen der Verpackungsindustrie, die sogar Rücknahmeverpflichtungen gegenüber ihren Kunden eingegangen sind. Insgesamt bieten 15 (7,5%) der 200 befragten Unternehmen vergleichbare Verpflichtungen an, wobei keines der Unternehmen mehr als 500 Mitarbeiter beschäftigt.

Sofern eine Rücknahme der Produkte von den Unternehmen angeboten wird, besteht ein nächster Schritt darin, den Kunden Cash-Back-Konzepte anzubieten. Zehn Organisationen (5,0%) aus der Stichprobe haben solche Leistungen bereits implementiert.

Im Rahmen der Kreislaufwirtschaft verliert der originäre Besitz von Gütern an Bedeutung, während die Nutzungsmöglichkeit an Relevanz gewinnt. Diesem Aspekt entsprechen nutzungsabhängige Distributionsmodelle wie u.a. Miet- oder Leasingkonzepte und Pay-as-you-use-Modelle. Sieben Unternehmen (3,5%) haben derzeit kongruente Mechanismen in ihre Geschäftsstrategie integriert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Unternehmensgröße keinen Einfluss auf die Umsetzung derartiger Modelle hat. Weitere 13 Studienteilnehmer (6,5%) aller Größenklassen planen die Einführung. Darunter befinden sich vier Unternehmen aus der Fußbodenindustrie.

Ziele im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft

Mit der Umsetzung zirkulärer Geschäftsmodelle sind vielfältige Ziele verbunden, die in der Analyse ein fragmentiertes Gesamtbild ergeben. Die größte Zustimmung unter den befragten Unternehmen findet die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen (35,9%). Obgleich die Regulatorik hinsichtlich der Kreislaufwirtschaft in Deutschland noch deutlich geringer ausgeprägt ist als beispielsweise in den Niederlanden, zeigt die hohe Bestätigung dennoch den Einfluss, den der Gesetzgeber über die Ordnungspolitik ausüben kann.

Eine signifikante Anzahl der Studienteilnehmer strebt durch Zirkularität außerdem eine Verbesserung der eigenen Reputation an (31,9%).

Die Holzversorgungssituation stellt ein kontrovers diskutiertes Thema dar. Neben der exponierten Lage des deutschen Waldes lassen auch gesetzliche Initiativen eine Verknappung der Verfügbarkeiten erwarten. Vor diesem Hintergrund erscheint es nachvollziehbar, dass 50 Unternehmen (24,9%) eine Verbesserung der Versorgungssituation zum Ziel haben.

Außerdem verfolgen 47 Studienteilnehmer (23,4%) durch die Kreislaufwirtschaft eine Differenzierung vom Wettbewerb und 44 Organisationen (21,9%) eine Kostenreduktion in der Produktion.

Wenig Zustimmung fand die Perspektive, durch Zirkularität Vorteile bei der Unternehmensfinanzierung erzielen zu können. Lediglich 18 Unternehmen (9%) haben dieser These vollständig zugestimmt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Initiativen des Finanzsektors zur Förderung von grünen Investitionen nicht ausreichend präsent oder präzise genug sind. Vor diesem Hintergrund besteht noch erhebliches Potenzial für die Verbesserung von Anreizsystemen.

Im Rahmen einer weiteren Analyse wurden lediglich die 20 zirkulärsten Unternehmen der Stichprobe untersucht und deren Zielvorstellungen evaluiert. Hierbei konnten keine signifikanten Unterschiede zum verbleibenden Teil der Stichprobe festgestellt werden. Die Differenzierung vom Wettbewerb wurde neben der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben am häufigsten genannt. Danach folgt der Wunsch nach einer Verbesserung der Reputation sowie das Ziel, die Versorgungssituation mit Rohstoffen zu verbessern. Auffallend ist, dass acht Betriebe Vorteile bei der Unternehmensfinanzierung anstreben, was unter den 20 zirkulärsten Unternehmen eine deutlich höhere Präsenz aufweist.

Die Tabelle A5.8 zeigt darüber hinaus weitere deskriptive Statistiken.

5.2 Korrelationsanalyse

Die Korrelationstabelle A5.3 gibt einen Überblick über die gegenseitigen Beziehungen durch bivariate Korrelationen und andere deskriptive Informationen wie Mittelwerte und Standardabweichungen zwischen den Schlüsselvariablen dieser Studie.

Es besteht ein signifikant positiver Zusammenhang (0,39**) zwischen der Kontrollvariable Stakeholder-Druck und der abhängigen Variable Grad der Zirkularität. Die weiteren Kontrollvariablen zeigen keinen signifikanten Zusammenhang mit der abhängigen Variable.

Die unabhängigen Variablen Innovationsführerschaft, Qualitätsführerschaft, Kostenführerschaft, dynamische Fähigkeiten und grünes Image zeigen überwiegend eine signifikant positive Korrelation mit der abhängigen Variable. Dabei weist das grüne Image die

höchste Korrelation auf (0,55**), gefolgt von den dynamischen Fähigkeiten (0,48**), der Innovation als Wettbewerbsstrategie (0,46**) sowie der Qualitätsführerschaft (0,21**). Die Ergebnisse der Kostenführerschaft sind nicht signifikant und negativ (-0,04).

5.3 Weitere Analysen und robustness check

In dieser Dissertation machten die Teilnehmer Angaben sowohl zu den endogenen als auch zu den exogenen Variablen, was die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines common method bias erhöht. Um dieses potenzielle Risiko zu verringern, wurden unterschiedliche Skalen zur Messung der abhängigen und unabhängigen Variablen verwendet und die Anonymität der Antworten ausdrücklich gewahrt. Des Weiteren misst die Bewertungsmethode der abhängigen Variable den spezifischen Grad der Umsetzung und nicht nur die individuelle Zustimmung.

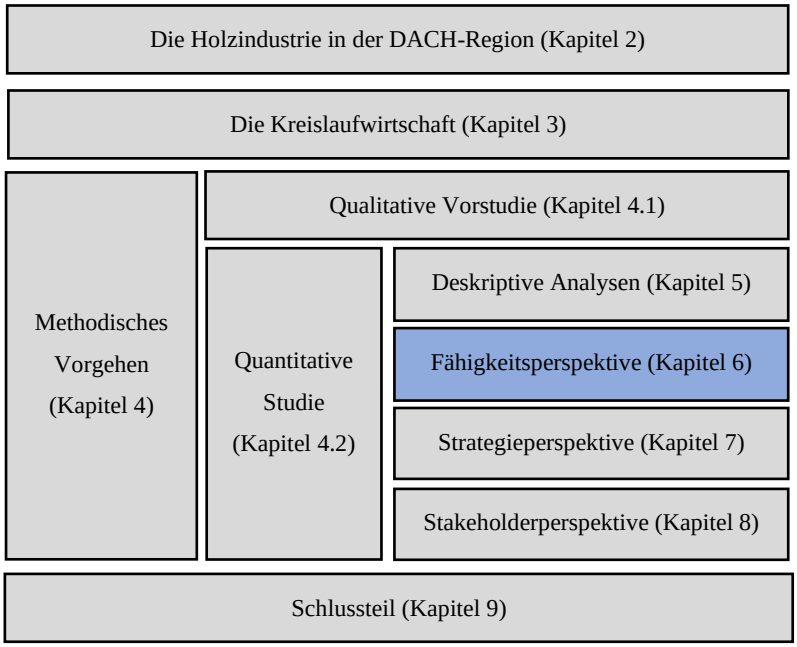
Zusätzlich wurde die Harman's-Single-Faktor-Analyse durchgeführt, um zu untersuchen, ob in der Studie das Risiko einer Verzerrung durch einen common method bias besteht. Dabei wurden alle unabhängigen und abhängigen Items berücksichtigt. Der prozentuale Anteil der Varianz im Extraktionsprozess betrug nur 21,1 %, sodass keine Verzerrung durch den common method bias festgestellt werden kann.

Ferner wurde untersucht, ob der Zeitpunkt der Beantwortung einen Einfluss auf die Ergebnisse hat. Dazu wurden die 100 Unternehmen, die zuerst und die 100 Organisationen, die zuletzt geantwortet hatten, analysiert. Die Ergebnisse werden in den Tabellen A5.6 und A5.7 gezeigt. Es wurde festgestellt, dass alle Variablen signifikant und in die gleiche Richtung weisend blieben.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass die Kontrollvariablen unterschiedliche Wirkungen gezeigt haben. Ein Größeneffekt ist erkennbar, da der Grad der Zirkularität mit zunehmender Unternehmensgröße steigt, wie in den Tabellen A5.4 und A5.5 präsentiert. Dieses Ergebnis stimmt nicht mit der Untersuchung von Mura et al. (2020) überein. Außerdem nimmt die Kreislaufwirtschaft mit dem wahrgenommenen Druck der Stakeholder zu. Hierzu ist auf die Analyse des Abschnitts 8 zu verweisen. Das Alter der Betriebe, die Branchenzugehörigkeit und die Profitabilität haben keinen Einfluss auf die Zirkularität.

6 Fähigkeitsperspektive

Im folgenden Abschnitt der Arbeit wird die erste Forschungsfrage (Welche Fähigkeiten benötigen Unternehmen, um Zirkularität zu erreichen?) beantwortet. Dafür werden die Definition und Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten (6.1), das Zusammenwirken mit Nachhaltigkeitsinnovationen (6.2) und mit der Kreislaufwirtschaft (6.3) vorgestellt. Auf dieser Grundlage werden Hypothesen entwickelt (6.4) und das Forschungsdesign erläutert (6.5). Abschließend werden die Ergebnisse präsentiert (6.6) und diskutiert (6.7).



6.1 Definition und Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten

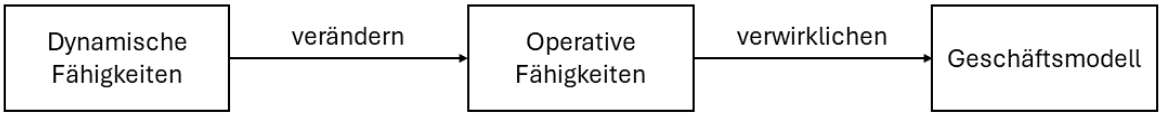
Der Ursprung der dynamischen Fähigkeiten liegt in der Forschungsarbeit von D. J. Teece et al. aus dem Jahr 1997 (D. J. Teece et al., 1997). Sie elaborieren, wie Unternehmen in einem kompetitiven Umfeld Wettbewerbsvorteile erzielen und aufrechterhalten können. Hierbei beziehen sich die Autoren auf ein Marktumfeld, welches sich in Anlehnung an Schumpeters Begriff der „kreativen Zerstörung“ aufgrund von Innovationen in einem ständigen Rivalitätsverhältnis befindet. Daraus resultiert ein kontinuierlicher Veränderungsprozess. Die Autoren präsentieren mit dem Konzept der dynamischen Fähigkeiten einen Ansatz, um zu erklären, warum bestimmte Unternehmen in diesem Umfeld erfolgreich sind.

Die dynamischen Fähigkeiten lassen sich als eine Erweiterung der ressourcenbasierten Sichtweise auf dynamische Märkte interpretieren (Helfat & Peteraf, 2003). Der Resource-Based View (RBV) fokussiert auf die aktuell verfügbaren Ressourcen eines Unternehmens, wobei diese als materielle und immaterielle Vermögenswerte sowie betriebliche Fähigkeiten definiert sind. Die Perspektive der dynamischen Fähigkeiten zielt primär auf eine gezielte Veränderung dieser Ressourcenbasis ab (Schilke et al., 2018).

Ein dynamisches Umfeld lässt sich durch zeitkritische Markteinführungsprozesse, ein hohes Innovationstempo und einen schwer vorhersehbaren Wettbewerb charakterisieren (D. J. Teece & Pisano, 1994). Fähigkeiten beziehen sich auf das strategische Management der Anpassung, Integration und Neukonfiguration von internen und externen Ressourcen und Kompetenzen an das sich verändernde Umfeld (D. J. Teece & Pisano, 1994). Erfolgreich sind Unternehmen, die eine kurze Reaktionszeit und schnelle Produktinnovationen vorweisen können und einhergehend interne und externe Kompetenzen zielgerichtet koordinieren (D. J. Teece et al., 1997). Diese Fähigkeiten können nicht durch finanzielle Mittel erworben werden, sondern sind die Folge eines inkrementellen Aufbauprozesses, der schrittweise erfolgt (D. J. Teece & Pisano, 1994).

Die dynamischen Fähigkeiten unterscheiden sich gegenüber den gewöhnlichen oder originären Fähigkeiten dadurch, dass sie schwer replizierbar sind (D. J. Teece, 2014). Eine weitere Differenzierung erfordert die Berücksichtigung dynamischer und operativer Fähigkeiten. Geschäftsmodelle bestehen aus operativen Kompetenzen wie Routinen und Anwendungspraktiken, welche die effiziente Wertschöpfung sicherstellen (Helfat & Winter, 2011). Dynamische Fähigkeiten stellen ein übergeordnetes Konstrukt dar und bedeuten Veränderungen dieser Kompetenzen zur Verwirklichung des Geschäftsmodells.

Abbildung 6.1 Dynamische und operative Fähigkeiten



Quelle: Eigene Darstellung

Wesentliche Bausteine der dynamischen Fähigkeiten sind Prozesse, Ressourcen und die Unternehmensstrategie (D. J. Teece, 2014). Prozesse stellen ein Mittel dar, um die Strategie und das Geschäftsmodell in die Routinen der Mitarbeiter einzubetten (D. J. Teece, 2014). Ressourcen umfassen nicht nur bilanzielle Vermögenswerte, sondern insbesondere das Humankapital (D. J. Teece, 2014). Die Strategie leitet das Management von Unternehmen und ermöglicht somit eine Allokation der knappen Ressourcen zur Befriedigung von Marktbedürfnissen und eine fortwährende Verbesserung der Prozesse (D. J. Teece, 2014).

Die dynamischen Fähigkeiten werden genutzt, um die individuelle Ressourcenbasis eines Unternehmens zu erschaffen, zu erweitern, zu verbessern, zu schützen und relevant zu halten (D. J. Teece, 2007). Sie gelten folglich als eine Quelle für Wettbewerbsvorteile (Collis & Anand, 2021; Schilke et al., 2018) und fördern die Umsetzung von Innovationen (Singh et al., 2022). Hierbei kann eine Differenzierung der Fähigkeiten in das Erkennen von Chancen (Sensing), das Ergreifen der Chancen (Seizing) und die Verbesserung, Kombination oder Rekonfiguration der Unternehmensressourcen (Transforming) erfolgen.

Sensing (Erkennen)

Sensing beschreibt die Fähigkeit, Marktchancen für das Unternehmen zu identifizieren und zu interpretieren (Helfat & Peteraf, 2015; Kump et al., 2019). Firmen können beispielsweise durch dezidierte Prozesse technische Informationen und Entwicklungen in der Wissenschaft sammeln oder Kundenbedürfnisse und Aktivitäten der Wettbewerber beobachten. Es genügt somit nicht, lediglich Investitionen in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen zu tätigen. Vielmehr erfordert es ein tiefgreifendes Verständnis struktureller Entwicklungen von Branchen und Märkten sowie der Veränderungen von Kundenanforderungen und möglichen Reaktionen von Lieferanten und Wettbewerbern (D. J. Teece, 2007). Eine Möglichkeit zur gezielten Suche nach Marktchancen ist die offene Innovation durch Kollaborationen mit Kunden, Lieferanten oder weiteren Partnern. Dabei kann die Zusammenarbeit von Unternehmen und Universitäten unterstützend wirken (D. J. Teece, 2007).

Seizing (Ergreifen)

Um die identifizierten Chancen nutzen zu können, müssen Unternehmen ihre Kompetenzen und Vermögenswerte dauerhaft erhalten und kontinuierlich verbessern. Sobald sich eine explizite Opportunität auftut, sind zudem konzertierte Investitionen in Technologien oder Konzepte erforderlich, um diese durch neue Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen zu ergreifen (Helfat & Peteraf, 2015; Kump et al., 2019; D. J. Teece, 2007). In diesem Zusammenhang müssen Unternehmen festlegen, wie sie dem Kunden einen Mehrwert bieten und wie sie diese Leistung monetarisieren können. Dies führt zu konvergenten Entscheidungen hinsichtlich der Ausgestaltung des Geschäftsmodells (D. J. Teece, 2007). Die Entwicklung, Anpassung, Verbesserung und Substitution des bestehenden Geschäftsmodells sind eine Grundlage für die dynamischen Fähigkeiten (D. J. Teece, 2007).

Transforming (Transformieren)

Unternehmen entwickeln sich häufig in einer pfadabhängigen Weise. Erfolge in bestimmten Produktbereichen oder Branchensegmenten führen regelmäßig zu weiteren Investitionen in diesen Bereichen. Derartige Tendenzen erschweren das Erkennen potenziell radikaler Innovationen (D. J. Teece, 2007). Ein Schlüssel für den dauerhaften Erfolg von Unternehmen liegt somit in der Neukombination von Strukturen und in der Rekonfiguration von Ressourcen, vor allem wenn Unternehmen wachsen und sich Märkte und Technologien verändern (Kump et al., 2019; D. J. Teece, 2007). Die Innovationsbereitschaft wird in Unternehmen behindert, wenn eine Abneigung dahingehend besteht, sich durch neue Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren selbst zu kannibalisieren (D. J. Teece, 2007). Für eine Erneuerung des Unternehmens sowie der inhärenten Routinen sind Führungsqualitäten des Topmanagements gefragt (D. J. Teece, 2007).

In der Forschung wird auf einem höheren Abstraktionsniveau zudem zwischen dynamischen Fähigkeiten erster und zweiter Ordnung unterschieden. Dynamische Fähigkeiten erster Ordnung betreffen Routinen, die die organisatorische Ressourcenbasis neu konfigurieren. Die dynamischen Fähigkeiten zweiter Ordnung rekonfigurieren die dynamischen Fähigkeiten erster Ordnung und ermöglichen somit deren Entwicklung und Veränderung (Schilke, 2014).

6.1.1 Abgrenzung zu den Konzepten von Eisenhardt und Zollo

Neben den Ausführungen von D. J. Teece (1994; 2007, 2014; 1997) bilden die Darlegungen von Eisenhardt und Martin (2000) sowie Zollo und Winter (2002) populäre Interpretationsmöglichkeiten der dynamischen Fähigkeiten.

Eisenhardt und Martin (2000) vertreten dabei eine prozessorientierte Sichtweise. Hierbei beziehen sie sich unter anderem auf Prozesse wie Allianzenbildung oder Produktentwicklung, deren strategischer Wert darin liegt, Ressourcen in wertschöpfende Strategien umzuwandeln. Dynamische Fähigkeiten werden als Werkzeuge bezeichnet, um die bestehende Ressourcenkonfiguration zu verbessern oder zu manipulieren (Eisenhardt & Martin, 2000). Die Wissenschaftler argumentieren, dass langfristige Wettbewerbsvorteile in der Ressourcenkonfiguration liegen, die Manager mithilfe dynamischer Fähigkeiten aufbauen, und nicht in den dynamischen Fähigkeiten selbst (Eisenhardt & Martin, 2000). Die dynamischen Fähigkeiten ermöglichen es Unternehmen folglich, die vorhandenen Ressourcen und Fähigkeiten schneller und effektiver einzusetzen, um auf Marktveränderungen zu reagieren und Chancen zu nutzen. Des Weiteren wird erörtert, dass die Dauer von Wettbewerbsvorteilen in dynamischen Märkten unvorhersehbar ist und die dynamischen Fähigkeiten selbst instabil sind (Eisenhardt & Martin, 2000). Die Autoren erläutern zudem, dass dezidierte Ressourcenkombinationen in bestimmten Situationen, zum Beispiel bei erheblichen Größenvorteilen, zwar zu Wettbewerbsvorteilen führen können, diese auf dynamischen Märkten jedoch generell eher selten erreicht werden (Eisenhardt & Martin, 2000). Außerdem betonen die Wissenschaftler, dass die dynamischen Fähigkeiten homogener und austauschbarer sind, als in divergierenden Arbeiten angenommen wird (Eisenhardt & Martin, 2000).

Zollo und Winter (2002) hinterfragen das Vorhandensein von sich schnell verändernden Umwelten als Voraussetzung für das Entstehen von dynamischen Fähigkeiten. Die Autoren führen diesbezüglich an, dass Unternehmen auch in einem Umfeld mit geringerer Veränderungsrate Kompetenzen aufbauen, integrieren und rekonfigurieren. Dynamische Fähigkeiten werden als ein stabiles Muster kollektiver Aktivitäten interpretiert, durch das die Organisation systematisch ihre Betriebsroutinen im Streben nach verbesserter Effektivität entwickelt und verändert (Zollo & Winter, 2002). Die dynamischen Fähigkeiten beziehen sich folglich stärker auf Routinen und weniger auf allgemeine Kompetenzen (Zollo & Winter, 2002). Diese Fähigkeiten sind eine Folge der Akkumulation früherer Erfahrungen, der Wissensartikulation sowie der Wissenskodifizierungsprozesse (Zollo & Winter, 2002). Lernmechanismen stellen einen zentralen Faktor zur Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten dar (Zollo & Winter, 2002).

6.2 Dynamische Fähigkeiten und Nachhaltigkeitsinnovationen

Nachhaltigkeit bezieht sich in diesem Zusammenhang sowohl auf die Entwicklung nachhaltiger Innovationen im Kontext von Produkten oder Prozessen als auch auf die Konstruktion nachhaltiger Geschäftsmodelle. Bocken et al. haben nachhaltige Geschäftsmodelle wie folgt definiert:

> *"Innovations that create significant positive and/or significantly reduced negative impacts for the environment and/or society, through changes in the way the organisation and its value-network create, deliver value and capture value (i.e. create economic value) or change their value propositions."* (Bocken et al., 2014, S.44)

Nachhaltige Geschäftsmodellinnovationen stellen somit eine besondere Form der Geschäftsmodellinnovation dar.

Im wissenschaftlichen Diskurs wurde eine positive Wirkung der dynamischen Fähigkeiten auf Nachhaltigkeitsinnovationen herausgearbeitet (Arranz et al., 2020; Bocken et al., 2014; Inigo et al., 2017). Oliveira-Dias et al. (2022) haben brasilianische Start-ups im Logistiksektor in einer Fallstudie untersucht. Sie konnten konstatieren, dass die dynamischen Fähigkeiten die Entwicklung nachhaltiger Geschäftsmodelle unterstützen und als interne Triebkräfte interpretiert werden können.

Guo et al. (2022) bestätigen in einer Längsschnittstudie eines chinesischen Abwasserunternehmens über einen Zeitraum von 15 Jahren den positiven Einfluss. Dabei haben die Autoren festgestellt, dass sich die Auswirkungen der unterschiedlichen Mikrogrundlagen (Sensing, Seizing, Reconfiguring) im Zeitverlauf verändern. Für eine genauere Analyse haben die Wissenschaftler das originäre Modell von D. J. Teece (2007) um eine Lern-, Integrations- und Koordinationsfähigkeit erweitert. In Anlehnung an Pavlou und El Sawy (2011) bedeutet Lernfähigkeit die Neugestaltung bestehender Kompetenzen aufgrund neuen Wissens. Die Integrationsfähigkeit bezieht sich auf die Integration dieses Wissens, sowohl in Bezug auf Einzelpersonen als auch auf das gesamte Unternehmen. Die Koordinationsfähigkeit beschreibt die Orchestrierung von Aufgaben und Aktivitäten, um neu erlernte Kenntnisse zu nutzen. Hierbei wird erläutert, dass Sensing- und Lernfähigkeiten in der Frühphase eines Unternehmens von Relevanz sind. Nachdem ein stärkerer Fokus auf technologische Innovationen gelegt wurde, gewann neben der Lernfähigkeit die Integrationsfähigkeit größere Bedeutung. Mit einer höheren Gewichtung von Social Responsibility steigt der Einfluss der Koordinationsfähigkeit, während die Wichtigkeit der Integrationsfähigkeit bestehen bleibt.

In einer Fallstudie haben Mousavi und Bossink (2017) gezeigt, dass Unternehmen durch ihre dynamischen Fähigkeiten in der Lage sind, nachhaltige Innovationen umzusetzen. Dabei haben die Wissenschaftler bestätigt, dass Sensing-, Seizing- und Reconfiguring-Fähigkeiten einen positiven Einfluss besitzen. In einer genaueren Betrachtung konnte dargelegt werden, dass interne Quellen die bedeutsamsten Informationen für Nachhaltigkeitsinnovationen hervorbringen. In diesem Zusammenhang haben die Autoren unter anderem Umweltmanagementsysteme und Umweltaudits als Beispiele genannt. Im Bereich der Seizing-Aktivitäten wurden Mitarbeiterschulungen als ein probates Mittel eingestuft, um die besten Praktiken im Unternehmen implementieren zu können. Das Entwickeln neuer Routinen hilft Unternehmen außerdem dabei, bestehende Muster und Abläufe sowie Prozesse zur Entscheidungsfindung im Unternehmen kontinuierlich zu verändern.

Singh et al. (2022) zeigen in einer quantitativen Studie mit kleinen und mittelständischen Produktionsunternehmen aus den Vereinigten Arabischen Emiraten, dass grüne dynamische Fähigkeiten zu mehr grünen Innovationen führen.

Der positive Einfluss der dynamischen Fähigkeiten auf Nachhaltigkeitsinnovationen lässt den Rückschluss zu, dass im Zusammenhang mit kreislauforientierten Innovationen ein konvergentes Verhalten zu beobachten ist.

6.3 Dynamische Fähigkeiten und die Kreislaufwirtschaft

Die dynamischen Fähigkeiten sind ein populäres Modell zur Erklärung von Innovationen und stellen insbesondere im Segment der Nachhaltigkeitsinnovationen ein verbreitetes Konstrukt dar. Bisher gibt es jedoch lediglich eine begrenzte Anzahl an Forschungsarbeiten, die den Zusammenhang zwischen den dynamischen Fähigkeiten und der Kreislaufwirtschaft untersuchen (Elf et al., 2022; Salmi & Kaipia, 2022; Scarpellini, Marín-Vinuesa et al., 2020). Eine Erweiterung in diesem Forschungsfeld könnte daher einen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs leisten (Pieroni et al., 2019; Prieto-Sandoval et al., 2019). Darüber hinaus bedarf es weiterer quantitativer Erhebungen, um die oftmals qualitativ oder konzeptionell hergeleiteten Ergebnisse zu verifizieren (Elf et al., 2022; Kirchherr & van Santen, 2019). Ein Grund wird in der Herausforderung hinsichtlich der Messung des Grades der Zirkularität verortet (Scarpellini, Marín-Vinuesa et al., 2020). Zudem wurden die empirischen Arbeiten häufig mit kleinen Stichproben durchgeführt (Kirchherr & van Santen, 2019).

Der Verfasser dieser Dissertation hat zwei wissenschaftliche Aufsätze identifiziert, die als Ausgangspunkt für die weitere Bearbeitung des Zusammenwirkens der dynamischen Fähigkeiten und der Zirkularität herangezogen werden.

Die qualitative Studie von Santa-Maria et al. (2022) verwendet einen explorativen Ansatz mit mehreren Fallstudien, um herauszufinden, welche Praktiken der Transformation zu zirkulären Geschäftsmodellen in etablierten Unternehmen zugrunde liegen. Die Wissenschaftler haben eine explorative Multiple-Case-Studie über zehn etablierte Unternehmen durchgeführt, die ein zirkuläres Geschäftsmodell erfolgreich implementiert haben. Ziel war es, Einblicke in die Prozesse und Aktivitäten zu gewinnen, um zu verstehen, wie ein lineares Geschäftsmodell durch dynamische Fähigkeiten in ein zirkuläres Geschäftsmodell transformiert wird. Dabei konzentrieren sich die Autoren vor allem auf die Mikrogrundlagen der dynamischen Fähigkeiten.

Im Rahmen der Studie haben die Wissenschaftler 26 Praktiken in Form von Fähigkeiten, Prozessen, Verfahren und Aktivitäten identifiziert. Diese Praktiken sind aus Sicht der Autoren substanzielle Faktoren, welche die Entwicklung eines zirkulären Geschäftsmodells ermöglichen. In einem nächsten Schritt wurden die 26 Praktiken in 12 Kategorien gruppiert und schließlich in die drei Mikrogrundlagen Sensing, Seizing und Transforming aggregiert. Durch die zusätzliche Einbeziehung bestehender theoretischer Determinanten wurden die Kategorien auf 14 erweitert.

Die darauf aufbauende Cross-Case-Analyse führte zu einer Identifikation der wichtigsten Mikrogrundlagen: Adaption einer Lebenszyklusperspektive, Einführung von Umweltmanagementinstrumenten, Entwicklung von Wertversprechen mit ökologischen oder sozialen Auswirkungen, Aufbau einer Nachhaltigkeitsstrategie und -kultur, Kollaboration mit strategischen Partnern und Co-Creation, Fähigkeiten zur Integration von Stakeholdern und zur Koordination von Partnern im Unternehmens-Ökosystem. Die Autoren haben mit ihrer Arbeit bestätigt, dass dynamische Fähigkeiten die Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle vorantreiben. Sie empfehlen, die Ergebnisse in größeren quantitativen Studien zu testen und dabei weitere Kontrollvariablen wie Branche, Unternehmensgröße oder die Nachhaltigkeitsstrategie einzubeziehen. Darüber hinaus erläutern die Wissenschaftler, dass zur Quantifizierung der dynamischen Fähigkeiten Methoden aus früheren Forschungsarbeiten, wie zum Beispiel von Kump et al. (2019), berücksichtigt werden können.

In einer Studie von O. Khan et al. aus dem Jahr 2020 wurde die Rolle der dynamischen Fähigkeiten bei der Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle mithilfe einer Strukturgleichungsmodellierung untersucht. Im Kontext dieser Arbeit wurde ein Fragebogen an 2.969 italienische Produktionsunternehmen versendet, von denen 220 für die spätere Analyse verwendet werden konnten. Für die Bewertung des Grades der Zirkularität wurden zehn Indikatoren aus der bestehenden Literatur adaptiert oder zum Teil eigenständig entwickelt.

Diese Determinanten wurden in die Segmente Design und Produktion, Verbrauch und Sammlung sowie Recycling und Beschaffung subsumiert. Die Quantifizierung der dynamischen Fähigkeiten erfolgte durch 30 Faktoren, welche den drei Mikrogrundlagen Sensing, Seizing und Reconfiguring zugeordnet wurden.

Die Ergebnisse der Forschungsstudie unterstreichen die Signifikanz der dynamischen Fähigkeiten für die Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle. Hierbei obliegt allen drei Mikrogrundlagen eine Bedeutung im Rahmen der Umsetzung. Zudem verbessert die Implementierung zirkulärer Geschäftsmodelle die ökonomische Performance, die Wettbewerbsfähigkeit sowie die Reputation der untersuchten Unternehmen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der wirtschaftliche Erfolg durch eine Selbstauskunft der Teilnehmer gemessen wurde und es dadurch zu Ungenauigkeiten und Falschaussagen kommen kann. Zudem sollten die Ergebnisse in anderen Ländern und divergierenden Wirtschaftszweigen untersucht werden (O. Khan et al., 2020b).

Die positiven Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten auf die Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle werden in weiteren Publikationen bestätigt (Coppola et al., 2023; Donner & Vries, 2021; Köhler et al., 2022; Marrucci et al., 2022; Prieto-Sandoval et al., 2019; Scarpellini, Marín-Vinuesa et al., 2020; Sehnem et al., 2022; van Eechoud & Ganzaroli, 2023). Dieser positive Zusammenhang wurde zudem explizit für kleine und mittelständische Unternehmen verifiziert (Elf et al., 2022; O. Khan et al., 2020b). Ferner wurde die positive Wirkung in unterschiedlichen Wirtschaftszweigen herausgearbeitet, wie zum Beispiel in der Textilindustrie (Salmi & Kaipia, 2022), in Produktionsunternehmen (O. Khan et al., 2020b) oder verbrauchernahen Organisationen (Bocken & Konietzko, 2022). In der Arbeit von Bocken und Konietzko (2022) wurde zudem auf die Bedeutung der Mikrogrundlagen hingewiesen.

6.4 Hypothesenentwicklung

Der Begriff der dynamischen Fähigkeiten bezeichnet die Befähigung eines Unternehmens, seine Kompetenzen als Reaktion auf das sich verändernde Unternehmensumfeld effektiv zu integrieren, zu entwickeln und anzupassen (Eisenhardt & Martin, 2000; D. J. Teece et al., 1997). Sie lassen sich anhand der Komponenten Sensing, Seizing und Transforming charakterisieren. Im Kontext nachhaltiger Innovationen können sie in Anlehnung an Bocken und Geradts (2020) wie folgt definiert werden:

Sensing

Unter Sensing wird die aktive Erkennung und Bewertung von Nachhaltigkeitsthemen als potenzielle Geschäftschancen durch Unternehmen verstanden (McWilliams & Siegel, 2011).

Seizing

Seizing beinhaltet die strategische Mobilisierung von Ressourcen, um Nachhaltigkeitschancen zu nutzen und daraus greifbaren Wert zu generieren (D. J. Teece, 2018).

Transforming

Transforming umfasst die kontinuierliche Revitalisierung der organisatorischen Kompetenzen, um den Übergang zu einem nachhaltigen Unternehmen zu fördern und neue Konzepte umweltorientierter Geschäftsmodelle umzusetzen (D. J. Teece, 2018).

In der Konsequenz lässt sich ableiten, dass Unternehmen mit ausgeprägten dynamischen Fähigkeiten proaktive Umweltstrategien und -aktivitäten als Wettbewerbsvorteil in einem dynamischen Umfeld verfolgen. Daher ist anzunehmen, dass diese Betriebe eine höhere Zirkularität aufweisen.

Zudem betonen die Ergebnisse der Literaturrecherche die positiven Effekte der dynamischen Fähigkeiten in Bezug auf Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft. Die Forschungsarbeiten unterstreichen, dass lineare Geschäftsmodelle und die damit zusammenhängenden operativen Fähigkeiten nur unzureichend auf zirkuläre Geschäftsmodelle übertragen werden können (van Loon et al., 2018). Um diesen Veränderungsprozess zu initialisieren, fehlen den Unternehmen oftmals die spezifischen Fähigkeiten, um neuartige Produkte, Serviceleistungen oder Prozesse zu entwickeln (Shao et al., 2023).

Unternehmen mit ausgeprägten dynamischen Fähigkeiten besitzen hingegen die erforderlichen Kompetenzen. Die Recherche stützt somit die erwarteten förderlichen Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität, was zur Formulierung folgender Hypothesen (H) führt:

H1: Dynamische Fähigkeiten stehen in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

H1a: Sensing-Fähigkeiten stehen in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

H1b: Seizing-Fähigkeiten stehen in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

H1c: Transforming-Fähigkeiten stehen in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

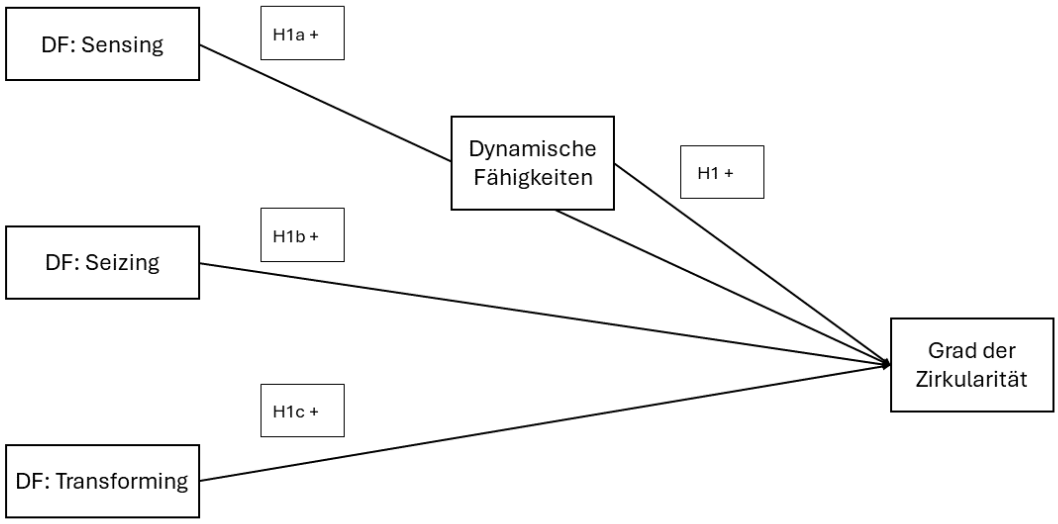
6.5 Forschungsdesign und Variablen

Zur Messung der dynamischen Fähigkeiten wurde die Skala von Kump et al. (2019) verwendet, die auf der Arbeit von D. J. Teece (2007) basiert. Dieser hat eine empirisch validierte Version entwickelt, die eine Unterscheidung in Sensing-, Seizing- und Transforming-Fähigkeiten beinhaltet. Die erstellte Skala besteht aus 14 Items, die auf einer fünfstufigen Likert-Skala von "stimme nicht zu" bis "stimme zu" beantwortet werden.

Alle 14 Items wurden summiert, um einen zusammengesetzten Index zu generieren. Dieser Ansatz wurde in früheren Forschungsarbeiten regelmäßig verwendet und gilt als zuverlässig, wenn es darum geht, aus mehreren Determinanten ein aggregiertes Maß für die Auswertung zu erstellen (Latcheva & Davidov, 2014). Die ursprüngliche, von D. J. Teece (2007) entwickelte Skala wird in der Literatur zu dynamischen Fähigkeiten häufig zitiert. Die Version von Kump et al. (2019) ermöglicht eine weitere Validierung und Verfeinerung der ursprünglichen Skala.

Im Folgenden wird das Forschungsdesign präsentiert, welches den Zusammenhang zwischen den dynamischen Fähigkeiten, unterteilt in die Komponenten Sensing, Seizing und Transforming, und deren Einfluss auf den Grad der Zirkularität aufzeigt. Darüber hinaus werden neben den direkten Auswirkungen der drei Mikrogrundlagen auch die aggregierte Dimension der dynamischen Fähigkeiten und die daraus resultierenden Auswirkungen auf den Grad der Zirkularität untersucht. Das Forschungsdesign lässt sich zusammenfassend wie in Abbildung 6.2 darstellen:

Abbildung 6.2 Forschungsdesign Fähigkeitsperspektive



Quelle: Eigene Darstellung

Die Verwendung einer validierten Bewertungsmethode zur Messung dynamischer Fähigkeiten bietet einen stringenten und standardisierten Ausgangspunkt für die Forschung. Dieser Ansatz ermöglicht zuverlässigere und validere Ergebnisse, die mit anderen Studien, die dieselbe Methodik verwenden, verglichen werden können. Darüber hinaus wurde Cronbachs Alpha für die angewandte Skala eruiert, das bei 0,89 liegt (Tabelle A5.8).

6.6 Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die dynamischen Fähigkeiten einen positiven Zusammenhang mit dem Grad der Kreislaufwirtschaft aufweisen. Der Effekt der Hypothese 1 ist signifikant und in der erwarteten Richtung ($\beta = 0{,}97$, $p < ,001$), sodass diese Hypothese bestätigt wird. Darüber hinaus besitzen alle Mikrogrundlagen der dynamischen Fähigkeiten ebenfalls einen signifikanten und positiven Einfluss auf den Grad der Zirkularität. Am stärksten ist der Zusammenhang bei den Seizing-Aktivitäten ($\beta = 2{,}17$, $p < ,001$), gefolgt von den Transforming-Aktivitäten ($\beta = 1{,}88$, $p < ,001$) und den Sensing-Aktivitäten ($\beta = 1{,}72$, $p < ,001$). Folglich werden auch die Hypothesen 1a, 1b und 1c bestätigt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle A6.1 ersichtlich.

Zusätzlich wurde untersucht, ob eine aktivitätsbasierte Differenzierung der abhängigen Variable in die Segmente Supply-Chain, Produktion sowie Marketing und Vertrieb divergierende Ergebnisse hervorbringt. Die Resultate illustrieren, dass die dynamischen Fähigkeiten einen signifikant positiven Einfluss auf jedes der drei Subsegmente haben. Der Effekt ist im Kontext der Produktion am geringsten ($\beta = 0{,}21$, $p = ,002$), gefolgt von der Supply-Chain ($\beta = 0{,}26$, $p < ,001$) sowie dem Bereich Marketing und Vertrieb ($\beta = 0{,}44$, $p < ,001$). Nachzuvollziehen sind die Ergebnisse in der Tabelle A6.3.

Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Unternehmensgröße einen Einfluss auf die Umsetzung der Zirkularität hat. Alle drei damit zusammenhängenden Kontrollvariablen sind signifikant negativ, sodass interpretiert werden kann, dass kleinere und mittlere Unternehmen tendenziell weniger zirkulär sind. Darüber hinaus zeigt die Analyse, dass die Kontrollvariable Stakeholder-Druck ebenfalls einen signifikant positiven Einfluss auf den Grad der Zirkularität ausübt.

6.6.1 Post-hoc Analyse

Die durchgeführten Analysen haben ergeben, dass der Stakeholder-Druck einen signifikant positiven Effekt auf den Grad der Zirkularität besitzt. In der Folge wurde eine Post-hoc-Analyse durchgeführt, um zu eruieren, ob sich die Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten

verändern, wenn der Stakeholder-Druck steigt. Diese Vermutung lässt sich daraus ableiten, dass die Effekte der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität höher sind, wenn der Stakeholder-Druck als Kontrollvariable entfernt wird.

Im Rahmen der Analyse wurde eine Interaktion aus dem Stakeholder-Druck und den dynamischen Fähigkeiten gebildet und die Beziehung zum Grad der Zirkularität untersucht. Die Resultate veranschaulichen, dass die Interaktion zu einem negativen Regressionskoeffizienten führt. Daraus könnte geschlussfolgert werden, dass der Druck der Stakeholder den Einfluss der dynamischen Fähigkeiten abschwächt (ß = -,01). Das Ergebnis ist jedoch nicht signifikant (p = ,640), sodass die Implikation in weiteren Studien analysiert werden sollte.

In einem Working Paper haben Block et al. (2024) die Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten auf die Circular Value Proposition untersucht. Die Wissenschaftler konnten bestätigen, dass die dynamischen Fähigkeiten grundsätzlich positive Effekte auf die Circular Value Proposition besitzen. Bei steigendem Druck zeigt sich jedoch, dass die Wirkung der dynamischen Fähigkeiten einen negativen Charakter annimmt. Die Argumentation besagt, dass der Druck der Stakeholder dazu führt, dass die Entwicklung von Zirkularität als Bedrohung wahrgenommen wird und die dynamischen Fähigkeiten dann keine wirkungsvolle Rolle mehr besitzen (Block et al., 2024). Aktive Handlungen als Reaktion auf eine wahrgenommene Chance werden durch reaktives Verhalten ersetzt (Osiyevskyy & Dewald, 2015).

Die Resultate eröffnen ein weiteres Forschungsfeld, da sie die Validität bestehender Ergebnisse im Bereich der dynamischen Fähigkeiten und der Kreislaufwirtschaft hinterfragen und die Komplexität des Zusammenwirkens verdeutlichen. In bisherigen Arbeiten wurde unter anderem darauf hingewiesen, dass der Stakeholder-Druck indirekt durch die grünen dynamischen Fähigkeiten das Ausmaß grüner Innovationen positiv beeinflusst (Singh et al., 2022). Insgesamt lässt sich festhalten, dass dieser Forschungsbereich bisher nur wenig untersucht wurde. Daher bieten sowohl die Verifizierung der retrograden Ergebnisse als auch die grundsätzliche Entwicklung dieses inhaltlichen Feldes zukünftige Forschungsmöglichkeiten.

6.7 Diskussion und Implikationen

Das Ziel dieses Abschnitts der Dissertation war es, die Frage zu beantworten, welche Fähigkeiten zu Zirkularität in Unternehmen führen. Im Rahmen der Analyse wurden vier Hypothesen aufgestellt, die durch die Studie allesamt bestätigt wurden.

F1: Welche Fähigkeiten benötigen Unternehmen, um Zirkularität zu erreichen?

Die Studie zeigt, dass das Konzept der dynamischen Fähigkeiten bei niedrigem Stakeholder-Druck einen positiven Effekt auf den Grad der Zirkularität hat. Zusätzlich konnte verifiziert werden, dass alle Mikrogrundlagen ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Zirkularität in Unternehmen ausüben. Dabei wurde der stärkste Effekt im Segment der Seizing-Aktivitäten identifiziert.

Die positive Wirkung der dynamischen Fähigkeiten stimmt mit der Forschung von Santa-Maria et al. (2022) überein. Die Arbeit von Santa-Maria et al. (2022) konnte zudem erweitert werden, indem die qualitativen Erkenntnisse in einer quantitativen Studie bestätigt wurden. Des Weiteren wurden die Kontrollvariablen um einen Branchenzweig sowie die Unternehmensgröße ergänzt. Zur Messung der dynamischen Fähigkeiten wurde die Skala von Kump et al. (2019) berücksichtigt, wie in den Ausführungen von Santa-Maria et al. (2022) empfohlen. Zudem lässt sich eruieren, dass alle Mikrogrundlagen förderlich auf die Kreislaufwirtschaft wirken, was mit der Studie von O. Khan et al. (2020b) korreliert. In der Folge unterstützt dieser Teil der Ergebnisse die bisherige Forschung zu dynamischen Fähigkeiten und der Kreislaufwirtschaft.

Die bestehenden Forschungsarbeiten wurden zudem dahingehend erweitert, dass die abhängige Variable durch ein ganzheitliches Bewertungssystem eines aktivitätsbasierten Geschäftsmodells analysiert wurde und nicht ausschließlich Teilbereiche Berücksichtigung fanden. Der größte Effekt der dynamischen Fähigkeiten zeigte sich im Bereich Marketing und Vertrieb. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Unternehmen in der Produktion und der Supply-Chain über spezifisches Know-how verfügen, welches aus der Weiterentwicklung ihrer operativen Kompetenzen zur Steigerung des Unternehmenserfolgs resultiert. Im Bereich Marketing und Vertrieb sind aufgrund der Komplexität, z.B. von Rücknahmeprozessen, erhebliche Veränderungen der Geschäftsprozesse erforderlich. Diese Kenntnisse sind nicht das Ergebnis der operativen Geschäftstätigkeit, sondern werden durch spezifische Kompetenzen, wie dynamische Fähigkeiten, entwickelt. In diesem Kontext haben die Modelle somit den größten Einfluss.

Post-hoc-Analyse

Ferner eröffnet die Berücksichtigung des Stakeholder-Drucks zusätzliche Forschungsmöglichkeiten. Die negative Interaktion aus Stakeholder-Druck und den dynamischen Fähigkeiten lässt vermuten, dass die Darstellung von Santa-Maria et al. (2022) zu trivial ist. Die negative Moderation gilt es in weiteren Studien zu bestätigen. Aus der Beobachtung, dass der Stakeholder-Druck die Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten negativ beeinflusst, lässt sich ableiten, dass es sich um einen substitutiven Effekt handelt. Dieses Ergebnis steht in einem Widerspruch zu den Erwartungen, dass der Druck der Stakeholder eine Katalysator-Wirkung haben könnte.

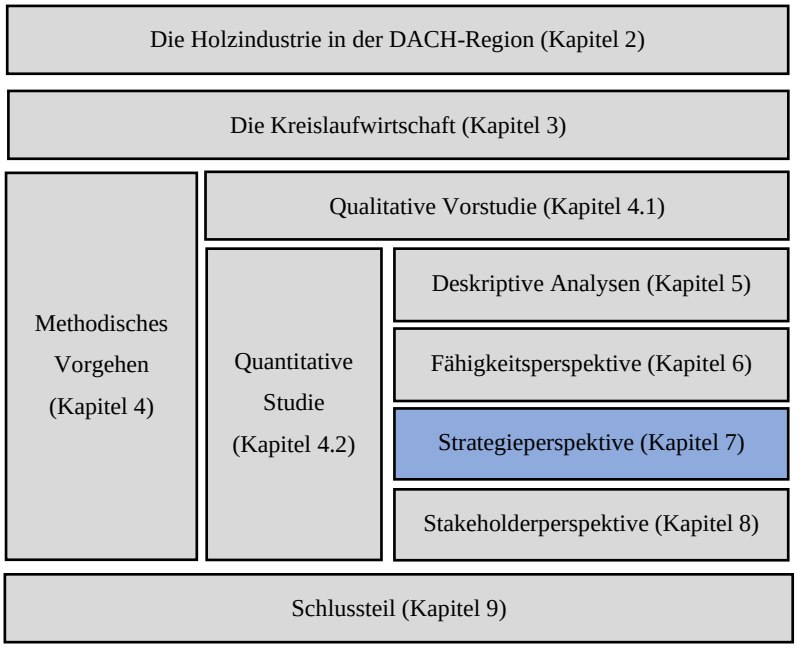
6.7.1 Implikationen für die Unternehmenspraxis

Die Analyse zeigt, dass dynamische Fähigkeiten eine besondere Relevanz für Organisationen haben, um einen hohen Grad an Zirkularität zu erreichen. Aus diesem vereinfachten Modell ergeben sich drei entscheidende Implikationen für Unternehmen. Es ist erforderlich, eine Geschäftseinheit wie beispielsweise die Marktforschung zu etablieren, die kontinuierlich nach Veränderungen im Geschäftsumfeld sucht und diese analysiert. Auf dieser Grundlage sind Innovationsprozesse nötig, um die relevantesten Chancen aus der Vielzahl der unterschiedlichen Marktentwicklungen zu identifizieren. Schließlich sollten Umsetzungsinitiativen entwickelt werden, um die theoretischen Implikationen in die praktische Implementierung zu überführen. Diese Empfehlungen gelten jedoch nur, wenn ein geringer Druck durch Stakeholder wahrgenommen wird.

Eine tiefergehende Analyse zeigt, dass die Stakeholder die Unternehmen bei der Initiative, Zirkularität zu erreichen, substanziell beeinflussen können. Sobald der Druck durch die Anspruchsgruppen steigt, sind die dynamischen Fähigkeiten nicht mehr ausreichend. Die wahrgenommene Bedrohung führt zu einem reaktiven Verhalten und ersetzt die positive direkte Wirkung der dynamischen Fähigkeiten.

7 Strategieperspektive

In diesem Kapitel der Dissertation werden die Forschungsfragen zwei (Welche Strategie führt zu Zirkularität?) und drei (Auf welche Weise ergänzen sich Strategie und Fähigkeiten in diesem Kontext?) beantwortet. Der Abschnitt beginnt mit einer Definition zentraler Begrifflichkeiten sowie einer Darstellung der Entwicklung der Strategie-Theorie (7.1). Im Anschluss wird das Zusammenwirken der Wettbewerbsstrategien und Nachhaltigkeitsinnovationen (7.2) sowie der Kreislaufwirtschaft (7.3) erläutert. Diese Ausführungen dienen als Basis für die Entwicklung der Hypothesen (7.4) und des Forschungsdesigns (7.5). Zuletzt werden die Ergebnisse präsentiert (7.6) und diskutiert (7.7).



7.1 Definition und Entwicklung der Strategie-Theorie

Laut Porter (1991) ist die zentrale Frage der Strategie, warum Unternehmen erfolgreich sind oder scheitern. Diese Frage ist untrennbar mit der Differenzierung von Unternehmen, ihrem Verhalten, ihrer Strategie und ihrer Führung verbunden (Porter, 1991). Im Zuge der Entwicklung einer Wettbewerbsstrategie geht es um eine Formel dafür, wie eine Unternehmung im Wettbewerb bestehen will, welche Ziele sie verfolgt und welche Maßnahmen erforderlich sind, um diese zu erreichen (Porter, 1980).

Ein Unternehmen ist ein vielschichtiges System aus einer Vielzahl diskreter, aber miteinander verbundener Aktivitäten wie der Herstellung von Produkten, dem Besuch eines Kunden oder der Erstellung von Aufträgen (Spanos & Lioukas, 2001). Die damit verknüpften Fähigkeiten oder die damit zusammenhängenden Ressourcen sind jedoch keine Garantie für Erfolg (Porter, 1991). Die Strategie eines Unternehmens definiert in diesem Kontext die Konfiguration der Aktivitäten und deren Zusammenspiel (Porter, 1991). Verantwortungsträger müssen ihr Wettbewerbsumfeld verstehen und die richtige Strategie wählen, um Wettbewerbsvorteile zu generieren (Porter, 1991).

Porter (1991) argumentiert, dass der Erfolg eines Unternehmens von der Attraktivität der Branche, in der es agiert, und seiner relativen Positionierung innerhalb dieser Branche abhängt. Die Attraktivität einer Branche bemisst sich nach Porter (1991) anhand der Wettbewerbskräfte, die sich aus folgenden Aspekten ergeben:

- Der Bedrohung durch neue Marktteilnehmer
- Der Verhandlungsmacht der Lieferanten
- Der Verhandlungsmacht der Kunden
- Der Bedrohung durch Ersatzprodukte oder -dienstleistungen
- Der Rivalität zwischen den bestehenden Wettbewerbern

Ein erfolgreiches Unternehmen in einer konstanten Branchenstruktur zeichnet sich durch eine attraktive relative Wettbewerbsposition aus, die sich aus einem nachhaltigen Wettbewerbsvorteil ergibt (Nguyen & Adomako, 2021; Porter, 1991; Spanos & Lioukas, 2001).

Solche Wettbewerbsvorteile können entweder durch niedrigere Kosten als die der Konkurrenz oder durch die Fähigkeit, sich vom Wettbewerb abzuheben und einen Premium-Preis zu erzielen, entstehen (Islami et al., 2020; Porter, 1991; Spanos & Lioukas, 2001)[7].

[7] In seinen Ausführungen weist Porter (1991) auf weitere Faktoren hin, welche den Erfolg eines Unternehmens determinieren. Aufgrund der geringeren Relevanz für diese Dissertation findet keine weitere Erläuterung statt.

7.1.1 Überblick populärer Wettbewerbsstrategien

In den Ausführungen von Porter (1980) zur Generierung von Wettbewerbsvorteilen wird zwischen drei originären Wettbewerbsstrategien unterschieden: der Kostenführerschaft, der Differenzierung und der Fokussierung.

Die Strategie der Kostenführerschaft lässt sich durch ein konsequentes Streben nach Effizienz in allen Geschäftsabläufen charakterisieren (Porter, 1997). Dabei verfolgen die Unternehmen das inhärente Ziel, Produkte oder Dienstleistungen zum niedrigsten Preis anzubieten, wenngleich die Qualität dabei nicht vernachlässigt wird (Liu & Atuahene-Gima, 2018; Porter, 1997). Wesentliche Determinanten dieser Strategie sind die Erzielung von Skaleneffekten, die konsequente Reduzierung der Gemeinkosten und die gezielte Nutzung von Erfahrungen und neuen Technologien (Porter, 1997). Die Strategie erfordert einhergehend gesicherte Rohstoffquellen, kostengünstige Vertriebskanäle und Zugang zu attraktiven Finanzmitteln (Danso et al., 2019).

Bei der Differenzierungsstrategie geht es um die Entwicklung besonderer Produkte oder Produktbestandteile, um diese von den Wettbewerbern abzuheben (Porter, 1997). Durch diese außergewöhnlichen Merkmale, ein attraktives Markenimage und ein ausgeprägtes Qualitätsniveau sind die Unternehmen in der Lage, einen höheren Preis für ihre Erzeugnisse oder Dienstleistungen zu erzielen (Porter, 1997). Diese Qualität resultiert in einer gesteigerten Kundenloyalität, welche die Option eröffnet, die hohen Gewinnspannen in der Zukunft weiter auszubauen (Danso et al., 2019; Liu & Atuahene-Gima, 2018).

Die Fokussierungsstrategie ist eine Variante der Differenzierungsstrategie, bei welcher ein Produkt auf die individuellen Bedürfnisse eines speziell determinierten Marktsegments ausgerichtet wird (Porter, 1997). Diese Spezialisierung kann neben eindeutig definierten Käufergruppen auch auf einen dezidierten geografischen Markt oder eine bestimmte Produktlinie abzielen (Porter, 1997).

Neben den originären Strategien von Porter haben sich weitere Modelle herausgebildet. Wenngleich Porter (1980) darauf hinweist, dass Betriebe beim Streben nach Differenzierung die Kosten oder beim Streben nach Kostenoptimierung die Differenzierung nicht ignorieren dürfen, plädiert er für eine Entscheidung zugunsten einer strategischen Stoßrichtung. Keine klare Auswahl führt nach Porter (1980) zu einer Situation, die als „stuck in the middle“ bezeichnet wird und eine Gefahr für die Entwicklung von Unternehmen darstellt. Im wissenschaftlichen Diskurs wurde diese Sichtweise teilweise kritisiert und fehlende Evidenz attestiert (Cronshaw et al., 1994). Daraus hat sich eine weitere Strategieoption entwickelt, die als integrierte Strategie bezeichnet wird (Cronshaw et al., 1994; Dostaler & Flouris, 2006). Sie

stellt eine Kombination der originären Strategien wie zum Beispiel der Kostenführerschaft und der Differenzierung dar und adressiert unter anderem ein mittleres Marktsegment (Cronshaw et al., 1994). Es wird demnach ein Kompromiss zwischen Kosten und Qualität angestrebt (Danso et al., 2019).

Eine weitere Kritik an der Strategiedefinition von Porter liegt in der statischen Natur und der fehlenden Berücksichtigung möglicher Weiterentwicklungen von Marktsegmenten oder Kundenbedürfnissen (Kaps et al., 2010). Daraus hat sich unter anderem die Alternative einer Innovationsstrategie entwickelt (Kaps et al., 2010; Pisano, 2015). Eine Innovationsstrategie führt divergierende Einzelmaßnahmen im Unternehmen zusammen, um zu definieren, wie nach neuen Problemen und Lösungen gesucht, Ideen zu einem neuen Geschäftsmodell oder Produktdesign entwickelt und letztendlich darüber entschieden werden soll (Pisano, 2015). Sie sorgt folglich für eine abgestimmte Fokussierung der Innovationsaktivitäten auf ein festgelegtes Ziel[8].

7.2 Wettbewerbsstrategien und Nachhaltigkeitsinnovationen

Insgesamt gibt es nur wenige Studien, die sich mit den originären Wettbewerbsstrategien im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsinitiativen befassen.

Nguyen und Adomako (2021) haben in ihrer Arbeit analysiert, wie die Wettbewerbsstrategie die Auswirkungen der Umweltreputation auf die Unternehmensleistung moderiert. Dafür haben die Autoren ghanaische Produktionsunternehmen untersucht, die nicht mehr als 250 Mitarbeiter beschäftigt haben. Berücksichtigt wurden die Strategien der Kostenführerschaft, der Differenzierung sowie die integrierte Strategie. Die Ergebnisse der Wissenschaftler zeigen, dass der Einfluss der Umweltreputation auf die Unternehmensleistung bei Unternehmen, die eine Differenzierungsstrategie verfolgen, höher ist. Diese Auswirkungen wurden bei der integrierten Strategie und der Kostenführerschaft nicht konstatiert.

J. Chen und Liu (2019) erläutern in ihrer Forschungsarbeit, dass die leistungssteigernde Wirkung einer Art von grüner Innovation von der Wettbewerbsstrategie abhängt. In einer Untersuchung chinesischer Firmen des verarbeitenden Gewerbes wurden die Strategien der Kostenführerschaft und der Differenzierung untersucht. Während die Differenzierungsstrategie die Verbindung zwischen grüner Produktinnovation und der Unternehmensperformance positiv moderiert, wird die Moderation zwischen grüner Prozessinnovation und der Unternehmensleistung negativ beeinflusst. Demgegenüber hat die moderierende Wirkung der

[8] Neben den hier aufgeführten Strategien gibt es eine Vielzahl weiterer Strategien, die in dieser Arbeit nicht weiter verfolgt werden.

Kostenführerschaft einen negativen Einfluss auf die Beziehung zwischen grüner Produktinnovation und der Unternehmensleistung, aber einen positiven Effekt auf das Zusammenwirken von grüner Prozessinnovation und der Unternehmensleistung. Die positive moderierende Wirkung beider Alternativen wird mit zunehmender Wettbewerbsintensität stärker.

In ihrer Studie untersuchen Danso et al. (2019) den moderierenden Effekt der Wettbewerbsstrategien auf die Beziehung zwischen der ökologischen Nachhaltigkeitsorientierung von Unternehmen und der Unternehmensleistung. Hierbei haben sich die Wissenschaftler auf kleine und mittlere Betriebe aus Ghana konzentriert. Die Ergebnisse zeigen, dass bei Unternehmen, welche die Kostenführerschaft oder die integrierte Strategie verfolgen, die Nachhaltigkeitsorientierung einen positiven Effekt auf die Unternehmensleistung hat. Die Differenzierungsstrategie wird von den Autoren in diesem Kontext mit weniger förderlichen Auswirkungen assoziiert.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass es bisher keine konsistente Beurteilung der Effekte der Wettbewerbsstrategien im Zusammenhang mit der ökologischen Nachhaltigkeit gibt. Obgleich überwiegend eruiert wird, dass die Wettbewerbsstrategien einen Einfluss auf die ökologische Nachhaltigkeit besitzen, ist bislang unklar, welche Strategie für die Implementierung zu bevorzugen ist. Zudem konnten keine Studien identifiziert werden, die den direkten Effekt von Wettbewerbsstrategien auf die Umsetzung von Nachhaltigkeitsinitiativen untersuchen. Stattdessen wird überwiegend die moderierende Wirkung des Zusammenwirkens von Nachhaltigkeitsinitiativen und Unternehmenserfolg erforscht.

7.3 Wettbewerbsstrategien und die Kreislaufwirtschaft

Es gibt bisher keine identifizierbaren Forschungsarbeiten, in welchen die Beziehung zwischen den originären Formen der Wettbewerbsstrategie und Aspekten der Kreislaufwirtschaft untersucht wird. Es ist unbestritten, dass die Strategie bei der Erreichung von Zirkularität eine eminente Rolle spielt. Allerdings konzentrieren sich diese Analysen überwiegend auf die Entwicklung einer Implementierungsstrategie (Bocken & Ritala, 2022; Ferasso et al., 2020), die bereits zentrale Merkmale des Konzepts der Kreislaufwirtschaft beinhaltet. Des Weiteren wurden Studien veröffentlicht, in denen Zirkularität längst in die normative Strategieebene eines Unternehmens integriert wurde. Etwa durch die Konzeptionierung einer Nachhaltigkeits- oder Kreislaufwirtschaftsstrategie (Eikelenboom & Jong, 2021; Lüdeke-Freund et al., 2019; Tura et al., 2019). Hierbei handelt es sich jedoch um eine Trivialität, da davon auszugehen ist,

dass eine Kreislaufwirtschaftsstrategie positive Auswirkungen auf den Grad der Zirkularität hat.

Das Ziel dieser Dissertation ist es folglich, die Effekte der originären Wettbewerbsstrategien auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft zu untersuchen. Lediglich in der Arbeit von Puglieri et al. (2022) werden diese Strategien mit der Implementierung der Kreislaufwirtschaft in Verbindung gebracht. Es handelt sich um eine konzeptionelle Studie, in welcher eine Umsetzungsstrategie für die Kreislaufwirtschaft entwickelt wird. Die Wissenschaftler erläutern, dass Unternehmen eine der drei Wettbewerbsstrategien nach Porter wählen sollten, um in einer zirkulären Zukunft konkurrenzfähig zu sein.

7.4 Hypothesenentwicklung

Unternehmen, die Innovation als beabsichtigte Wettbewerbsstrategie verfolgen, zielen darauf ab, sich durch die Einführung neuer Produkte, Verfahren oder Geschäftsmodelle von anderen Organisationen im Marktumfeld abzuheben. Sie konzentrieren sich auf Neuheiten und suchen ständig nach Möglichkeiten, aktuelle Trends zu übernehmen. Ein Beispiel für einen radikalen Wandel, der andersartige Denk- und Handlungsweisen erfordert, ist die Einführung der Kreislaufwirtschaft. Zur Gestaltung nachhaltiger Lösungen sind Innovationen bei Geschäftsmodellen, Erzeugnissen und Prozessen erforderlich. Unternehmen, die Innovation als Wettbewerbsstrategie verfolgen, können diese Trends erkennen und verstehen, da sie kontinuierlich danach streben, innovative Ideen in die Realität umzusetzen. Diese Betriebe betrachten die Kreislaufwirtschaft als ein neuartiges Konzept und als eine Möglichkeit, sich von der Konkurrenz zu differenzieren. Dies erfolgt durch die Förderung eines grünen Images, die Einführung neuer Einkommensmodelle sowie die Verringerung der Abhängigkeit von Rohstoffen. Infolgedessen weisen Unternehmen, die Innovation als Wettbewerbsstrategie verfolgen, tendenziell einen höheren Grad an Zirkularität auf.

H2: Die Verfolgung der Innovationsführerschaft steht in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

Die vorausgegangene Literaturrecherche hat gezeigt, dass es keine konsistente Beurteilung hinsichtlich der Wirkung von Wettbewerbsstrategien und Nachhaltigkeitsinnovationen gibt. Zudem wurde der Einfluss auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft bisher nicht analysiert. In dieser Dissertation wird angenommen, dass die Innovationsstrategie eine positive Wirkung hat, während die Kosten- und die Qualitätsführerschaft keinen förderlichen Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität aufweisen.

Unternehmen, welche die Qualitätsführerschaft anstreben, grenzen sich im Wettbewerb durch eine besonders hohe Produkt- oder Dienstleistungsqualität ab. Dies impliziert jedoch nicht zwangsläufig die Umsetzung neuer Trends und radikaler Veränderungen, wie es die Kreislaufwirtschaft bedingt. Bei der Kostenführerschaft resultiert der Wettbewerbsvorteil aus substanziell geringeren Kosten. Diese sind jedoch mit den hohen Investitionsaufwendungen, die im Rahmen der Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft erforderlich sind, nicht vereinbar.

H3: Die Verfolgung der Kostenführerschaft steht in keinem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

H4: Die Verfolgung der Qualitätsführerschaft steht in keinem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

Darüber hinaus wird angenommen, dass die Wirkung der strategischen Ausrichtung einer Innovationsführerschaft nicht nur durch die Entwicklung eines allgemeinen Plans, sondern vor allem durch ein hohes Maß an Umsetzungsfähigkeit verstärkt wird. Unternehmen mit starken dynamischen Fähigkeiten sind unternehmerisch tätig und können betriebliche Kompetenzen integrieren, aufbauen und neu konfigurieren, um sich besser an das sich verändernde Geschäftsumfeld anzupassen. Daraus folgt die Leistungsfähigkeit, strategische Stoßrichtungen in der Praxis implementieren zu können. Die dynamischen Fähigkeiten unterstützen die Umsetzung der Innovationsführerschaft im Rahmen einer marktorientierten Theorie, um mehr Zirkularität zu erreichen.

H5: Die positive Beziehung zwischen der Innovationsführerschaft und dem Grad der Zirkularität nimmt mit den dynamischen Fähigkeiten zu.

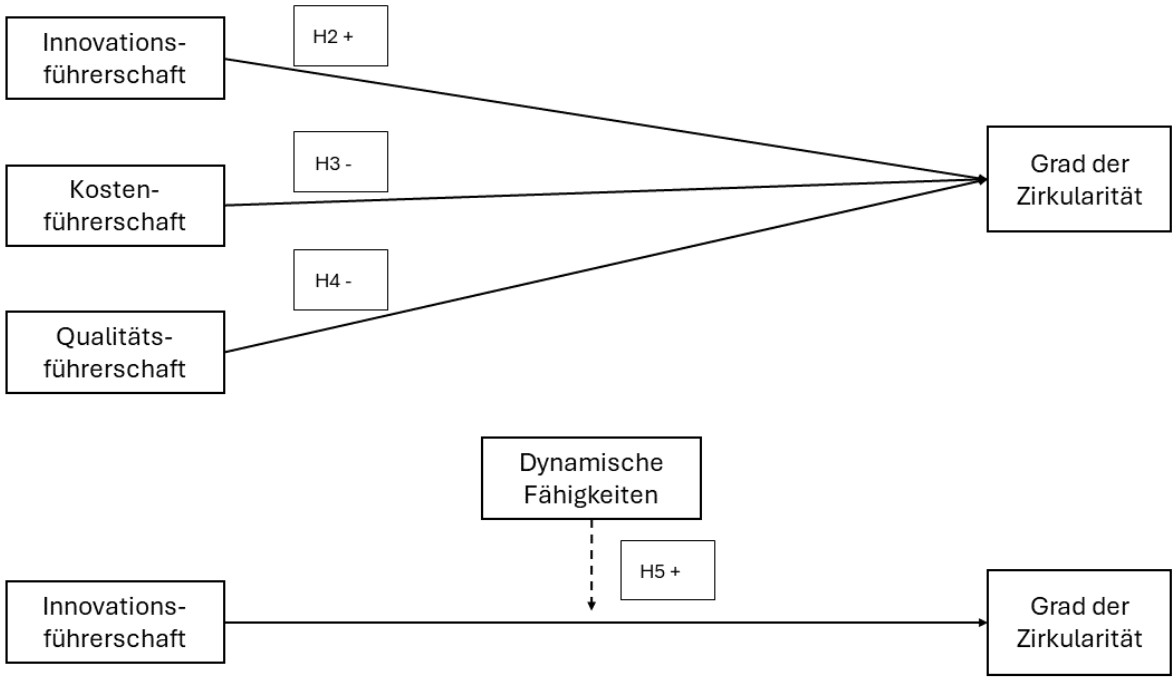
7.5 Forschungsdesign und Variablen

In dieser Dissertation dient der theoretische Rahmen von Porter (1997) als Orientierung, um die Wettbewerbsstrategien der Unternehmen zu analysieren. Der Fragebogen enthielt Fragen zu drei Strategien: Kostenführerschaft, Innovationsführerschaft und Qualitätsführerschaft. Jedes Element wurde anhand einer fünfstufigen Likert-Skala bewertet, die von "trifft überhaupt nicht zu" bis "trifft voll zu" reichte.

Das gezeigte Forschungsdesign untersucht den Einfluss der drei Wettbewerbsstrategien auf den Grad der Zirkularität. Die Hypothesen H2, H3 und H4 adressieren dabei jeweils die prognostizierten positiven oder negativen Auswirkungen dieser Strategien auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft. Ferner wird durch H5 analysiert, inwiefern der Zusammenhang

zwischen der Innovationsführerschaft und dem Grad der Zirkularität durch die dynamischen Fähigkeiten moderiert wird.

Abbildung 7.1 Forschungsdesign Strategieperspektive



Quelle: Eigene Darstellung

7.6 Ergebnisse

Die Analyse der Hypothese 2 zeigt, dass die Strategie der Innovationsführerschaft einen positiven Effekt auf den Grad der Zirkularität besitzt (β = 7,05, p < ,001). Das Ergebnis ist positiv und in der erwarteten Richtung, sodass die Hypothese 2 bestätigt werden kann.

Ferner lässt sich ein Moderationseffekt zwischen Innovation als Wettbewerbsstrategie und den dynamischen Fähigkeiten feststellen. Hypothese 5 hat signifikant positive Auswirkungen (β = 0,41, p < ,015). Somit kann diese Hypothese mit einem Signifikanzniveau von <0,001 bis 0,015 bestätigt werden.

Darüber hinaus wurde geprüft, wie sich der Einfluss der Innovationsführerschaft auf die drei Teilbereiche des Geschäftsmodells verhält. Dabei zeigt sich, dass der Einfluss auf den Bereich Marketing und Vertrieb (β = 2,96, p < ,001) am größten ist. Danach folgt die Supply-Chain (β = 2,38, p < ,001) sowie die Produktion (β = 1,71, p = ,004).

Zudem wurde untersucht, wie sich der Einfluss der Qualitäts- und Kostenführerschaft auf den Grad der Zirkularität auswirkt. Die Ergebnisse illustrieren, dass die Qualitätsführerschaft einen positiven Effekt auf den Grad der Zirkularität besitzt (β = 3,32, p = ,053). Im Gegensatz dazu hat die Kostenführerschaft einen negativen Einfluss auf den Grad der Zirkularität (β = - 1,19, p = ,388). Somit wird die Hypothese 3 bestätigt. Die Hypothese 4 kann nicht bestätigt werden, wenngleich der Einfluss nicht signifikant ist, sich aber an der Grenze zur Signifikanz befindet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle A7.1 dargestellt.

7.6.1 Post-hoc-Analyse

Im Rahmen einer Post-hoc-Analyse wurde eruiert, ob die dynamischen Fähigkeiten als Mediator im Zusammenhang mit den Wettbewerbsstrategien wirken. Es wurde analysiert, ob die Wettbewerbsstrategien zum Aufbau der dynamischen Fähigkeiten beitragen und in der Folge zu einer höheren Zirkularität führen.

Dabei ergaben sich divergente Ergebnisse, welche die vorherigen Resultate erweitern. Die Innovationsführerschaft zeigt sowohl signifikant positive direkte Effekte als auch indirekte Implikationen über die dynamischen Fähigkeiten. Die Qualitätsführerschaft hingegen hat eine positive direkte Auswirkung, die jedoch keinen signifikanten Charakter aufweist. Der indirekte Effekt über die dynamischen Fähigkeiten ist indes signifikant positiv. Die Kostenführerschaft hat weder direkte noch indirekte Effekte auf den Grad der Zirkularität. Die Implikationen suggerieren folglich, dass sowohl die Wettbewerbsstrategie der Innovationsführerschaft als auch der Qualitätsführerschaft zum Aufbau dynamischer Fähigkeiten führen, die wiederum den Grad der Zirkularität positiv verstärken.

In der Retrospektive wäre die Untersuchung einer inversen Beziehung der Determinanten denkbar. Es erscheint möglich, dass nicht die Auswahl einer Strategie den Aufbau der Fähigkeiten maßgeblich beeinflusst, sondern dass Unternehmen, die über bestimmte Kompetenzen verfügen, ihre Strategie daran orientieren. In dieser Dissertation lässt sich diese Annahme dahingehend interpretieren, dass Organisationen mit dynamischen Fähigkeiten bewusst eine innovationsorientierte Wettbewerbsstrategie verfolgen, die wiederum direkte Auswirkungen auf den Grad der Zirkularität haben kann. Diese Konstellation wurde in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht überprüft.

Bei allen Modellen ist zudem offensichtlich, dass die Kontrollvariable Stakeholder-Druck einen signifikant positiven Effekt auf den Grad der Zirkularität hat. Die Ergebnisse werden in der Tabelle A7.2 dargestellt.

7.7 Diskussion und Implikationen

Für die Beantwortung der in der Einleitung erläuterten Forschungsfragen wurden vier Hypothesen aufgestellt und mithilfe der quantitativen Untersuchung analysiert.

F2: Welche Strategie führt zu Zirkularität?

Die Ergebnisse bestätigen die Hypothese 2 und illustrieren, dass die Innovationsführerschaft den Grad der Zirkularität positiv beeinflusst. Darüber hinaus zeigt die Hypothese 4, dass die Qualitätsführerschaft tendenziell ebenfalls einen förderlichen Effekt auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft zur Folge hat, wenngleich dieser Einfluss deutlich geringer als bei der Innovationsführerschaft ausfällt und ein niedrigeres Signifikanzniveau aufweist. Die Kostenführerschaft hat erwartungsgemäß keine positiven Auswirkungen auf den Grad der Zirkularität. Die Transformation des Geschäftsmodells zu zirkulären Geschäftsprozessen erfordert personelle und finanzielle Ressourcen, die kurzfristig nicht mit der Strategie der Kostenführerschaft vereinbar sind.

Die Forschungsfrage zwei kann folglich dahingehend beantwortet werden, dass primär die Innovationsführerschaft sowie in begrenztem Ausmaß die Qualitätsführerschaft zu Zirkularität führen. Es entspricht der bestehenden Forschungsliteratur, dass Wettbewerbsstrategien positive Assoziationen im Kontext der nachhaltigen Entwicklung von Organisationen aufweisen (J. Chen & Liu, 2019; Danso et al., 2019; Nguyen & Adomako, 2021). Der wissenschaftliche Diskurs wird jedoch erweitert, indem die positive Wirkung der Innovationsführerschaft im spezifischen Bereich der Kreislaufwirtschaft eruiert wird. Die Notwendigkeit von Innovationen zur Erreichung von Zirkularität ist eindeutig (Cainelli et al., 2020; Suchek et al., 2021). Diese Dissertation betont allerdings die strategische Herangehensweise an die Entwicklung von Innovationen.

F3: Auf welche Weise ergänzen sich Strategie und Fähigkeiten in diesem Kontext?

Darüber hinaus wurde untersucht, in welcher Weise die Strategieperspektive und die Fähigkeiten im Hinblick auf den Grad der Zirkularität interagieren. Vor diesem Hintergrund wird ersichtlich, dass die Bedeutung einer innovationsorientierten Unternehmensstrategie durch die dynamischen Fähigkeiten verstärkt wird. Eine Innovationsstrategie ermöglicht die Festlegung kongruenter Ziele, steigert die Akzeptanz notwendiger Investitionen und sorgt somit für eine stringente Allokation finanzieller und zeitlicher Ressourcen. Die spezifischen Kompetenzen gewährleisten eine kohärente Überführung der normativen Grundlagen in praktische Aktivitäten. Die dynamischen Fähigkeiten ermöglichen die Umsetzung der

strategischen Ausrichtung zur Differenzierung im Wettbewerb durch Innovationen sowie der daraus resultierenden Pläne und Maßnahmen in der Praxis.

Diese Schlussfolgerung deckt sich mit den Resultaten aus Untersuchungen in anderen Forschungsfeldern, dass eine inhaltliche Abstimmung von Wettbewerbsstrategien und Ressourcen positive Resultate zur Folge hat (Barney, 1991; Block et al., 2015). In dieser Hinsicht wird der aktuelle Stand der Forschung erweitert, indem ein Moderationseffekt zwischen der Innovationsführerschaft und den dynamischen Fähigkeiten nachgewiesen werden konnte.

Post-hoc-Analyse

Post-hoc konnte ermittelt werden, dass die dynamischen Fähigkeiten im Zusammenhang mit den Wettbewerbsstrategien als Mediator wirken. Sowohl die Innovationsführerschaft als auch die Qualitätsführerschaft haben einen indirekten Effekt auf den Grad der Zirkularität, welcher durch die dynamischen Fähigkeiten mediiert wird. Die Überführung beider Strategiealternativen in die Praxis erfordert den Aufbau spezifischer Kompetenzen, um externes Wissen zu identifizieren und zu implementieren. Dies gelingt durch die dynamischen Fähigkeiten, die wiederum die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft positiv beeinflussen. Der zuvor als nicht signifikant eingestufte Effekt der Qualitätsführerschaft erlangt durch diese indirekte Wirkung eine höhere Relevanz. Die Kostenführerschaft zeigt weder direkte noch indirekte Effekte auf den Grad der Zirkularität.

7.7.1 Implikationen für die Unternehmenspraxis

Aus den Ergebnissen lassen sich drei Implikationen für die Unternehmenspraxis ableiten.

Die Wettbewerbsstrategie hat Auswirkungen auf die Umsetzungswahrscheinlichkeit einer Kreislaufwirtschaft. Organisationen, die eine Implementierung kreislauforientierter Aktivitäten verfolgen, sollten die Wettbewerbsstrategie hinsichtlich einer Innovationsorientierung überprüfen. Die Strategie der Innovationsführerschaft hat positive Effekte auf den Grad der Zirkularität.

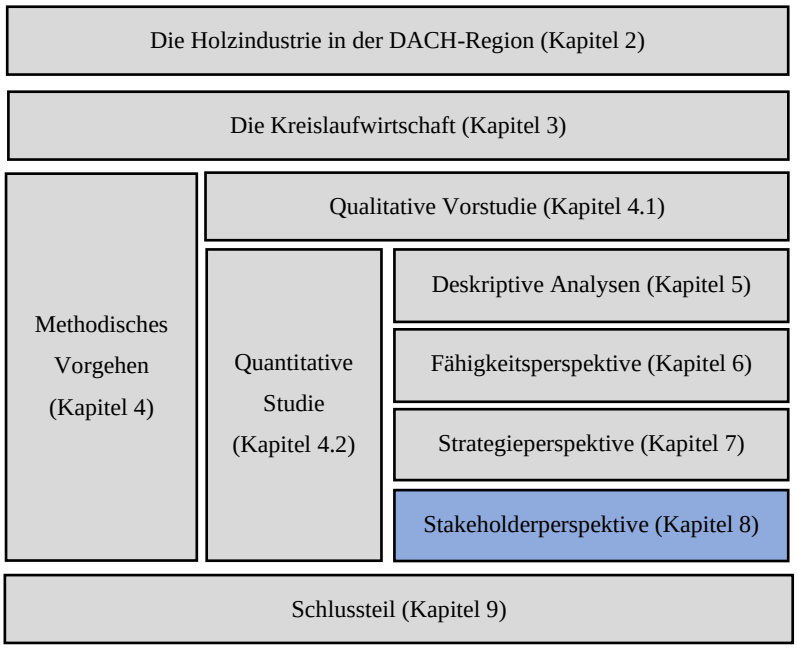
Die Implikationen einer innovationsorientierten Strategie werden durch den Aufbau und den Einsatz dynamischer Fähigkeiten verstärkt. Neben einer strategischen Ausrichtung im Marktumfeld bedarf es daher darauf angepasster Umsetzungsfähigkeiten, um tatsächlich Fortschritte erzielen zu können.

Die Moderationsanalyse unterstreicht, dass sowohl die Innovations- als auch die Qualitätsführerschaft den Aufbau dynamischer Fähigkeiten unterstützen und somit indirekt zur Erreichung von Zirkularität beitragen. In diesem Kontext erscheint es vorstellbar, dass es eine

Wechselwirkung zwischen den Kompetenzen und den Fähigkeiten eines Unternehmens gibt und sich diese gegenseitig bedingen. Die Fähigkeiten können zum Aufbau einer bestimmten Strategie ausschlaggebend sein. Einhergehend kann die Strategie zur Entwicklung spezifischer Fähigkeiten beitragen. Ungeachtet der jeweiligen Effekte erscheint es für Unternehmen zielführend zu sein, wenn die Strategie und die Kompetenzen aufeinander abgestimmt sind.

8 Stakeholderperspektive

In diesem Kapitel werden die Forschungsfragen 4 (Welchen Einfluss hat der Stakeholder-Druck auf den Grad der Zirkularität?) und 5 (Auf welche Weise ergänzen sich der Stakeholder-Druck und das grüne Image in diesem Kontext?) der Dissertation beantwortet. Dazu werden die Definition und Entwicklung der Stakeholder-Theorie (8.1) sowie der Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsinnovationen (8.2) und der Kreislaufwirtschaft (8.3) erläutert. Diese Abschnitte dienen als Grundlage für die Entwicklung der Hypothesen (8.4). Abschließend werden die Ergebnisse erörtert (8.5) und diskutiert (8.6).



8.1 Definition und Entwicklung der Stakeholder-Theorie

Der Begriff Stakeholder erlangte erstmals im Jahr 1963 Popularität, als ein internes Memorandum des Stanford Research Institute das Paradigma infrage stellte, dass die Shareholder (Aktionäre) die einzige Gruppe sind, für welche die Unternehmensleitung Verantwortung trägt (Parmar et al., 2010). Im Rahmen dieser Debatte manifestierte sich die Ansicht, dass eine Fokussierung der Manager auf die Steigerung der Aktionärsrenditen auf Kosten anderer Interessengruppen nicht mehr zeitgemäß ist (Clarkson, 1995).

Eine bekannte Begriffsdefinition stammt von Freeman, der Stakeholder wie folgt bezeichnet hat:

> *„(…) any group or individual who is affected by or can affect the achievement of an organization's objectives"* (Freeman, 1984, S.46).

In den folgenden Jahren wurde der Charakterisierung mehr Gehalt verliehen, indem erläutert wurde, dass Stakeholder Eigentum, Rechte oder Interessen an einem Unternehmen und seinen Aktivitäten in der Vergangenheit, Gegenwart oder Zukunft besitzen (Clarkson, 1995). Daraus ergibt sich ein legitimes Interesse daran, was das Unternehmen tut und wie es die eigenen Ziele erreicht (Carroll & Näsi, 1997). Diese Legitimität resultiert aus einem rechtlichen oder moralischen Anspruch. Während der rechtliche Anspruch auf dem Rechtssystem eines Landes basiert, sind moralische Ansprüche auf ethische Prinzipien zurückzuführen (Carroll & Näsi, 1997). Zu den klassischen Stakeholdern zählen Anteilseigner, Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten, Regierungen, die Zivilgesellschaft und NGOs[9] (Govindan & Hasanagic, 2018; Watson et al., 2018).

Um betriebswirtschaftliche Herausforderungen zu bewältigen, wird postuliert, dass die Stakeholder-Theorie in den Mittelpunkt des unternehmerischen Denkens gerückt werden sollte (Parmar et al., 2010). Hierbei wurde deutlich, dass alle Betriebe zu bestimmten Stakeholdern Beziehungen unterhalten und dass diese Verbindungen entweder gemanagt oder nicht gemanagt werden (Clarkson, 1995; Darnall et al., 2010). Um ein Unternehmen ganzheitlich zu verstehen, gilt es zu analysieren, wie diese Verflechtungen funktionieren und wie sie sich im Laufe der Zeit verändern (Freeman, 1984). Es ist die Aufgabe der Führungskräfte, diese Beziehungen zu steuern, um so viel Wert wie möglich für die Stakeholder zu schaffen (Freeman, 1984).

Mit dem stärkeren Fokus auf die Interessen der Stakeholder erhielt eine moralische Komponente Einzug in die Managementpraktiken. Solange Führungskräfte behaupten konnten,

[9] Abkürzung für den englischen Begriff Non-Governmental Organisation.

dass die Aktionäre und ihre Gewinne an erster Stelle stehen, konnten die Bedürfnisse aller weiteren Stakeholder dieser Maxime untergeordnet oder ignoriert werden. Dadurch gerieten Fairness und Gerechtigkeit in den Hintergrund, denn das Profitstreben rechtfertigte alle erforderlichen Mittel (Clarkson, 1995). Der Stakeholder-Fokus führt zu einem ambivalenten Verhältnis zwischen verschiedenen Interessengruppen und erfordert von den Führungskräften ein ausbalanciertes Verhalten (Clarkson, 1995). In diesem Zusammenhang ergibt sich die Herausforderung, dass die Manager die Erwartungen der Eigentümer mit den Verpflichtungen gegenüber einer immer größer werdenden Gruppe von weiteren Stakeholdern in Einklang bringen müssen (Carroll, 1991). Sollte eine Kohorte das Gefühl erhalten, dass sie nicht fair oder angemessen behandelt wird, sei es die Gruppe der Arbeitnehmer, der Kunden oder der Aktionäre, wird sie nach Alternativen suchen und sich schließlich aus dem Stakeholder-System des Unternehmens zurückziehen (Clarkson, 1995).

Arten von Stakeholdern

Im wissenschaftlichen Diskurs wird zwischen internen und externen sowie primären und sekundären Stakeholdern differenziert (Block et al., 2023; Ramanathan et al., 2014). Zu den internen Stakeholdern zählen unter anderem Mitarbeiter, Eigentümer und Manager. Zu den externen Stakeholdern gehören Kunden, Konkurrenten, Regierungen, NGOs, Medien und die Gesellschaft (Carroll & Näsi, 1997).

Primäre Stakeholder haben einen substanziellen Einfluss auf die Unternehmen, sodass die Zukunftsaussichten ohne diese Gruppierung stark gefährdet sind. Als primäre Stakeholder werden Aktionäre, Investoren, Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten sowie Regierungen und Gemeinden klassifiziert (Clarkson, 1995). Der Erfolg des Unternehmens hängt maßgeblich von den Fähigkeiten der Manager ab, ausreichend Wohlstand und Zufriedenheit für die primären Stakeholder zu generieren. Sekundäre Stakeholder sind nicht in Transaktionen des Unternehmens involviert, wenngleich sie dennoch das Unternehmen beeinflussen oder von diesem beeinflusst werden können. Die Zukunftsperspektive des Unternehmens ist nicht unmittelbar mit diesen Akteuren verknüpft. Zu dieser Gruppe zählen die Medien und eine Vielzahl unterschiedlicher Interessenvertreter (Clarkson, 1995).

Strategien von Stakeholdern

Die Legitimität und das Ausmaß der Einflussnahme hängen stark von der Beziehung zwischen Unternehmen und Stakeholdern ab (Friedman & Miles, 2002). Frooman (1999) hat zwischen vier divergierenden Strategien unterschieden, welche Stakeholder in der Zusammenarbeit mit Unternehmen anwenden können. Seine Gedanken waren in diesem Zusammenhang stark von einer ressourcenbasierten Beziehung zwischen den Unternehmen gekennzeichnet. Zuvorderst

unterscheidet er eine Nutzungs- und eine Vorenthaltungsstrategie. Bei der Vorenthaltungsstrategie beschließen Interessengruppen, ihre Ressourcen nicht zuzuteilen, und behalten diese zurück, um eine Verhaltensänderung des Unternehmens zu erzwingen. Veranschaulicht wird dies durch Mitarbeiter, indem sie zum Beispiel streiken und die eigene Arbeitskraft verweigern. Eine Nutzungsstrategie zielt darauf ab, dass Ressourcen weiterhin zur Verfügung gestellt, aber mit Bedingungen verknüpft werden, um eine Verhaltensänderung herbeizuführen. Ferner unterscheidet er zwischen einem direkten Einfluss, bei dem der Stakeholder selbst den Fluss von Ressourcen manipuliert, und einem indirekten Einfluss, bei welchem der Interessenvertreter über einen Mittelsmann agiert. Vor diesem Hintergrund hat Frooman (1999) vier Thesen aufgestellt:

1. Geringe gegenseitige Abhängigkeit → Stakeholder wählt eine indirekte Vorenthaltungsstrategie.
2. Macht des Unternehmens → Stakeholder wählt eine indirekte Nutzungsstrategie.
3. Macht des Stakeholders → Stakeholder nutzt eine direkte Vorenthaltungsstrategie.
4. Hohe Interdependenz → Stakeholder nutzt eine direkte Nutzungsstrategie.

8.2 Stakeholder-Theorie und Nachhaltigkeitsinnovationen

Das gestiegene Bewusstsein für ökologische Herausforderungen hat bei vielen Akteuren zu einer höheren Sensibilität für nachhaltige Wirtschaftsformen geführt. Die Industrie wird durch die Bedeutung von Nachhaltigkeitsfragen für divergierende Interessengruppen dazu gedrängt, den gesamten Lebenszyklus eines Produkts einschließlich Beschaffung, Herstellung, Nutzung, Entsorgung und Rückgewinnung vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeitsanforderungen zu optimieren (Jakhar et al., 2019). Dabei können Unternehmen NGOs und weitere lokale Gemeinschaften nicht mehr ignorieren, die in der Vergangenheit eine untergeordnete Rolle gespielt haben (Sharma & Henriques, 2005). Stakeholder drängen auf grundlegende Veränderungen von Prozessen, Produkten und Systemen zur Vermeidung von negativen Umweltauswirkungen. Der Druck ergibt sich unter anderem seitens der Regulierungsbehörden durch stärkere Haftungsregelungen für Geschäftsführer, durch Lobbyarbeit von NGOs oder durch ein verändertes Nachfrageverhalten der Kunden, welches beispielsweise zertifizierte Produkte in den Mittelpunkt rückt (Sharma & Henriques, 2005).

In der wissenschaftlichen Forschung lässt sich ein Einfluss von Stakeholdern auf unterschiedliche Nachhaltigkeitsaktivitäten in Unternehmen feststellen (Dhanda et al., 2022; Yunus et al., 2020). Die überwiegend konvergenten Ergebnisse implizieren, dass der Stakeholder-Druck einen positiven Einfluss auf die Umsetzung hat (Baah et al., 2022; Block et

al., 2023; Jakhar et al., 2019; Seroka-Stolka, 2023). Seroka-Stolka und Fijorek (2020) haben in einer quantitativen Studie in der polnischen Lebensmittel-, Chemie-, Brennstoff- und Energieindustrie sowie im Dienstleistungssektor herausgefunden, dass der Druck der Stakeholder zu einer proaktiven Umweltstrategie führt. Die Wissenschaftler legen dar, dass der stärkste Druck von Regulierungsbehörden ausgeübt wird. Diese Einschätzung wird durch die Arbeiten von Shubham et al. (2018), Murillo-Luna et al. (2008) sowie Meixell und Luoma (2015) gestützt. Neben den Regulierungsbehörden wird den internen Stakeholdern eine besondere Bedeutung beigemessen. Block et al. (2023) zeigen in ihrer Studie, dass der interne Stakeholder-Druck Unternehmen dazu veranlasst, substanzielle Dekarbonisierungsstrategien zu verfolgen. Die Weiterentwicklung und Befähigung der Mitarbeiter führen außerdem zu einer größeren Motivation hinsichtlich Umweltpraktiken, wodurch eine stärkere Partizipation ermöglicht wird (Daily & Huang, 2001).

Der Unternehmensleitung obliegt eine entscheidende Rolle bei der Förderung von Nachhaltigkeitspraktiken (Seroka-Stolka & Fijorek, 2020). Garcés-Ayerbe et al. (2012) konnten nachweisen, dass Unternehmen eine proaktivere Umweltstrategie verfolgen, wenn die Unternehmensleitung davon ausgeht, Wettbewerbsvorteile erzielen zu können. Die Erwartung an einen Wettbewerbsvorteil hat somit einen moderierenden Effekt auf den Einfluss des Drucks der Geschäftsführung auf die Umweltproaktivität.

Darnall et al. (2010) erläutern in ihrer Studie zudem, dass die Unternehmensgröße einen moderierenden Effekt besitzt. Die Wissenschaftler erklären, dass kleinere Unternehmen stärker vom wahrgenommenen Druck der Stakeholder betroffen sind. Dies wird unter anderem darauf zurückgeführt, dass sie weniger proaktive Umweltpraktiken anwenden und generell seltener dem Druck von Interessengruppen ausgesetzt sind. Doch wenn ein Druck spürbar ist, wird dieser als bedrohlich empfunden.

In Unternehmen manifestiert sich der Druck der Stakeholder durch verschiedene Aktivitäten. Die wissenschaftlichen Studien zeigen, dass der Einfluss zu einer nachhaltigeren Supply-Chain (Meixell & Luoma, 2015), einer verbesserten Umweltleistung (Seroka-Stolka & Fijorek, 2020; Zhu et al., 2005), proaktiveren Umweltmaßnahmen (Murillo-Luna et al., 2008; Shubham et al., 2018) sowie der Entwicklung einer Umweltstrategie (Garcés-Ayerbe et al., 2012) führt.

Wenngleich gemeinhin konstatiert werden kann, dass der Druck von Stakeholdern in zunehmenden Nachhaltigkeitsaktivitäten resultiert, haben Carballo-Penela und Castromán-Diz (2015) divergente Ergebnisse erzielt. In einer quantitativen Untersuchung spanischer Beratungsunternehmen konnten die Wissenschaftler nicht bestätigen, dass der Druck der Stakeholder eine proaktivere Umweltstrategie zur Folge hat.

8.3 Stakeholder Theorie und die Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist eine spezielle Form der Nachhaltigkeit. Aus den zuletzt genannten Beispielen zu allgemeinen Nachhaltigkeitsthemen lässt sich ableiten, dass Interessengruppen die Umsetzung von kreislauforientierten Aktivitäten gleichermaßen beeinflussen können.

Obgleich die Anzahl der Forschungsarbeiten zu den Auswirkungen von Stakeholder-Druck auf die Kreislaufwirtschaft geringer ist, wird dennoch deutlich, dass die Implementierung von Zirkularität durch Stakeholder positiv beeinflusst wird (Baah et al., 2022). Ranta, Aarikka-Stenroos, Ritala und Mäkinen (2018) haben am Beispiel des Technologieunternehmens Huawei erläutert, wie Stakeholder dazu beigetragen haben, dass das Unternehmen ein kreislauforientiertes Geschäftsmodell entwickelt und die Recyclingkapazitäten für Telefone erhöht hat. Die Antriebskraft der Stakeholder war die Anerkennung knapper natürlicher Ressourcen und die Notwendigkeit, Materialien effizienter zu nutzen.

Forschungsarbeiten zur Kreislaufwirtschaft zeigen in konvergenter Weise zu den generellen Nachhaltigkeitsbestrebungen, dass regulatorische Stakeholder einen wesentlichen Einfluss besitzen (Baah et al., 2022). Govindan und Hasanagic (2018) stützen diese These und unterstreichen die Bedeutung der Regulierungsbehörden, indem sie auf die signifikanten Investitionsvolumen hinweisen, die zur Etablierung einer Kreislaufwirtschaft erforderlich sind. In diesem Kontext sollten Regierungen Gesetze erlassen, an die sich die Unternehmen halten müssen, um die Umsetzung von Zirkularität weiter zu fördern. Ergänzend dazu erläutern Ghinoi et al. (2020) in ihrer Arbeit, dass die Zulieferer einen besonderen Einfluss auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft haben, da diese für die Entwicklung und Lieferung intelligenter Komponenten verantwortlich sind.

In einer Studie brasilianischer Industrieunternehmen kamen Chiappetta Jabbour et al. (2020) jedoch zu abweichenden Ergebnissen. Die Wissenschaftler erläutern, dass interne Stakeholder einen stärkeren Beitrag zur Erreichung von zirkulären Geschäftsmodellen leisten als externe Stakeholder dies tun. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu berücksichtigen, dass es in Brasilien derzeit keine formalen Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft gibt. Daher besteht seitens der Betriebe ein intrinsisches Interesse daran, die Leistungsfähigkeit des Unternehmens zu optimieren und nicht lediglich die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften zu verfolgen.

Jakhar et al. (2019) bestätigen in ihrer Studie, dass in der wissenschaftlichen Forschung Konsens darüber existiert, dass verschiedene Interessengruppen die Implementierung von Zirkularität fördern. Gleichwohl weisen sie darauf hin, dass die Umsetzung zirkulärer Praktiken

bei simultanem Druck dennoch unterschiedlich ausfällt. Vor diesem Hintergrund erläutern die Autoren, dass die Innovationsfähigkeit eines Unternehmens über die Umsetzung zirkulärer Aktivitäten entscheidet, wenn gleichzeitig ein ähnlicher Druck seitens der Stakeholder besteht.

8.3.1 Stakeholder-Theorie und ein grünes Image

Die fortschreitende Technologisierung hat zu einer Beschleunigung und Intensivierung des Informationsflusses für Verbraucher geführt. Dies hat nach Ansicht von Wissenschaftlern ein sich stetig wandelndes Verbraucherverhalten zur Folge (Çavuşoğlu et al., 2020). Die Tendenz wird durch globale Umweltprobleme und Umweltkatastrophen weiter verstärkt. Immer mehr Stakeholder, wie zum Beispiel Kunden und Endverbraucher, setzen einen stärkeren Fokus auf Nachhaltigkeit und umweltfreundliche Verhaltensweisen (Çavuşoğlu et al., 2020). Die durch die COVID-19-Pandemie hervorgerufene Priorisierung von Gesundheit, Wellness und Hygiene hat zu einer weiteren Förderung der Einstellung der Anspruchsgruppen zugunsten nachhaltiger Praktiken geführt (Feber et al., 2020). Aus diesen Aspekten erlangt ein grünes Unternehmensimage aufgrund eines veränderten Verbraucherverhaltens zunehmend an Bedeutung (Y.-S. Chen, 2008, 2010; Xie et al., 2019). Es ist davon auszugehen, dass dieses Thema durch die globale Erwärmung weiter an Relevanz gewinnt (Y.-S. Chen, 2010).

Eine populäre Definition des Begriffs “grünes Image” lautet:

> *“a set of perceptions of a brand in a consumer's mind that is linked to environmental commitments and concerns”* (Y.-S. Chen, 2010, S. 309).

Es handelt sich folglich um die Wahrnehmungen von Verbrauchern im Zusammenhang mit einer Marke in Bezug auf das Umweltengagement. Das Image spiegelt die Einstellung eines Unternehmens zum Umweltschutz und weiteren Umweltthemen wider (Zhou et al., 2021). Darüber hinaus führt eine positive Reputation zu mehr Vertrauen bei den relevanten Anspruchsgruppen (Benlemlih et al., 2018).

Ein grünes Image wird als eine wesentliche Determinante für die Kundenzufriedenheit betrachtet (Y.-S. Chen, 2010; Xie et al., 2019). Zudem werden Kunden, die eine hohe Affinität für Umweltschutz aufweisen, eher dazu geneigt sein, Produkte von Unternehmen mit einem grünen Image zu erwerben (Zhou et al., 2021). Des Weiteren wird die Legitimität gegenüber den Stakeholdern erhöht (Martín-de Castro, 2021).

In wissenschaftlichen Aufsätzen wurde erörtert, dass ein grünes Image zu einer besseren Unternehmensleistung (Baah et al., 2020) und Wettbewerbsvorteilen (Zhou et al., 2021) führt und den Markenwert (Y.-S. Chen, 2010) sowie das Produktwachstum (McKinsey & NielsenIQ, 2023) fördert. Ferner fungiert ein grünes Image als Mediator, indem grüne

Produktionstechniken zu einem grünen Image und dieses wiederum zu Wettbewerbsvorteilen führt (Zhou et al., 2021).

Die Stakeholder von Unternehmen legen zunehmend Wert auf ein grünes Image. Dessen Aufbau verdeutlicht die Berücksichtigung von Stakeholder-Interessen und die Wichtigkeit von Nachhaltigkeitsaktivitäten. Dadurch können im eigenen Unternehmensumfeld Wettbewerbsvorteile generiert werden.

Unternehmen haben jedoch Schwierigkeiten, die Vorteile nachhaltigkeitsorientierter Aktivitäten vollumfänglich auszuschöpfen (Ng et al., 2014). Ein möglicher Grund könnte darin liegen, dass diesen Organisationen die Repositionierung als nachhaltige Institution nicht gelingt (Ng et al., 2014). Die Autoren erläutern, dass die strategische Positionierung als grünes Unternehmen die Skepsis der Kunden hinsichtlich der Realisierbarkeit grüner Innovationen reduzieren kann. Es kann angenommen werden, dass Unternehmen mit hohen dynamischen Fähigkeiten ein grünes Image als Chance identifizieren, um Nachhaltigkeitsbemühungen zu monetarisieren, indem Wettbewerbsvorteile aufgebaut werden.

8.4 Hypothesenentwicklung

Sowohl die vorausgegangene Literaturrecherche als auch die qualitative Vorstudie zeigen, dass der Einfluss von Stakeholdern auf Nachhaltigkeitsinnovationen und die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft signifikant ist. Unternehmen befinden sich in ihrem Umfeld in einer engmaschigen Wechselwirkung unterschiedlicher Interessengruppen. Insbesondere die internen Stakeholder wie Mitarbeiter und Führungskräfte beeinflussen durch ihr Verhalten die Unternehmenskultur und den Unternehmenserfolg (Chiappetta Jabbour et al., 2020). Zudem lässt sich ein gesellschaftlicher Trend zu mehr Nachhaltigkeit beobachten, der durch die genannten Unternehmensvertreter in den Handlungen der Betriebe verankert wird (Jakhar et al., 2019). Der interne Stakeholder-Druck gilt gemeinhin als ein Treiber der proaktiven Verfolgung von Nachhaltigkeitsaktivitäten (González-Benito & González-Benito, 2006). Folglich sind diese Interessengruppen einerseits in die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien involviert und andererseits von kohärenten Maßnahmen bei der Umsetzung ihrer eigenen Aufgaben betroffen (Darnall et al., 2009). In der Konsequenz wird postuliert, dass der Druck der internen Stakeholder einen förderlichen Einfluss auf die Implementierung der Kreislaufwirtschaft ausübt.

H6a: Der Druck der internen Stakeholder steht in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

Des Weiteren hat die Literaturrecherche ergeben, dass regulatorische Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft von entscheidender Bedeutung sind (Hina et al., 2022; Wrålsen et al., 2021). Diese Theorie wurde während der Experteninterviews in Abschnitt 4.1 von unterschiedlichen Vertretern aus der Unternehmenspraxis bestätigt. Zudem wird angenommen, dass der gesellschaftliche Trend zu mehr Nachhaltigkeit auch zu einem veränderten Kunden- und Lieferantenverhalten führt. Diese üben Druck auf Betriebe zur Umsetzung von mehr Zirkularität aus (Ghinoi et al., 2020). Es wird ferner erwartet, dass Finanzinstitute zur Bewertung von Firmenportfolios im Rahmen der EU-Taxonomie Nachhaltigkeitskennzahlen stärker berücksichtigen werden (Schuster & Geier, 2023). Daraus resultiert die Schlussfolgerung, dass der Druck externer Stakeholder einen positiven Einfluss auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft besitzt.

H6b: Der Druck der externen Stakeholder steht in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

In Konsequenz dessen lässt sich ableiten, dass auch der Druck der aggregierten Stakeholder-Determinante einen positiven Effekt auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ausübt.

H6: Der Druck der Stakeholder steht in einem positiven Zusammenhang mit dem Grad der Zirkularität.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass der Druck, der von den Stakeholdern ausgeübt wird, nicht nur direkte Auswirkungen auf den Grad der Zirkularität besitzt. Es ist anzunehmen, dass dieser als Katalysator wirkt und weitere Einflussfaktoren verstärkt. Die Stakeholder erwarten von den Unternehmen bestimmte Handlungen und Aktivitäten. Daraus kann abgeleitet werden, dass Organisationen, die Druck von den Stakeholdern hinsichtlich der Entwicklung nachhaltiger Geschäftsmodelle verspüren, diesen als Bedrohung wahrnehmen und damit Umsetzungserwartungen assoziieren. Somit kann argumentiert werden, dass diese Unternehmen ihre dynamischen Fähigkeiten nutzen, um den Grad der Zirkularität des Geschäftsmodells zu erhöhen.

H7: Höherer Stakeholder-Druck stärkt die Verbindung zwischen dynamischen Fähigkeiten und dem Grad der Zirkularität.

Ergänzend ist anzunehmen, dass der Druck seitens der Stakeholder auch das Zusammenwirken eines grünen Images und der Zirkularität verstärkt. Unternehmen befinden sich in einer engmaschigen Beziehung zu ihren Stakeholdern. Dies resultiert in einer intensiven Evaluierung der Kommunikationspolitik anhand praxisrelevanter Umsetzungsinitiativen. Symbolische Nachhaltigkeitsanstrengungen werden öffentlich kritisiert und als Greenwashing diffamiert.

Der Begriff Greenwashing meint eine mannigfaltige Anzahl irreführender Mitteilungen, die das Ziel verfolgen, bei den Stakeholdern einen zu positiven Eindruck der eigenen Umweltpraktiken zu erwecken (Torelli et al., 2020). Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Unternehmen eine wahrgenommene Erwartungshaltung tatsächlich etablieren. Aus diesem Grund wird postuliert, dass der Stakeholder-Druck die Auswirkungen eines grünen Images auf den Grad der Zirkularität verstärkt.

H8: Höherer Stakeholder-Druck stärkt die Verbindung zwischen grünem Image und dem Grad der Zirkularität.

Ferner wurde bereits dargelegt, dass vermutet wird, dass Unternehmen mit dynamischen Fähigkeiten die Chance in der Entwicklung eines grünen Images erkennen. Der Aufbau eines derartigen Images bietet die Möglichkeit, dass Stakeholder die Potenziale nachhaltiger Innovationen verstehen und die Umsetzung aufgrund einer nachhaltigen Gesamtbeurteilung des Unternehmens als realistisch betrachten.

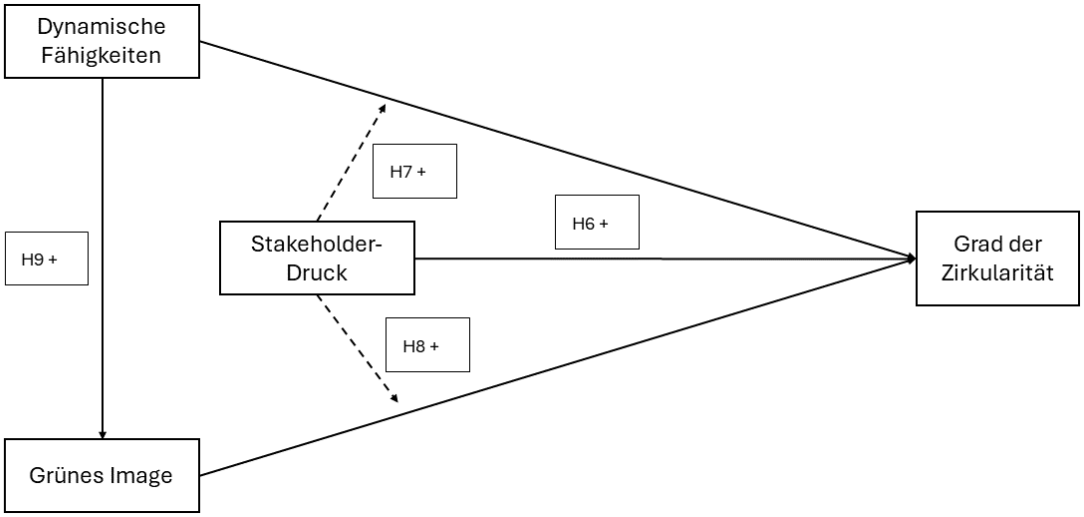
H9: Die dynamischen Fähigkeiten stehen in einem positiven Zusammenhang mit einem grünen Image.

8.5 Forschungsdesign und Variablen

Zur Messung des Drucks der Stakeholder hat sich der Verfasser an bisherigen Skalen orientiert (Block et al., 2023; Darnall et al., 2010). Daher wurde eine fünfstufige Likert-Skala verwendet, die von „gar kein Druck“ bis „sehr starker Druck“ reichte. Hierbei haben die Studienteilnehmer den Einfluss von 12 Interessengruppen auf den eigenen Betrieb bewertet. Darunter rangierten Mitarbeiter (1), Führungskräfte (2), Eigentümer (3), andere Mitglieder der Eigentümerfamilie (4), soziales Umfeld der Eigentümerfamilie (5), Lieferanten (6), Öffentlichkeit (7), gewerbliche Kunden (8), Wettbewerber (9), Finanzdienstleister (10), Gesetzgeber (11) sowie externe Berater (12). Zur weitergehenden Analyse wurden die 12 Determinanten zu zwei Indizes zusammengefasst, um den Druck der internen (Nr. 1 bis 3) sowie externen Stakeholder (Nr. 4 bis 12) besser bewerten zu können.

Das nachfolgend visualisierte Forschungsdesign zeigt, dass die direkten Auswirkungen des Stakeholder-Drucks auf den Grad der Zirkularität durch H6 analysiert werden. Darüber hinaus erfolgt eine Evaluierung, inwiefern der Stakeholder-Druck die Implikationen der dynamischen Fähigkeiten (H7) und des grünen Images (H8) auf den Grad der Zirkularität moderiert. Abschließend werden durch H9 die Effekte der dynamischen Fähigkeiten auf das grüne Image untersucht. Daraus ergibt sich folgendes Forschungsdesign:

Abbildung 8.1 Forschungsdesign Stakeholderperspektive



Quelle: Eigene Darstellung

8.6 Ergebnisse

Die Analyse des Drucks der Stakeholder verdeutlicht, dass die internen Stakeholder den Grad der Zirkularität positiv beeinflussen (β = 2,93, p < ,001). Die Beziehung ist signifikant und in der erwarteten Richtung, sodass die Hypothese 6a bestätigt wird. Der Druck der externen Stakeholder führt ebenfalls zu mehr Zirkularität (β = 0,83, p < ,001). Die Hypothese 6b kann somit ebenfalls bestätigt werden, wenngleich der Druck der externen Stakeholder einen geringeren Einfluss aufweist als der Druck der internen Stakeholder. Folglich wird auch die Hypothese 6 bestätigt (β = 0,73, p < ,001), denn die aggregierte Determinante der Stakeholder hat eine signifikant positive Implikation. Die Ergebnisse werden in den Tabellen A8.1 und A8.2 visualisiert.

In einer detaillierteren Analyse konnten bei den folgenden internen Stakeholdern signifikant positive Effekte identifiziert werden: Mitarbeiter (β = 3,45, p = ,014), Führungskräfte (β = 5,26, p < ,001), Eigentümer (β = 4,92, p < ,001). Demgegenüber konnte kein signifikanter Einfluss bei anderen Mitgliedern der Eigentümerfamilie (β = 1,97, p = ,103) und dem sozialen Umfeld der Eigentümerfamilie (β = 1,75, p = ,189) konstatiert werden.

Bei den externen Stakeholdern war bei den folgenden Gruppierungen ein signifikant positiver Einfluss feststellbar: Öffentlichkeit (β = 4,99, p < ,001), Kunden (β = 5,15, p < ,001), Finanzdienstleister (β = 4,13, p = ,008), Gesetzgebung (β = 4,38, p < ,001) und Berater /

wissenschaftliche Institutionen (β = 4,39, p < ,001). Kein signifikanter Effekt war bei Lieferanten (β = 2,60, p = ,060) und Wettbewerbern (β = 2,02, p = ,113) feststellbar. Die Resultate der internen und externen Stakeholder werden in den Tabellen A8.3 und A8.4 visualisiert.

Des Weiteren zeigt das Resultat der Hypothese 7, dass der Druck der Stakeholder einen negativen Effekt auf die Implikationen der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität hat (β = -0,01, p = ,640).

Darüber hinaus wurde in Hypothese 8 analysiert, ob der Druck der Stakeholder die Wirkung des grünen Images auf den Grad der Zirkularität verstärkt. Die Ergebnisse der Interaktion zeigen, dass der Druck einen positiven Einfluss auf den Grad der Zirkularität besitzt (ß = 0,07) und signifikant (p = ,013) ist. Dabei ist jedoch zu konstatieren, dass der Regressionskoeffizient gering ist.

Die Hypothese 9 bestätigt, dass die dynamischen Fähigkeiten einen signifikant positiven Effekt auf das grüne Image eines Unternehmens besitzen (β = 0,24, p <,001).

8.6.1 Post-hoc-Analyse

Die durchgeführte Analyse hat ergeben, dass der Druck, den die Stakeholder ausüben, die Effekte des grünen Images auf den Grad der Zirkularität erhöht. Demgegenüber werden die Implikationen der dynamischen Fähigkeiten durch den Stakeholder-Druck reduziert. Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, dass die dynamischen Fähigkeiten einen positiven Einfluss auf das grüne Image ausüben.

Um das Zusammenwirken der dynamischen Fähigkeiten, des grünen Images und des Stakeholder-Drucks genauer zu untersuchen, wurde post-hoc eine Mediationsanalyse durchgeführt, um die indirekten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten zu eruieren. Die Ergebnisse aus Tabelle A8.5 legen nahe, dass das grüne Image den Effekt der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität mediiert. Derartige Kompetenzen ermöglichen die Entwicklung eines grünen Images, welches wiederum die Implementierung der Kreislaufwirtschaft verstärkt.

Dieser indirekte Einfluss der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität ist signifikant, da das Konfidenzintervall der Bootstrap-Methode (0,115 bis 0,543) den Nullwert nicht unterschreitet. Die Resultate stützen die Hypothese der Mediationswirkung.

Für eine weitergehende Identifizierung der Effekte wurde zudem eine moderierte Mediation durchgeführt. Hierbei wurden die indirekten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten über das grüne Image auf den Grad der Zirkularität bei unterschiedlich starkem Stakeholder-Druck

berechnet. Diesbezüglich wurde die bereits getätigte Annahme inhaltlich bekräftigt. Bei geringem Stakeholder-Druck lässt sich ein signifikant positiver direkter Einfluss der dynamischen Fähigkeiten auf den Grad der Zirkularität konstatieren. Wenn der Druck jedoch steigt, sinkt die Effektgröße und die Signifikanz geht verloren. Die indirekten Effekte zeigen eine gegenläufige Entwicklung. Bei einem negativen Stakeholder-Druck ist der indirekte Effekt der dynamischen Fähigkeiten nicht signifikant. Sobald der Stakeholder-Druck zunimmt, steigt diese Effektgröße und es ergeben sich signifikante Resultate. Dies lässt den Schluss zu, dass die Mediation des grünen Images zwischen den dynamischen Fähigkeiten und dem Grad der Zirkularität durch den Stakeholder-Druck moderiert wird. Die Ergebnisse sind in der Tabelle A8.5 nachzuvollziehen.

8.7 Diskussion und Implikationen

Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden die Ergebnisse der Regressionsanalyse detaillierter analysiert.

F4: Welchen Einfluss hat der Stakeholder-Druck auf den Grad der Zirkularität?

Die Ergebnisse belegen, dass sowohl interne als auch externe Stakeholder einen positiven Einfluss auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ausüben. Bei Wahrnehmung von Druck seitens verschiedener Interessengruppen nimmt der Grad der Zirkularität zu. Diese Resultate stimmen mit den Forschungsergebnissen vorheriger Arbeiten überein (Baah et al., 2022; Ranta, Aarikka-Stenroos, Ritala & Mäkinen, 2018).

In der akademischen Debatte existieren unterschiedliche Auffassungen darüber, welche Stakeholdergruppen den größten Einfluss auf die Implementierung kreislauforientierter Praktiken haben. Diese Herausforderung wird in der vorliegenden Dissertation unterstrichen. Es ist eindeutig, dass die aggregierte Gruppe der internen Stakeholder einen wesentlich stärkeren Effekt auf den Grad der Zirkularität hat. Diese Ergebnisse stützen die Analysen von Chiappetta Jabbour et al. (2020).

Eine tiefergehende Untersuchung zeigt zudem, dass die Führungskräfte den wirkungsvollsten Einfluss auf die Umsetzung von Zirkularität besitzen. Auf dem nachfolgenden Platz sind allerdings die Kunden und die Öffentlichkeit zu verorten, sodass zu konstatieren ist, dass auch externe Stakeholder relevanten Druck ausüben.

Die Dissertation illustriert zudem, dass die Gesetzgebung einen signifikant positiven Effekt auf die Umsetzung zirkulärer Aktivitäten hat. Dies entspricht den Schlussfolgerungen von Baah et

al. (2020). Entgegen der Studie von Govindan und Hasanagic (2018) kann allerdings nicht verifiziert werden, dass es sich hierbei um die stärksten Implikationen handelt.

Des Weiteren können die Resultate von Ghinoi et al. (2020) in der vorliegenden Dissertation nicht bestätigt werden. Ghinoi et al. (2020) postulieren, dass Zulieferer eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung der Kreislaufwirtschaft einnehmen. Vor diesem Hintergrund konnten jedoch keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden.

F5: Auf welche Weise ergänzen sich der Stakeholder-Druck und das grüne Image?

Ferner wurde eruiert, dass der Stakeholder-Druck die Auswirkungen des grünen Images auf den Grad der Zirkularität erhöht. Diese Resultate stehen im Kontrast zu den Ergebnissen aus Abschnitt 6, in welchen der Druck durch die Stakeholder die Wirkung der dynamischen Fähigkeiten reduzierte. Der in Abschnitt 6 erwartete Katalysator-Effekt des Stakeholder-Drucks konnte folglich lediglich festgestellt werden, wenn die Unternehmen bereits beschlossen hatten, ein grünes Image aufzubauen. Diese Beobachtung könnte dahingehend erklärt werden, dass der Druck der Stakeholder dazu führt, dass Unternehmen das vorteilhafte grüne Image in eine Umsetzungsphase überführen. Das Risiko, andernfalls des Greenwashings überführt zu werden, resultiert in der Entwicklung nachhaltiger, in diesem Fall zirkulärer, Geschäftsmodelle.

Post-hoc-Analyse

Post-hoc konnte die transformative Wirkung des Stakeholder-Drucks genauer untersucht werden. Dabei wird deutlich, dass der Stakeholder-Druck die direkten Effekte der dynamischen Fähigkeiten reduziert. Einhergehend gewinnen jedoch die indirekten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten über das grüne Image an Bedeutung.

Der Druck der Stakeholder veranlasst Unternehmen dazu, verstärkt in nachhaltige Praktiken und grüne Technologien zu investieren. Dies könnte zunächst zu einer Verringerung der direkten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten auf die Umsetzung von Zirkularität führen, da Ressourcen und Aufmerksamkeit auf die Erfüllung externer Erwartungen umgelenkt werden. Nachgelagert könnte jedoch ein verbessertes grünes Image die indirekten Effekte verstärken, indem es neue Marktchancen eröffnet. Diesen Unternehmen wird eine ausgeprägte Nachhaltigkeitskompetenz beigemessen, wodurch angenommen wird, dass die Implementierung zirkulärer Aktivitäten mit einer höheren Wahrscheinlichkeit gelingt. Somit eröffnen sich Marktopportunitäten im Segment der Kreislaufwirtschaft durch neue Partner, wodurch der Grad der Zirkularität steigt.

8.7.1 Implikationen für die Unternehmenspraxis

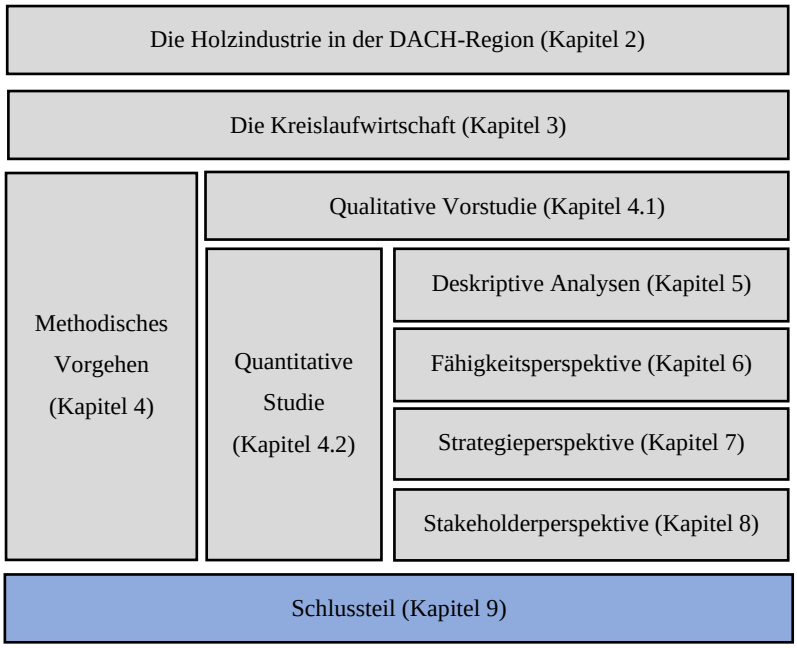
Die Arbeit verdeutlicht, dass verschiedene Interessengruppen Druck auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ausüben. Die Resultate unterstreichen zudem, dass vor allem Führungskräfte eine besondere Rolle bei der Implementierung von Zirkularität spielen. Daraus sollten die Unternehmensinhaber schließen, dass es von spezieller Wichtigkeit ist, ihre Führungskräfte von kreislauforientierten Initiativen zu überzeugen. Sofern dies gelingt, ist davon auszugehen, dass die Umsetzungsprozesse erfolgreicher sind.

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die Öffentlichkeit einen erheblichen Einfluss auf die Umsetzung hat. Daher sollten Interessenverbände in ihrer Tätigkeit bestärkt werden, Forderungen zur Intensivierung der Kreislaufwirtschaft weiterhin zu artikulieren. Dieses Erfordernis gilt auch für die Legislative. Die Gesetzgebung hat bereits jetzt einen signifikanten Einfluss auf die Implementierungsprozesse. Durch gezielte Rahmenbedingungen und Fördermaßnahmen kann dieser Effekt weiter verstärkt werden.

Insgesamt wird deutlich, dass Stakeholder in die Umsetzungsprozesse eingebunden werden sollten, um aus dem wahrgenommenen grünen Image Kapital schlagen zu können. Es zeigt sich auch in etablierten Forschungsarbeiten, dass die Einbeziehung von Stakeholdern zu einer Veränderung des vorhandenen Geschäftsmodells führt (Christensen et al., 2016).

9 Schlussbemerkungen

Im vorliegenden Kapitel erfolgt die Beantwortung der Forschungsfrage sowie eine Zusammenfassung der Ergebnisse (9.1). Im Anschluss findet eine Evaluierung der Resultate anhand von Praxisbeispielen statt (9.2). Abschließend werden Implikationen für Theorie und Praxis hergeleitet (9.3) sowie mögliche Restriktionen dieser Dissertation erläutert (9.4).



9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Tabelle 9.1 illustriert die Forschungsfragen, welche in dieser Dissertation beantwortet wurden. Die zentralen Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend erläutert.

Tabelle 9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Forschungsfrage		Beantwortet in
Fähigkeitsperspektive		
F1	Welche Fähigkeiten benötigen Unternehmen, um Zirkularität zu erreichen?	Kapitel 6
Strategieperspektive		
F2	Welche Strategie führt zu Zirkularität?	Kapitel 7
F3	Auf welche Weise ergänzen sich Strategie und Fähigkeiten in diesem Kontext?	Kapitel 7
Stakeholderperspektive		
F4	Welchen Einfluss hat der Stakeholder-Druck auf den Grad der Zirkularität?	Kapitel 8
F5	Auf welche Weise ergänzen sich der Stakeholder-Druck und das grüne Image in diesem Kontext?	Kapitel 8

Quelle: Eigene Darstellung

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine quantitative Erhebung in der Holzindustrie aus Deutschland, Österreich und der Schweiz durchgeführt. Insgesamt wurden 1.631 Unternehmen für die Befragung berücksichtigt, wovon 200 (12,26%) an der Studie teilnahmen. Bei den Betrieben handelt es sich überwiegend um Familienunternehmen (89,5%). Bei einem signifikanten Teil der Gesellschaften befinden sich noch mehr als 50% der Anteile in Familienbesitz (79,5%). Die Antworten verteilten sich auf zehn Unternehmen mit bis zu 9 Mitarbeitern, 87 mit 10 bis 49 Mitarbeitern, 67 mit 50 bis 249 Mitarbeitern und 37 mit mehr als 249 Mitarbeitern. Die Stichprobe ist insgesamt ausgewogen und weist eine hinreichende Validität auf, um die Branche repräsentativ abzubilden.

In **Kapitel 6** wurde die Forschungsfrage 1 beantwortet, welche Fähigkeiten Unternehmen benötigen, um Zirkularität zu erreichen. In diesem Kontext wurde das Theoriemodell der

dynamischen Fähigkeiten untersucht und analysiert, inwiefern sie den Grad der Zirkularität eines Unternehmens beeinflussen. Das Konstrukt wurde zudem in die Mikrogrundlagen Sensing, Seizing und Transforming differenziert. Die Studie belegt, dass die dynamischen Fähigkeiten einen positiven Effekt auf den Grad der Zirkularität haben. Dieses Ergebnis konnte gleichermaßen für alle Mikrogrundlagen festgestellt werden. Darüber hinaus konnte konstatiert werden, dass die Konstrukte die größten Auswirkungen im Zusammenhang mit den Marketing- und Vertriebsaktivitäten aufweisen. Überdies wurde jedoch eruiert, dass die dynamischen Fähigkeiten nur so lange positive Implikationen besitzen, bis der Druck durch die Stakeholder steigt. Dieser führt zu einem Übergang von einem aktiven zu einem reaktiven Verhalten und resultiert in einer signifikanten Reduktion der direkten Einflüsse der dynamischen Fähigkeiten.

Im **Kapitel 7** erfolgte die Beantwortung der Forschungsfragen 2 und 3. Es war das Ziel, zu ergründen, welche Strategie in der Unternehmenspraxis zu Zirkularität führt. Außerdem sollte ermittelt werden, wie sich die Wettbewerbsstrategie und die Fähigkeiten eines Unternehmens in Bezug auf den Grad der Zirkularität ergänzen. Basierend auf einer Literaturrecherche im Bereich der Strategie-Theorie wurden die Wettbewerbsstrategien näher erläutert. Im Rahmen der Untersuchung wurde ermittelt, inwiefern die Strategien der Qualitäts-, Kosten- und Innovationsführerschaft die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft beeinflussen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Innovationsführerschaft den größten Einfluss auf den Grad der Zirkularität ausübt. Entgegen den Erwartungen wurde zudem herausgearbeitet, dass auch die Qualitätsführerschaft einen positiven Effekt auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft besitzt, wenngleich die Auswirkungen geringer und nicht signifikant waren. Zusätzlich konnte bestätigt werden, dass die Kostenführerschaft keinen positiven Einfluss auf die Zirkularität hat. In einem nächsten Schritt wurde untersucht, inwiefern die dynamischen Fähigkeiten den Effekt der Innovationsführerschaft moderieren. Die Ergebnisse zeigen, dass die dynamischen Fähigkeiten die Auswirkungen der Innovationsführerschaft auf den Grad der Zirkularität verstärken. Des Weiteren ergab die post-hoc durchgeführte Mediationsanalyse, dass die Innovations- und Qualitätsführerschaft signifikante indirekte Einflüsse auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft besitzen. Beide Strategien fördern den Aufbau dynamischer Fähigkeiten, die wiederum den Grad der Zirkularität erhöhen. Diese indirekte Wirkung konnte für die Kostenführerschaft nicht bestätigt werden.

In **Kapitel 8** wurde untersucht, welchen Einfluss der Stakeholder-Druck auf den Grad der Zirkularität aufweist. Für die Analyse wurde neben dem generellen Druck der Interessengruppen eine Differenzierung in interne und externe Stakeholder vorgenommen. Die internen Stakeholder setzen sich aus den Mitarbeitern, Führungskräften und Eigentümern eines

Unternehmens zusammen. Die externen Stakeholder bestehen aus weiteren Mitgliedern der Eigentümerfamilie, dem sozialen Umfeld der Eigentümerfamilie, Lieferanten, der Öffentlichkeit, gewerblichen Kunden, der Konkurrenz, Finanzdienstleistern, der Gesetzgebung sowie externen Beratern. In Verbindung mit dem Grad der Zirkularität zeigt sich, dass der Druck der internen als auch der externen Stakeholder die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft positiv beeinflusst. Folglich hat das aggregierte Modell der Stakeholder ebenfalls einen förderlichen Effekt. Des Weiteren attestiert diese Arbeit den Führungskräften die stärksten Implikationen für die Umsetzungsinitiativen, gefolgt von den Kunden und der Öffentlichkeit. Auf aggregierter Ebene führt außerdem der Druck der internen Stakeholder zu mehr Zirkularität als der Druck der externen Stakeholder.

Ferner wurde der Aspekt eines grünen Images in die Analyse einbezogen. Die Ergebnisse unterstreichen, dass der Stakeholder-Druck die Wirkung eines grünen Images auf den Grad der Zirkularität erhöht. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass der Einfluss der Interessengruppen dazu führt, dass die Unternehmen ihr nachhaltiges Erscheinungsbild in substanzielle Handlungen überführen. Darüber hinaus wirkt das grüne Image als Moderator in der Beziehung zwischen den dynamischen Fähigkeiten und der Kreislaufwirtschaft. Während ein grünes Image die Entwicklung von Zirkularität verstärkt, führen die dynamischen Fähigkeiten zur Entstehung dieses Images und beeinflussen somit die Erreichung zirkulärer Aktivitäten mittelbar. Folglich zeigt sich neben dem bereits festgestellten direkten Einfluss der dynamischen Fähigkeiten zusätzlich ein indirekter Effekt.

In einem nachfolgenden Schritt wurden diese indirekten Implikationen der dynamischen Fähigkeiten bei steigendem Stakeholder-Druck evaluiert. Der Druck bewirkt, dass die direkten Effekte der dynamischen Fähigkeiten auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft abnehmen, während einhergehend die indirekten Auswirkungen über das grüne Image zunehmen. Diese Entwicklung lässt sich damit erklären, dass Unternehmen durch den Einfluss der Interessengruppen zu einem kurzfristigen, reaktiven Handeln gezwungen werden. Die Organisationen streben nicht länger eine Erhöhung des Grads der Zirkularität durch die dynamischen Fähigkeiten an, sondern bemühen sich, externen Erwartungen durch den Aufbau eines grünen Images gerecht zu werden. Ein solches Image wirkt sich jedoch positiv auf die Kreislaufwirtschaft aus. Einerseits eröffnet ein derartiges Ansehen neue Marktchancen, da es bei potenziellen Partnern zu einer Vertrauenssteigerung in Bezug auf Nachhaltigkeitsaktivitäten führt. Andererseits sorgt der Stakeholder-Druck dafür, dass das grüne Image in substanzielle Handlungen überführt wird, um eine Verurteilung als Greenwashing zu vermeiden.

Zusammenfassend ist die Forschungsfrage dieser Dissertation - **Welche Wettbewerbsstrategien und Fähigkeiten führen zu zirkulären Geschäftsmodellen? -** dahingehend zu beantworten, dass insbesondere vier Faktoren – die dynamischen Fähigkeiten, eine innovationsorientierte Wettbewerbsstrategie, ein grünes Image und der Stakeholder-Druck – wesentlichen Einfluss auf die Umsetzung von Zirkularität haben. Die Interpretation erfordert eine Differenzierung in ein Unternehmensumfeld mit geringerem und stärkerem Druck durch Stakeholder.

Sofern die Unternehmen nur geringen Druck durch Interessengruppen wahrnehmen, sind die dynamischen Fähigkeiten ein Garant für die Implementierung der Kreislaufwirtschaft. Sie wirken diesbezüglich sowohl direkt als auch als Moderator und Mediator. Im Detail fördern sie die Wirkung einer innovationsorientierten Unternehmensstrategie auf den Grad der Zirkularität. Überdies wirken sie im Zusammenspiel mit einer Strategie der Innovations- oder Qualitätsführerschaft zudem als Mediator und verstärken somit die indirekten Effekte beider Varianten. Die Innovationsführerschaft hat darüber hinaus auch direkt einen relevanten Einfluss.

In der vorliegenden Gesamtkonstellation fungiert der **Stakeholder-Druck als zentraler Veränderungsfaktor** und verhindert vorschnelle Heuristiken. Der Stakeholder-Druck schwächt die direkten Effekte der dynamischen Fähigkeiten, indem er eine substitutive Dynamik hervorruft, die deren Einfluss auf die Umsetzung von Zirkularität überlagert. Die davon betroffenen Unternehmen interpretieren die Kreislaufwirtschaft nicht länger als Opportunität, sondern als extern induzierte Bedrohung. Als Reaktion nutzen die Unternehmen ihre Umsetzungskompetenz primär zum Aufbau eines grünen Images. Dieses Zusammenwirken führt jedoch nicht zu einer Verringerung der Kreislaufwirtschaftsaktivitäten. Denn die indirekten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten über das grüne Image auf die Implementierung von Zirkularität nehmen signifikant zu. Der Katalysator-Effekt des Stakeholder-Drucks bewirkt, dass aus dem grünen Erscheinungsbild nachgelagert tatsächlich substanzielle Implementierungsinitiativen resultieren. Die Gefahr, ansonsten des Greenwashings verdächtigt zu werden, treibt die Organisationen an, den Grad der Zirkularität zu erhöhen. In der Konsequenz fungiert der Einfluss der Interessengruppen im Zusammenwirken mit den dynamischen Fähigkeiten und einem grünen Image als treibende Kraft für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft.

9.2 Validierung der Ergebnisse in der Unternehmenspraxis

Das Ziel der nachfolgenden Validierung liegt darin, die empirisch erhobenen Ergebnisse anhand von Praxisbeispielen zu evaluieren. Der Aufbau dieses Abschnitts der Dissertation orientiert sich an den fünf formulierten Forschungsfragen.

F1: Welche Fähigkeiten benötigen Unternehmen, um Zirkularität zu erreichen?

Die Pfleiderer Gruppe ist einer der europäischen Marktführer in der Holzwerkstoffindustrie. Im Jahr 2021 hat Stefan Göldner, Kommunikationschef von Pfleiderer Deutschland, dem Holz-Zentralblatt ein Interview zu den Potenzialen der Nachhaltigkeit gegeben. Dabei erläuterte Göldner, warum sich das Unternehmen schon früh mit dem Begriff Nachhaltigkeit beschäftigte:

> *„Nun, das ist letztlich durch unseren Rohstoff bedingt. Unser Unternehmen wurde 1894 als Holzhandlung und Flößerei gegründet. Wer aber im Geschäft mit Holz erfolgreich sein möchte, muss dafür sorgen, dass es auch morgen noch genug davon gibt“* (sb, 2021a, S. 424).

Auf die Frage, welche Sortimente das Unternehmen im Rahmen der Holzwerkstoffproduktion einsetzt, erläuterte Göldner, dass sowohl Durchforstungsholz und Nebenprodukte der Sägeindustrie als auch Post-Consumer-Produkte Einsatz fänden. Diesbezüglich argumentierte er:

> *„Vor Ort muss man dann jeweils schauen, welche Sortimente verfügbar sind. Da spielt das Recycling automatisch eine größere Rolle“* (sb, 2021a, S. 424).

Zum Abschluss des Gesprächs betonte das Holz-Zentralblatt, dass es in der Zukunft Versorgungsprobleme aufgrund geschädigter Waldgebiete und eines damit einhergehenden Rückgangs des Holzeinschlags geben könnte. Daraufhin erwiderte Göldner:

> *„Da wir stets auf die Qualität aller unserer Rohstoffe achten, sind wir in der Zusammensetzung der Sortimente jedoch flexibel. Wenn sich Anteile im Holzmix verschieben, hat das keinen Einfluss auf die Produktqualität. Wir haben aber ohnehin klar formuliert, dass wir in den nächsten 5 Jahren den Anteil von Gebrauchtholz auf 50% steigern werden. Das sind dann Partien, die vom aktuellen Einschlag nicht beeinflusst werden.“* (sb, 2021a, S. 424)

Die Aussagen Stefan Göldners verdeutlichen die hohe Adaptionsfähigkeit des Unternehmens hinsichtlich des Rohstoffs sowie seiner diversen Verwendungsmöglichkeiten. Im Verlauf seiner mehr als 100-jährigen Unternehmensgeschichte vollzog Pfleiderer eine Entwicklung vom Holzhändler zum Holzwerkstoffproduzenten. In den vergangenen Jahren hat das Unternehmen erkannt, dass externe Faktoren die Rohstoffverfügbarkeit reduzieren werden, was eine

Modifikation und Adaption der Produktionsprozesse erforderlich macht. Diese Entwicklung lässt den Schluss zu, dass das Unternehmen dynamische Fähigkeiten aufgebaut hat, die zum Erhalt der notwendigen Informationen und zum Aufbau des Wissens zur Anpassung der Produktionsprozesse geführt haben. Diese Einschätzung stimmt mit den Erkenntnissen eines Experteninterviews überein, welches der Verfasser im Jahr 2021 mit einem Vertreter der Holzindustrie durchgeführt hat. Im Zusammenhang mit der Produktion emissionsreduzierter Platten wurde erklärt:

> *„Also letztlich haben wir uns immer mit der jeweiligen Situation und den entsprechenden Voraussetzungen beschäftigt und versucht, uns bestmöglich anzupassen und die Umsetzung dann konsequent auf allen Ebenen voranzutreiben“* (I3).

Eine derart hohe Anpassungsfähigkeit an die Rohstoffverfügbarkeit demonstrieren weitere Unternehmen, die im Kontext der Kreislaufwirtschaft als Pioniere bezeichnet werden können. Diesbezüglich sei auf die im vorherigen Verlauf dieser Dissertation vorgestellte Derix-Gruppe verwiesen, einen Hersteller von Brettschicht- und Brettsperrholz für den Ingenieurholzbau. Im Holz-Zentralblatt wurde Markus Derix wie folgt zitiert:

> *„Holz als nachhaltiger Baustoff wird aus seiner Sicht auch in Zukunft stark nachgefragt sein. Mit der Rücknahme trage man zu einer höheren Verfügbarkeit von Holz in der Zukunft bei“* (DERIX GmbH, 2021, S. 441).

Die Beispiele demonstrieren, dass Unternehmen, welche die Umsetzung der Zirkularität maßgeblich vorantreiben, eine hohe Anpassungsfähigkeit entwickelt haben. In der wissenschaftlichen Debatte wird diese Kompetenz als "dynamische Fähigkeit" bezeichnet. Die dargestellten Praxisbeispiele verdeutlichen, dass die Förderung von dynamischen Fähigkeiten einen Beitrag zur Steigerung der Zirkularität leistet.

F2: Welche Strategie führt zu Zirkularität?

F3: Auf welche Weise ergänzen sich Strategie und Fähigkeiten in diesem Kontext?

Nur wenige Unternehmen der Holzindustrie berichten in öffentlichen Publikationen von generellen Wettbewerbsstrategien. Einen Eindruck strategischer Stoßrichtungen vermitteln die im Jahr 2021 durchgeführten Experteninterviews des Verfassers.

In Bezug auf die Unternehmensstrategie stellt Interviewpartner 1 fest, dass der Aspekt der Nachhaltigkeit ein wesentlicher Bestandteil ist. In Konsequenz dessen lassen sich eine Vielzahl von Handlungen ableiten, welche letztlich die Förderung der Kreislaufwirtschaft zum Ziel haben.

> *„(…) wir werden jetzt zukünftig bei jedem Projekt, eigentlich bei jeder Maßnahme, die es im Unternehmen gibt, also bei jeder Investition, immer zu irgendeinem Zeitpunkt muss das Thema unter dem Gesichtspunkt Nachhaltigkeit beleuchtet werden“* (I1).

Diese grundsätzliche Stoßrichtung ist in allen Unternehmensbereichen verankert, wie das nachfolgende Beispiel unterstreicht:

> *„Ich meine, wir haben einen Forschungsleiter, bei dem kommen Lieferanten oder Produkte, wo er weiß, die sind eigentlich nicht nachhaltig, gar nicht auf die Liste. Fertig. Das liegt im Rahmen seiner Ermessensspielräume. Er hat einen riesigen Fokus darauf. Wir wissen und wir können uns darauf verlassen, dass er da, nur weil ein Produkt billiger ist, würde er nie etwas weniger Nachhaltiges einkaufen.“* (I1)

Wenngleich die Aussagen die Auswirkungen einer Nachhaltigkeitsstrategie verdeutlichen, verifizieren sie nicht die Forschungsergebnisse dieser Dissertation, da sich diese ausdrücklich mit den Effekten von Wettbewerbsstrategien befassen.

Dennoch legen unterschiedliche Recherchen nahe, dass ein Innovationsfokus förderliche Implikationen für die Erreichung der Kreislaufwirtschaft besitzt. In diesem Kontext führt Interviewpartner 8 aus:

> *„Man muss einfach viel probieren und mutig sein, indem man sagt, lass uns das mal probieren, ob es funktioniert“* (I8).

Ergänzend kann diesbezüglich die Aussage von Experte 11 herangezogen werden:

> *„(…) wir haben ja 25 Forschungseinheiten und -zentren weltweit. Wir haben auch 9 Recyclingzentren weltweit, und da ist natürlich dieses Thema Kreislaufwirtschaft sehr hoch angesiedelt“* (I11).

Der ausgeprägte Innovationsfokus der zirkulär agierenden Unternehmen wird in einer Internetrecherche ebenso deutlich. Der österreichische Holzwerkstoffproduzent Egger betont unter anderem:

> *„Seit 1961 treiben wir zukunftsweisende Innovationen voran und leisten so einen aktiven Beitrag für eine nachhaltige Zukunft“* (FRITZ EGGER GmbH & Co. OG, 2024).

Dazu passend erläutert der deutsche Holzwerkstoffhersteller NOVO-TECH, welcher im Segment der Kreislaufwirtschaft zu den führenden Anbietern zählt, auf seiner Homepage:

> *„Seit 2007 werden am Produktionsstandort Aschersleben aus innovativen Ideen modernste Produkte mit einer Produktionskapazität von ca. 35.000 t pro Jahr entwickelt“* (NOVO-TECH Trading GmbH & Co. KG, 2024).

Das österreichische Unternehmen Binderholz verarbeitet nach eigener Aussage 100% des Rohstoffes Holz. Auf der Unternehmenshomepage berichtet das Familienunternehmen:

> *„Der Name Binder steht in der Holzbranche für Tradition und Integrität, kombiniert mit Hightech und Innovation“* (Binderholz GmbH, 2024).

Die Recherche unterstreicht, dass Innovation in der DNA von zirkulär agierenden Unternehmen verankert ist, wenngleich nicht direkt von einer Innovationsstrategie berichtet wird. Es kann dennoch abgeleitet werden, dass die Innovationsorientierung ein Faktor ist, welcher die Umsetzung von Zirkularität verstärkt.

F4: Welchen Einfluss hat der Stakeholder-Druck auf den Grad der Zirkularität?

F5: Auf welche Weise ergänzen sich der Stakeholder-Druck und das grüne Image in diesem Kontext?

Die vorliegende Dissertation zeigt, dass der Druck von Stakeholdern als „zentraler Veränderungsfaktor“ bei der Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft interpretiert werden kann. In einem Umfeld mit geringem Druck agieren einige Unternehmen aufgrund ihrer Fähigkeiten oder ihrer Strategie proaktiv im Bereich der Kreislaufwirtschaft. Der Druck der Stakeholder verändert jedoch die Implikationen der genannten Faktoren und führt insgesamt zu einer stärkeren Umsetzungsaktivität. Diese Schlussfolgerung kann auch in der Unternehmenspraxis beobachtet werden, wie die folgenden Beispiele veranschaulichen.

Wissenschaftliche Initiativen zur Analyse der Potenziale einer Kreislaufwirtschaft gab es in der Holzindustrie bereits in den 1990er-Jahren, wie die Aussagen des Gesprächspartners 5 zeigen:

> *„So bin ich dazu gekommen, und so habe ich mich in den 90er-Jahren damit beschäftigt. Ich habe aber damals schon gemerkt, es ist in der Wirtschaft, in der Industrie, kein wirkliches Thema. Es hat niemanden wirklich interessiert, und es war mühsam, hier aus meinem oder aus unserem betrieblichen Umfeld Geldmittel zu bekommen.“* (I5)

Führende Anbieter aus der Holzindustrie agierten auch in den 90er-Jahren überwiegend bereits seit Jahrzehnten in der Branche. Daraus lässt sich abstrahieren, dass die besagten Marktteilnehmer, trotz ihrer Anpassungsfähigkeit oder dezidierter Innovationsstrategien, keinen Fokus auf die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft gerichtet hatten. Verstärkt wird diese Herleitung durch die weiteren Ausführungen des Experten 5:

> *„(…) und es war spannend, dass die großen österreichischen Produzenten, die ja auch die europäischen Führer im Bereich Holzwerkstoffe sind, die haben alle gesagt: Kommt überhaupt nicht infrage. Unsere Spanplatten werden nur aus natürlichem Holz hergestellt“* (I5).

Unterstrichen wird diese Argumentation durch den Interviewpartner 6, welcher im Experteninterview im Jahr 2021 erläuterte:

> *„Da hat man lange Zeit das Holz natürlich gar nicht beachtet und hat sich da auch keine Gedanken gemacht, weil man gesagt hat, nachwachsend, da ist genügend da, da müssen wir uns keine Sorgen machen. Da war der politische Druck überhaupt nicht gegeben und natürlich auch die Firmen, die hätten einen Teufel getan, die auf Frischholz gestützten Prozesse umzustellen, mir Probleme ins Haus holen und ich habe gar keinen Gewinn. Das wird ja nicht honoriert, es wird ja nicht toleriert, es wird nicht anerkannt, nicht finanziert oder mit einem Bonus oder mit irgendwelchen Benefits versehen. Es wurde damals nicht mit positiven Begleitfaktoren gespickt. Und von daher hat das niemand umsetzen wollen, ist ja klar.“* (I6)

Interviewpartner 10 bringt die Gedanken von den Experten 5 und 6 auf den Punkt:

> *„Recyclingmaterial im Holzwerkstoff war bis vor kurzem wirklich verpönt“* (I10).

Sowohl die vorliegende Dissertation als auch die Zeitungsrecherche des Verfassers aus Abschnitt 2.5 zeigen jedoch eindeutig, dass die Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie in der jüngeren Vergangenheit eine hohe Bedeutung erlangt hat. Die Gründe dafür sind nach Ansicht des Experten 5 offensichtlich:

> *„Weil die Gesellschaft bereit ist, das auch zuzulassen und anzunehmen, und zum anderen gibt es aber auch die Vorgaben, die im Zusammenhang mit dem Green Deal, Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft einhergehen. Auch hier gibt es schon gesetzliche Regulative, die sicher jetzt am Anfang sind und wo die Schraube zunehmend nachgezogen wird. Das ist meine Erwartung. Und diese beiden Faktoren, öffentliche oder gesellschaftliche Akzeptanz und Regulation durch gerade auch europäische Vorgaben, führen dazu, dass sich die Industrie dem annimmt und dieses positiv sichtbar macht.“* (I5)

Die Beispiele zeigen, dass externer Druck einen wesentlichen Faktor zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft darstellt.

Die Unternehmen der Holzindustrie werben seit Jahrzehnten mit dem Aspekt der Nachhaltigkeit. Nicht zuletzt aufgrund eines Rohstoffs, der in Deutschland seit 1713 aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023d). Damit verfolgt die Branche ein grünes Image, welches in der Öffentlichkeit lange Zeit kontrovers diskutiert wurde. Holz gilt im Jahr 2024 als ein wichtiger Faktor zur Bekämpfung des Klimawandels (Churkina et al., 2020; Schuster & Geier, 2023). Die erhöhte Sensibilität der Öffentlichkeit sowie politische Richtungsvorgaben treiben die Unternehmen dazu, dieses grüne Image in ihren Geschäftspraktiken weiter zu verankern. Es reicht folglich nicht mehr aus, sich lediglich auf einen nachhaltigen Rohstoff zu verlassen. Stattdessen ist es notwendig, mit diesem möglichst nachhaltig, im Sinne einer Kreislaufwirtschaft, zu agieren. Der externe Druck sorgt somit für eine intensivere Implementierung. Diese Schlussfolgerung wird durch die nachfolgenden Beispiele unterstrichen.

Das Unternehmen NOVO-TECH berichtete in der Branchenzeitschrift B+H im Jahr 2020, dass Firmengründer und Geschäftsführer Sasse Rückenwind für seine zirkulären Aktivitäten im Green Deal der Europäischen Union sieht (rh, 2020). Diese Aussage bekräftigte Sasse 2021 im Holz-Zentralblatt, in welchem erläutert wurde, dass Sasse die Zielstellung der EU-Klimaschutzvorgaben und des Green Deal erreichen möchte (rh, 2021).

Das Holz-Zentralblatt berichtete 2021 außerdem, dass die ESG-Richtlinien den Holzbau befeuern und den Übergang zu einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft fördern werden (Klein, 2021). Die Geschäftsführerin des Verbandes der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. erläuterte im Jahr 2020 im Holz-Zentralblatt, dass der Green Deal auf die Förderung einer effizienten Ressourcennutzung durch den Übergang zu einer sauberen und kreislauforientierten Wirtschaft setzt und die Holzwerkstoffindustrie hierzu Lösungen bietet (Strohmeyer, 2020). In diesen Kontext passt eine Meldung des Holz-Zentralblatts aus dem Jahr 2024, in der berichtet wird, dass die Egger-Gruppe sich zum Pariser Klimaabkommen bekennt und bis 2050 das „Net-Zero-Ziel“ erreichen möchte (W.-A. Richter, 2024).

Die Relevanz des Stakeholder-Drucks wurde auch in den Experteninterviews des Verfassers vielfach herausgestellt. In Bezug auf die Frage, ob weitere Gesetzesinitiativen zu erwarten seien, gab Experte 2 folgende Antwort:

> *„Leider. Anders ist es ja gar nicht auf die Reihe zu kriegen. (…) wenn ein CO2-Ziel erreicht und die Kreislaufwirtschaft stärker verfolgt werden soll, dann geht es nur mit Auflagen“* (I2).

Zusätzlich erläutert er:

> *„Irgendwann will man natürlich sicherlich einen Vorteil haben vor anderen. Irgendwann kommen weitere Gesetze auf uns zu, und da will ich eigentlich schon vorher dabei sein“* (I2).

Gesprächspartner 4 bestätigt, dass durch die steigende Regulatorik Druck auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ausgeübt wird:

> *„(…) was in der ganzen Immobilienwirtschaft jetzt kommt, mit der ESG, der EU-Taxonomie, CO2-Emissionen werden bewertet. Das spielt eine riesengroße Rolle“* (I4).

Die Ausführungen unterstützen die Aussage dieser Dissertation, dass der Stakeholder-Druck ein zentraler Faktor für die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft ist. Dabei wird deutlich, dass die Unternehmen dazu getrieben werden, ein nachhaltiges Image durch substanzielle Aktivitäten weiter in die Praxis zu überführen. Neben der Nutzung eines nachhaltigen Rohstoffs werden zunehmend nachhaltige Verhaltensweisen eingefordert.

Die Praxis-Analyse unterstützt folglich die Schlussfolgerungen dieser Dissertation. Geringfügige Abweichungen ergeben sich lediglich bei der Einschätzung der einflussreichsten Stakeholder-Gruppen. Im Rahmen der Praxisanalyse wird der Gesetzgebung die größte Bedeutung beigemessen. Obgleich dies den Resultaten der Dissertation nicht zuwiderläuft, da die Gesetzgebung ebenfalls einen signifikanten Effekt aufgewiesen hat, üben im Kontext der Forschungsergebnisse die internen Stakeholder den größten Einfluss aus. In zukünftigen Forschungsarbeiten könnte es interessant sein, zu ermitteln, inwiefern die internen Stakeholder durch politische Leitlinien beeinflusst werden.

9.3 Implikationen für Theorie und Praxis

9.3.1 Theoretische Implikationen

Diese Dissertation trägt zu unterschiedlichen Literaturströmungen im Bereich der zirkulären Geschäftsmodelle bei. Nachfolgend werden die wesentlichen Implikationen anhand der Fähigkeits-, Strategie- und Stakeholderperspektive zusammenfassend dargestellt.

Im Bereich der Kreislaufwirtschaft ist der wissenschaftliche Diskurs grundsätzlich von Literaturübersichten, Fallstudien oder qualitativen Untersuchungen geprägt (Elf et al., 2022; Hofmann & Knyphausen-Aufseß, 2022; Pieroni et al., 2019; Prieto-Sandoval et al., 2018; Scarpellini, Valero-Gil et al., 2020; Tura et al., 2019). Die vorliegende Arbeit erweitert diesen Diskurs durch quantitative Ergebnisse.

Darüber hinaus weist die Messung der Zirkularität eines Geschäftsmodells eine hohe Komplexität auf und erfordert ein tiefgreifendes Verständnis der jeweiligen Geschäftsprozesse. Zum Zeitpunkt dieser Studie konnte keine Skala identifiziert werden, welche eine ganzheitliche Bewertung der Zirkularität des Geschäftsmodells ermöglicht (Saidani et al., 2017; Scarpellini, Marín-Vinuesa et al., 2020). Diese Dissertation erweitert folglich die akademische Debatte, indem eine vielschichtige Bewertungsmethode entwickelt wurde, die das gesamte Geschäftsmodell berücksichtigt. Dabei erfolgt außerdem eine aktivitätsbasierte Differenzierung in die Teilbereiche Supply-Chain, Produktion sowie Marketing und Vertrieb.

Im Kontext der **Fähigkeitsperspektive** bestätigt die Forschung die grundsätzlich positive Wirkung der dynamischen Fähigkeiten auf die Entwicklung von Zirkularität (Coppola et al., 2023; Donner & Vries, 2021; Köhler et al., 2022; Marrucci et al., 2022; Saari et al., 2024; Scarpellini, Valero-Gil et al., 2020). Zusätzlich werden die Ergebnisse von O. Khan et al. (2020a) und O. Khan et al. (2021) gestützt, indem gezeigt wird, dass die Mikrogrundlagen Sensing, Seizing und Transforming ebenfalls einen positiven Effekt auf die Implementierung der Kreislaufwirtschaft haben. Die Bewertung der Umsetzung von Zirkularität erfolgt in dieser Arbeit jedoch in einem signifikant umfangreicheren Ausmaß. Entgegen der Arbeit von Neri et al. (2023) waren nicht die Sensing- und Transforming-Fähigkeiten am wirksamsten, sondern die Seizing-Kompetenz zeigte den stärksten Einfluss. Anzumerken ist diesbezüglich jedoch, dass in der vorliegenden Dissertation alle Mikrogrundlagen signifikant positive Auswirkungen aufgezeigt haben.

Die Dissertation ergänzt die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Kreislaufwirtschaft, indem die qualitativen Forschungsergebnisse von Santa-Maria et al. (2022) durch eine quantitative Studie Bestätigung finden. Die Autoren hatten ergründet, dass dynamische Fähigkeiten die Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle vorantreiben. Wie von den Wissenschaftlern empfohlen, wurde die Anzahl der Kontrollvariablen ausgeweitet und die Stichprobe vergrößert. Außerdem ergänzt die Forschung die Auseinandersetzung im Kontext der dynamischen Fähigkeiten, indem eruiert wurde, dass die größten Effekte im Zusammenhang mit den Marketing- und Vertriebsaktivitäten festzustellen sind.

Hervorzuheben ist, dass in das Feld der dynamischen Fähigkeiten und deren Implikationen auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft eine zusätzliche Komponente eingeführt wird. Die Berücksichtigung des Stakeholder-Drucks führt zu neuen und divergierenden Schlussfolgerungen. Entgegen den Annahmen reduziert dieser Druck die direkten Effekte der dynamischen Fähigkeiten auf die Implementierung von Zirkularität. Diese substitutive Wirkung wird unter Umständen dadurch hervorgerufen, dass Organisationen nicht mehr aktiv,

sondern reaktiv handeln. Die Resultate illustrieren, dass die Beziehung der dynamischen Fähigkeiten und der Kreislaufwirtschaft eine höhere Komplexität aufweist als zu Beginn der Dissertation angenommen. Die stärkere Einbeziehung des Unternehmensumfelds ist ein relevanter Faktor, dessen Umsetzung im Rahmen des Kapitels zur Stakeholderperspektive ausführlicher erläutert wurde.

Der wissenschaftliche Diskurs im Segment der **Strategieperspektive** untersucht überwiegend Auswirkungen, die entstehen, nachdem Nachhaltigkeit bereits in die normativen Grundsätze internalisiert wurde, etwa durch eine Nachhaltigkeits- oder Kreislaufwirtschaftsstrategie (Eikelenboom & Jong, 2021; Lüdeke-Freund et al., 2019; Tura et al., 2019). Diese Forschung erweitert daher die Literaturströmung, indem nicht die Effekte einer Nachhaltigkeitsstrategie, sondern der originären Wettbewerbsstrategien auf den Grad der Zirkularität beleuchtet werden. Die vorliegende Untersuchung basiert auf wissenschaftlichen Abhandlungen, die unterstreichen, dass Wettbewerbsstrategien die Umsetzung von universellen Nachhaltigkeitsinitiativen unterstützen (J. Chen & Liu, 2019; Danso et al., 2019; Nguyen & Adomako, 2021). Die Ergebnisse der Dissertation zeigen, dass vor allem die Innovationsstrategie einen positiven Einfluss auf den Grad der Zirkularität hat. Diesbezüglich gilt es anzumerken, dass die generelle Relevanz von Innovationen zur Erreichung einer Kreislaufwirtschaft wissenschaftlich vielfach herausgestellt wurde (Cainelli et al., 2020; W. Khan et al., 2024; Pieroni et al., 2019; Rashid et al., 2013; Suchek et al., 2021). In der Folge beschäftigt sich diese Dissertation nicht mit den Implikationen von Innovationen, sondern analysiert die Bedeutung einer Innovationsstrategie.

Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass der Effekt der Qualitätsführerschaft zwar geringer und nicht signifikant, aber ebenfalls positiv ausfällt. Die Strategie der Kostenführerschaft hat keine positiven Implikationen auf die Umsetzung von Zirkularität.

Des Weiteren wird die akademische Debatte durch den Nachweis eines Moderationseffekts im Bereich der Strategieperspektive erweitert. Die Einbeziehung der dynamischen Fähigkeiten erhöht die Auswirkungen der Strategie einer Innovationsführerschaft auf die Umsetzung von Zirkularität. Daraus lässt sich ableiten, dass die Wettbewerbsstrategie die normativen Rahmenbedingungen für unternehmerische Entscheidungen und die Allokation von Ressourcen vorgibt. Die dynamischen Fähigkeiten übersetzen dieses Rahmenwerk in praktische Anwendungsszenarien und sorgen somit für eine Umsetzungskompetenz. Die Wichtigkeit eines Zusammenwirkens von Strategie und Fähigkeiten wird demzufolge bestätigt (Block et al., 2015).

Ergänzend zeigt die Mediationsanalyse, dass die Innovations- und auch die Qualitätsführerschaft einen indirekten Einfluss auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ausüben. Beide Strategieoptionen verstärken die Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten, die in einem weiteren Schritt zu mehr Zirkularität führen. Eine Erklärung für den Aufbau dieser Umsetzungskompetenz könnte darin begründet werden, dass innovationsorientierte Unternehmen fundierte Sensing-Fähigkeiten benötigen, um neue Trends, Technologien und Marktchancen zu identifizieren. Qualitätsorientierte Unternehmen verfolgen das Ziel, Prozess- und Produktoptimierungen zu implementieren, wofür ausgeprägte Seizing-Kompetenzen hilfreich sein können.

Die Erhebungen zur **Stakeholderperspektive** unterstreichen, dass sowohl die internen als auch die externen Stakeholder einen positiven Einfluss auf den Grad der Zirkularität besitzen. Die Resultate stimmen mit der Forschung von Chiappetta Jabbour et al. (2020) überein, da der Einfluss der internen Stakeholder stärker ausfällt. Hiermit wird die besondere Rolle der Mitarbeiter, Führungskräfte und Eigentümer unterstrichen. In früheren Studien wurde zum Teil konstatiert, dass die externen Stakeholder den größten Einfluss haben (Govindan & Hasanagic, 2018). Wenngleich in der vorliegenden Forschung divergierende Resultate erzielt wurden, sind diese Theorien dennoch von Relevanz. Eine tiefergehende Analyse ergab, dass der stärkste Druck auf die Führungskräfte zurückzuführen ist, allerdings gefolgt von den Kunden und der Öffentlichkeit. Die Beurteilung, ob der Druck der internen oder externen Stakeholder höher ist, hängt daher maßgeblich von der Konstellation der jeweiligen Gruppierungen ab. In der vorliegenden Untersuchung erweist sich die Bedeutung der Zulieferer für die Implementierung als nicht signifikant, sodass die Forschungsstudie von Ghinoi et al. (2020) nicht bestätigt werden kann. In der wissenschaftlichen Forschung existiert folglich keine konsistente Beurteilung der Effekte des Drucks einzelner Stakeholder-Segmente auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft.

Die vorliegende Untersuchung erweitert die Stakeholderperspektive im Kontext der Kreislaufwirtschaft, indem ein grünes Unternehmensimage in die Analyse einbezogen wird. Die Resultate zeigen, dass die Auswirkungen eines grünen Images auf den Grad der Zirkularität durch die Interaktion mit dem Stakeholder-Druck positiv beeinflusst werden. Dies lässt sich dahingehend interpretieren, dass Unternehmen durch den Druck der Anspruchsgruppen dazu getrieben werden, eine nachhaltige Reputation in die Praxis zu überführen. Dieser Katalysator-Effekt verhindert, dass die Organisationen des Greenwashings überführt werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das grüne Image lediglich auf leeren Versprechungen und symbolischen Aktivitäten basiert (Torelli et al., 2020).

Ferner wird illustriert, dass das grüne Image als Mediator in der Beziehung zwischen den dynamischen Fähigkeiten und dem Grad der Zirkularität wirkt. Im Rahmen einer vertiefenden Analyse wurde in einem weiteren Schritt eine moderierte Mediation durchgeführt. Hierbei wurden die indirekten Auswirkungen der dynamischen Fähigkeiten über das grüne Image auf den Grad der Zirkularität bei unterschiedlich starkem Stakeholder-Druck untersucht. Castro-Lopez et al. (2023) empfehlen in ihrer Forschungsarbeit, genau diese internen und externen Triebkräfte von Zirkularität gemeinsam zu integrieren.

Dabei wird ersichtlich, dass ein hoher Stakeholder-Druck zu einer Reduzierung der direkten und einer Steigerung der indirekten Implikationen der dynamischen Fähigkeiten führt. Diese Entwicklung lässt sich damit erklären, dass Unternehmen in einem kurzfristigen, reaktiven Modus handeln. Anstatt den Grad der Zirkularität durch dynamische Fähigkeiten zu erhöhen, fokussieren sich die Organisationen zuvorderst darauf, den externen Erwartungen durch den Aufbau eines grünen Images gerecht zu werden. Ein grünes Image hat jedoch weiterführend positive Auswirkungen auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft. Einerseits wird dadurch das Vertrauen potenzieller Partner im Segment der Nachhaltigkeit gestärkt. In der Konsequenz eröffnen sich zusätzliche Marktchancen zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft. Andererseits führt der Stakeholder-Druck durch den beschriebenen Katalysator-Effekt nachgelagert dazu, dass das grüne Image in substanzielle Handlungen überführt wird, um nicht im Verdacht des Greenwashings zu stehen. Diese Reaktionskette kann ebenfalls in einer konzertierten Etablierung zirkulärer Aktivitäten resultieren. Insgesamt wird somit die Entwicklung einer kreislauforientierten Wirtschaft durch den Druck von Anspruchsgruppen vorangetrieben. Der Stakeholder-Druck erzeugt eine transformative Wirkung und kann daher im Zusammenwirken mit den dynamischen Fähigkeiten, einem grünen Image und deren Effekten auf die Erreichung von Zirkularität als "zentraler Veränderungsfaktor" bezeichnet werden.

9.3.2 Praktische Implikationen

Die vorliegende Dissertation enthält Implikationen für verschiedene Akteure aus der Unternehmenspraxis.

Entscheider in Unternehmen. Der theoretische Teil dieser Forschungsarbeit zeigt, dass Zirkularität das Resultat eines komplexen Zusammenwirkens unterschiedlicher Faktoren ist. Die Tatsache, dass die Weltwirtschaft lediglich zu 7,2% zirkulär ist, unterstreicht die hohen Voraussetzungen, die mit der Implementierung einhergehen (Circle Economy, 2024). Unternehmen können die Kreislaufwirtschaft nicht abrupt entwickeln. Es bedarf spezifischer Fachkompetenzen, um die umfangreichen Anforderungen in der Praxis zu adaptieren. Die gegenständliche Forschung verdeutlicht, dass die Unternehmen dynamische Fähigkeiten

entwickeln sollten, um den tiefgreifenden Veränderungen gerecht zu werden, die sich im Zuge der Umsetzung ergeben. Im Fokus stehen dabei Kompetenzen, die dazu befähigen, neues Wissen und damit verbundene Chancen zu identifizieren. Anschließend gilt es, diese Entwicklungen zu priorisieren und die vorhandenen Unternehmensressourcen zielgerichtet zu allokieren. Während dieses Prozesses ist eine hohe Transformationsbereitschaft erforderlich, da die bisherigen Ressourcen an die neuen Erfordernisse und Denkmuster angepasst werden müssen. Insgesamt erhöht sich dadurch die Anpassungsfähigkeit der Organisationen. Ein erster Schritt könnte der Aufbau einer eigenen Abteilung für Forschung und Entwicklung sein. Für kleinere Unternehmen kann eine Intensivierung der Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen eine Option darstellen. Ferner unterstreicht die Dissertation, dass ein organisationaler Fit zwischen den Fähigkeiten und einer innovationsorientierten Unternehmensstrategie die Umsetzungsinitiativen verstärkt.

Gleichwohl lässt sich feststellen, dass der direkte Einfluss der dynamischen Fähigkeiten seine Wirkung verliert, wenn Unternehmen Druck von Stakeholdern wahrnehmen. Die Bewertung der Kreislaufwirtschaft erfolgt nicht länger als Chance, sondern als extern induzierte Bedrohung, was zu einer Substitution proaktiver Innovationsaktivitäten durch reaktive Handlungsmuster führt. Sowohl die theoretische als auch die praxisorientierte Untersuchung verdeutlichen, dass davon auszugehen ist, dass regulative Vorgaben im Kontext der Nachhaltigkeit, insbesondere der Kreislaufwirtschaft, zunehmen werden. Um den daraus resultierenden Druck zu reduzieren oder zumindest gezielt zu kanalisieren, ist es empfehlenswert, Stakeholder frühzeitig in den Transformationsprozess zu integrieren. Eine partnerschaftliche und transparente Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und ihren Stakeholdern kann dazu beitragen, die Glaubwürdigkeit zu erhöhen und die negativen Auswirkungen eines kurzfristigen, reaktiven Handelns zu vermeiden.

Für Unternehmensinhaber wird außerdem ersichtlich, dass primär der Druck der Führungskräfte förderliche Implikationen für die Umsetzung hat. Daraus folgt, dass in Unternehmen, die sich durch eine lineare Organisationsstruktur auszeichnen, die Implementierung kreislauforientierter Praktiken wahrscheinlicher ist, sofern die Führungskräfte von deren Nutzen überzeugt sind.

Im spezifischen Umfeld der Holzindustrie unterstreichen die Ergebnisse der im Vorfeld der Befragung durchgeführten Literaturrecherche die hohen Anforderungen, die mit der Kreislaufwirtschaft einhergehen. Die Auseinandersetzung mit der Thematik suggeriert, dass Veränderungen in nahezu allen Unternehmensbereichen erforderlich sind. Dabei lassen sich drei Teilsegmente als besonders erfolgskritisch identifizieren. Zu Beginn eines Projekts sollte

bereits die spätere Demontage und Wiederverwendung bedacht werden, wodurch das Produktdesign eine substanzielle Bedeutung erlangt. Es ist dabei essenziell, auf lösbare Verbindungen und Inhaltsstoffe zu achten. Das Ziel der Zirkularität erfordert von Betrieben, alle Bestandteile eines Produktes zu kennen, um die potenzielle Wiederverwendung und Trennbarkeit beurteilen zu können. Daraus folgt, dass die Datenbasis einen zweiten entscheidenden Erfolgsfaktor darstellt. Neben Lokationsdaten sollten primär die Inhaltsstoffe eines Erzeugnisses dauerhaft digital abrufbar sein, um das spätere Recycling zu ermöglichen. Recycling- und Wiederverwendungsprozesse erfordern einen kontinuierlichen Zufluss entsprechender Primärprodukte. Somit wird deutlich, dass ein dritter Erfolgsfaktor in der Entwicklung von Rücknahmeprozessen der Ausgangsmaterialien liegt. Derartige Prozesse gehen mit einem hohen Logistikaufwand einher, den Unternehmen unter anderem durch Partnerschaften reduzieren sollten.

Wissenschaftliche Einrichtungen. Die Analyse zeigt, dass Unternehmen bei der Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert werden. Während die Marktführer in der Lage sind, eigene Forschungsabteilungen zu unterhalten, ist dies für kleinere Betriebe mit hohen Investitionen verbunden. Größere Unternehmen haben daher einen Informationsvorsprung und Vorteile bei der Implementierung entsprechender Aktivitäten. Dieser Größeneffekt wurde in der vorliegenden Forschung bestätigt. Es besteht daher eine Chance für wissenschaftliche Institute, ihre Beratungs- und Forschungsaktivitäten durch die Zusammenarbeit mit kleineren Unternehmen der Holzindustrie zu intensivieren, um eine Win-Win-Situation zu generieren. Dabei können nicht nur dynamische Fähigkeiten entwickelt, sondern auch Fachkompetenzen im Segment der kreislauforientierten Konzeptionierung von Produkten vermittelt werden. Somit ergeben sich Chancen sowohl für betriebswirtschaftlich orientierte Einrichtungen als auch für Institutionen aus der holzbasierten Forschung. Zudem zeigt die Dissertation, dass ein erhebliches Potenzial für Kooperationen entlang der gesamten Lieferkette besteht. Beispielhaft können sowohl die Produktentwicklung, die Rücknahme von Primärprodukten, die Reinigung und das Recycling als auch der Vertrieb von Sekundärprodukten auf digitalen Marktplätzen genannt werden. Wissenschaftliche Einrichtungen könnten diesbezüglich als Intermediäre auftreten, um die Kooperation und Kommunikation der unterschiedlichen Marktteilnehmer zu fördern und zu steuern. Diese Interpretation entspricht darüber hinaus der generellen Einbindung von Stakeholdern in den Transformationsprozess.

Gesetzgebung.

Die vorangehende Forschung hat aufgezeigt, dass der Druck seitens der Stakeholder ein wesentlicher Faktor bei der Umsetzung von Zirkularität ist. In diesem Kontext kommt der Gesetzgebung eine entscheidende Rolle zu.

Die Implementierung von Zirkularität ist mit einer Vielzahl operativer Herausforderungen sowie finanzieller Aufwendungen für Unternehmen verbunden. Daher ist es für die Betriebe von essenzieller Bedeutung, eine sorgfältige Abwägung zwischen der technischen Umsetzbarkeit und der ökonomischen Vertretbarkeit einer Kreislaufwirtschaft vorzunehmen. Im Rahmen der Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsstrategien identifizieren Marktteilnehmer eine Vielzahl von Barrieren, die eine dezidierte Verfolgung von Zirkularität beeinträchtigen. Die proaktive Implementierung einer Kreislaufwirtschaft erfolgt vielfach auf Basis spezifischer Kompetenzen, über die Pionierorganisationen verfügen. Diese Unternehmen sind durch eine hohe Anpassungsfähigkeit sowie eine ausgeprägte Innovationsorientierung gekennzeichnet. Allerdings lässt sich konstatieren, dass eine vollständige Umsetzung einer auf Kreislaufwirtschaft ausgerichteten Wirtschaft bislang nicht erfolgt ist. Ein vielversprechender Veränderungsfaktor, um die Implementierung weiter voranzutreiben, liegt im Druck, den Stakeholder auf die Unternehmen ausüben.

Um das Ziel einer nachhaltigeren Wirtschaftsweise zu erreichen, sollte die Lenkungsfunktion der Gesetzgebung folglich gezielt genutzt werden. Einerseits kann der Gesetzgeber in seiner regulativen Funktion Druck ausüben und selbst als Stakeholder auftreten. Diesbezüglich können sowohl Gesetze als auch Anreize für Unternehmen zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft erlassen werden. Des Weiteren eröffnet sich die Chance, andere Anspruchsgruppen, wie beispielsweise Kunden, für das Thema zu sensibilisieren und zu motivieren. In diesem Kontext besteht die Möglichkeit, Anreize für Verbraucher zu schaffen, um den Kauf von zirkulären Produkten zu fördern. Als potenzielle Maßnahme kann die Senkung der Mehrwertsteuer genannt werden. Der Market-Pull-Effekt kann folglich als treibende Kraft bei der Umsetzung zirkulärer Unternehmensprozesse wirken.

Im spezifischen Umfeld der Holzindustrie sollten zudem Antworten auf die herausfordernden Fragen der Haftung, Verantwortung und Garantie gefunden werden. Insbesondere die lange Zeitspanne zwischen Produktentwicklung und späterem Recycling, die mehrere Jahrzehnte betragen kann, stellt die Akteure vor Herausforderungen. In Deutschland bedarf es darüber hinaus einer dringenden Reformation der Altholzverordnung, in welcher die stoffliche und energetische Nutzung von Altholz noch immer als gleichwertig beurteilt wird.

9.4 Limitationen und zukünftige Forschung

Stichprobe

Die Studie konzentrierte sich auf Unternehmen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. In diesen Ländern sind Nachhaltigkeitsaspekte im Allgemeinen von Bedeutung, was unter anderem auf EU-Initiativen zurückzuführen ist. Daher kann angenommen werden, dass die Kreislaufwirtschaft an Stellenwert gewonnen hat und die Umsetzung weiter fortgeschritten ist. Es wäre interessant, herauszufinden, ob es in weiteren Ländern oder auf anderen Kontinenten differierende Ergebnisse gibt. Zudem wurde ein spezifischer Industriesektor analysiert, in dem Nachhaltigkeit eine positive Konnotation hat. Die Holzindustrie ist ständig mit Aspekten der Forstwirtschaft konfrontiert, in welcher Nachhaltigkeit bereits 1713 in den Grundsätzen verankert wurde (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023d). Darüber hinaus haben Nachhaltigkeits- und Legalitätssiegel traditionell eine hohe Relevanz. Es ist daher davon auszugehen, dass Untersuchungen in anderen Branchen zu abweichenden Ergebnissen führen können.

Zusätzlich handelt es sich bei mehr als 90% der Studienteilnehmer um Familienunternehmen. Aufgrund der hohen Beteiligung wäre eine Unterscheidung zwischen Familien- und nicht-Familienunternehmen unverhältnismäßig gewesen und hätte keine validen Ergebnisse zur Folge gehabt. Für weitere Untersuchungen bezüglich der Nachhaltigkeitsbestrebungen empfiehlt sich eine Differenzierung durch eine heterogenere Stichprobe, wie dies in vorherigen Studien erfolgt ist (Block & Wagner, 2014).

Forschungsdesign

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine Querschnittsstudie, bei der mögliche Verzerrungen und Endogenitätsprobleme trotz aller Bemühungen nicht auszuschließen sind. Es wäre zielführend, die Resultate durch Längsschnittstudien zu erweitern. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Beantwortung der Fragen überwiegend durch die Eigentümer der Unternehmen erfolgte (63,5%). Eine Ergänzung der Analyse durch die Einbeziehung weiterer Unternehmensvertreter könnte daher ein differenzierteres Resultat zur Folge haben.

Darüber hinaus wurde die Analyse der abhängigen Variable mit branchenspezifischen Determinanten durchgeführt. Es wäre hilfreich, zu überprüfen, ob die ausgewählten Kompetenzen auch in universellen Studien zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft nachweisbare Effekte haben. Im weiteren Sinne wäre es ebenfalls interessant, das Forschungsdesign inhaltlich zu variieren. Dabei könnte im Bereich der Strategieperspektive

nicht nur der Einfluss der Strategie auf die Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten analysiert werden, sondern auch das reziproke Verhalten.

Ein zentraler Aspekt dieser Dissertation ist das komplexe Zusammenwirken des Stakeholder-Drucks und der dynamischen Fähigkeiten. Die Studie zeigt, dass der Stakeholder-Druck den direkten Einfluss der dynamischen Fähigkeiten reduziert. Dieses Ergebnis war unerwartet, bereichert jedoch die wissenschaftliche Debatte und bedarf daher weiterer Analysen, um die Validität zu überprüfen.

Zeitpunkt

Die Forschungsstudie wurde kurz nach dem Abklingen der Corona-Pandemie in Deutschland, Österreich und der Schweiz durchgeführt. Diese Erfahrung führte dazu, dass die globalen Lieferketten in vielen Sektoren und Ländern infrage gestellt wurden, da die Versorgungssicherheit nicht mehr gewährleistet werden konnte. Es ist zu überlegen, ob der Zeitpunkt der Erhebung Auswirkungen auf die Durchführung und die Antworten hatte, da die Betriebe nach zusätzlichen Ressourcenquellen suchten.

Literaturverzeichnis

A

Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D. & Overy, P. (2016). Sustainability-oriented innovation: A systematic review. *International Journal of Management Reviews*, *18*(2), 180–205.

Agyemang, M., Kusi-Sarpong, S., Khan, S. A., Mani, V., Rehman, S. T. & Kusi-Sarpong, H. (2019). Drivers and barriers to circular economy implementation. *Management Decision*, *57*(4), 971–994.

Ahn, N., Dodoo, A., Riggio, M., Muszynski, L., Schimleck, L. & Puettmann, M. (2022). Circular economy in mass timber construction: State-of-the-art, gaps and pressing research needs. *Journal of Building Engineering*, *53*, 104562.

Akter, S. & Wamba, S. F. (2017). Big data and disaster management: a systematic review and agenda for future research. *Annals of Operations Research*, *283*.

Aldra Fenster und Türen GmbH (29. Januar 2021). Gemeinsam für ein optimales Ergebnis: Bei neuer Oberflächenanlage von Fensterbauer Aldra arbeiten Range und Heine und Remmers Hand in Hand. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 4).

Alfter, D., Knauf, M., Lüdtke, J. & Maack, C. (2021). Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen: Charta für Holz 2.0. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn.

Altin, F., Glauber, R., Kabelitz, R., Laube, R., Niedermeyer, J. & Zeucht, S. (23. Dezember 2021). Holzbau für die Aufgaben der Zukunft gerüstet: Gute Aussichten: Fördergesellschaft Holzbau und Ausbau nimmt zu aktuellen Rahmenbedingungen und Marktsituation Stellung. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 51/52), S. 925.

Amschl, B. (29. Januar 2021). Holzforschung hat den Blick nach vorne gerichtet: Dr. Manfred Brandstätter, Leiter Holzforschung Austria (HFA), über Herausforderungen und Perspektiven der nächsten Jahre. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 4), S. 73.

Amschl, B. (1. Dezember 2023). Holzbau kommt in der Bauwende Schlüsselrolle zu: Ein zentrales Thema bei den Holz-Haus-Tagen in Bad Ischl war in diesem Jahr die Kreislaufwirtschaft. *Holz-Zentralblatt*, 2023(Nummer 48), S. 802.

Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, *2*(1), 133–140.

Antikainen, M., Uusitalo, T. & Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. *Procedia CIRP*, *73*, 45–49.

Arranz, N., Arroyabe, M., Li, J. & Fernandez de Arroyabe, J. C. (2020). Innovation as a driver of eco-innovation in the firm: An approach from the dynamic capabilities theory. *Business Strategy and the Environment*, *29*(3), 1494–1503.

Augère-Granier, M.-L. (2020). Europäische Forststrategie – künftiges Vorgehen. *Wissenschaftlicher Dienst des Europäischen Parlaments*, *PE 652.099*, 1–2.

B

Baah, C., Afum, E., Agyabeng-Mensah, Y. & Agyeman, D. O. (2022). Stakeholder Influence on Adoption of Circular Economy Principles: Measuring Implications for Satisfaction and Green Legitimacy. *Circular Economy and Sustainability*, *2*(1), 91–111.

Baah, C., Jin, Z. & Tang, L. (2020). Organizational and regulatory stakeholder pressures friends or foes to green logistics practices and financial performance: investigating corporate reputation as a missing link. *Journal of Cleaner Production*, *247*, 119125.

Bakker, C., Wang, F., Huisman, J. & Hollander, M. den (2014). Products that go round: exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, *69*, 10–16.

Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, *17*(1), 99–120.

Benlemlih, M., Shaukat, A., Qiu, Y. & Trojanowski, G. (2018). Environmental and Social Disclosures and Firm Risk. *Journal of Business Ethics*, *152*(3), 613–626.

Besserer, A., Troilo, S., Girods, P., Rogaume, Y. & Brosse, N. (2021). Cascading Recycling of Wood Waste: A Review. *Polymers*, *13*(11), 1752.

Bick, U. (2019). Forstliche Zertifizierung - Nachweis von Legalität und Nachhaltigkeit: Rückblick und Ausblick aus Anlass von 20 Jahre PEFC. *Holz-Zentralblatt*, 2019(Nummer 24), S. 494.

Binderholz GmbH. (2024). binderholz. Zugriff am 16. November 2024, verfügbar unter https://www.binderholz.com/.

Binderholz GmbH & Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH. (2022). Nachhaltigkeit: Massivholzhandbuch 2.0.

Bitter, A. W. & Nau, L. (1. März 2024). EUDR: Kleinprivatwald droht Ausschluss vom Holzmarkt: Offenbar haben noch nicht alle Marktteilnehmer und Händler im Cluster Forst und Holz die Tragweite der EU-Verordnung erkannt. *Holz-Zentralblatt,* 2024(Nummer 9), S. 142.

Block, J. H., Clauss, T., Franco, M., Lemcke, T. & Speth, H. (2024). The combined role of dynamic capabilities and stakeholders as antecedents of circular business models. *Working Paper*.

Block, J. H., Kohn, K., Miller, D. & Ullrich, K. (2015). Necessity entrepreneurship and competitive strategy. *Small Business Economics*, *44*(1), 37–54.

Block, J. H., Sharma, P. & Benz, L. (2023). Stakeholder Pressures and Decarbonization Strategies in Mittelstand Firms. *Journal of Business Ethics*, 1–23.

Block, J. H. & Wagner, M. (2014). The Effect of Family Ownership on Different Dimensions of Corporate Social Responsibility: Evidence from Large US Firms. *Business Strategy and the Environment*, *23*(7), 475–492.

Bocken, N. M. P. & Geradts, T. H. J. (2020). Barriers and drivers to sustainable business model innovation: Organization design and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, *53*(4), 101950.

Bocken, N. M. P. & Konietzko, J. (2022). Circular business model innovation in consumer-facing corporations. *Technological Forecasting and Social Change*, *185*, 122076.

Bocken, N. M. P., Pauw, I. de, Bakker, C. & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, *33*(5), 308–320.

Bocken, N. M. P. & Ritala, P. (2022). Six ways to build circular business models. *Journal of Business Strategy*, *43*(3), 184–192.

Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P. & Evans, S. A. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, *65*, 42–56.

Braungart, M., McDonough, W. & Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, *15*(13-14), 1337–1348.

Bressanelli, G., Perona, M. & Saccani, N. (2019). Assessing the impacts of circular economy: a framework and an application to the washing machine industry. *International Journal of Management and Decision Making*, *18*(3), Artikel 100511, 282–308.

Brosinger, F. (2024, 6. Januar). *Fichte – ja gerne, aber mit Vernunft!* Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Zugriff am 6. Januar 2024, verfügbar unter https://www.lwf.bayern.de/boden-klima/baumartenwahl/171216/index.php.

Brunner, P. H. (2011). Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City. *Journal of Industrial Ecology*, *15*(3), 339–341.

Bundesamt für Statistik Schweiz 2018). Anzahl Sägereien nach Kantonen 2017, Neuenburg.

Bundesamt für Statistik Schweiz. (2023). Anzahl Sägereien nach Kantonen 2022, Neuenburg.

Bundesamt für Umwelt. (2013). Schweizer Holz und die EU-Holzhandelsregulierung (EUTR): Bedeutung der Anforderungen der EUTR für die Inverkehrsetzung von Schweizer Holz im EU-Binnenmarkt. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Bundesamt für Umwelt. (2019). Umweltverträgliche Entsorgung von Holzabfällen. Zugriff am 31. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/-home/themen/abfall/fachinformationen/abfallpolitik-und-massnahmen/.

Bundesamt für Umwelt. (2022a). Jahrbuch Wald und Holz 2022. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Bundesamt für Umwelt. (2022b). Kreislaufwirtschaft. Zugriff am 14. Januar 2024, verfügbar unter https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaftkonsum/fachinform-ationen/kreislaufwirtschaft.

Bundesamt für Umwelt. (2023a). Holzhandelsregulierung in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt BAFU. Zugriff am 21. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/strategien-und-massnahmen-des-bundes/holzhandelsregulierung.html.

Bundesamt für Umwelt. (2023b). Jahrbuch Wald und Holz 2023. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Bundesamt für Wald. (2023). EU-Holzhandelsverordnung. Bundesamt für Wald. Zugriff am 21. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bundesamt-wald.at/holzhandel/eutr/eutr.html.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2019). Die EU-Holzhandelsverordnung: für legale Holzmärkte. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2021). Umsetzungsbericht EUTR. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2023). FLEGT-Genehmigungssystem für Holzeinfuhren aus Partnerländern. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Zugriff am 22. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.ble.de/DE/Themen/Wald-Holz/Handel-Holz/FLEGT/flegt_node.html.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2024). Entwaldungsfreie Produkte. Zugriff am 29. Juli 2024, verfügbar unter https://www.ble.de/DE/Themen/Wald-Holz/Entwaldungsfreie-Produkte/Lieferketten.

Bundesinnung der Tischler und Holzgestalter. (2024). Bundesinnung der Tischler & holzgestaltenden Gewerbe. Zugriff am 3. März 2024, verfügbar unter https://www.tischler.at/.

Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft. (2024). Embargos und Sanktionen - Russland, Ukraine, Belarus. Zugriff am 27. April 2024, verfügbar unter https://www.bmaw.gv.at/Themen/Exportkontrolle/Export/Embargos-und-Sanktionen/Russland-Belarus-Ukraine.html.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2016). Wald und Rohholzpotenzial der nächsten 40 Jahre: Ausgewählte Ergebnisse der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung 2013 bis 2052, Bonn.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2020a). Am Puls des Waldes: Umweltwandel und seine Folgen – ausgewählte Ergebnisse des intensiven forstlichen Umweltmonitorings, Bonn.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2020b). Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019, Bonn.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2020c). Etablierung einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft bei der Nutzung von Holz, Bonn.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2021). Waldbericht der Bundesregierung 2021, Bonn.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2022). Wald in Deutschland - Bundeswaldgesetz. Zugriff am 15. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/bundeswaldgesetz.html.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2023a). Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2022, Bonn.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2023b). Fichte quo vadis? Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Zugriff am 27. Dezember 2023, verfügbar unter https://www.bundeswaldinventur.de/dritte-bundeswaldinventur-2012/hintergrundinformationen/fichte-quo-vadis/.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2023c). Holzmarkt. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Zugriff am 23. Dezember 2023, verfügbar unter https://www.bmel-statistik.de/forst-holz/holzmarkt.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2023d). Wald in Deutschland - Über 300 Jahre forstliche Nachhaltigkeit. Zugriff am 15. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/carlowitz-jahr.html.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2024a). Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2023. Zugriff am 28. Juni 2024, verfügbar unter https://www.bmel.de/DE/themen/wald/waldindeutschland/waldzustandserhebung.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2024b). Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2024c, 4. Dezember). EUDR: BMEL begrüßt Einigung für mehr Zeit und Planungssicherheit [Pressemitteilung].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2017). Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz. Zugriff am 30. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bmuv.de/gesetz/verordnung-ueber-anforderungen-an-die-verwertung-und-beseitigung-von-altholz.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2023). Abfallwirtschaft in Deutschland 2023: Fakten, Daten, Grafiken, Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2023, 18. März). Holz- und Möbelindustrie. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Zugriff am 18. März 2023, verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Branchen-fokus/Industrie/branchenfokus-holz-und-moebelindustrie.html.

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. (2023). UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (Rio-Konferenz 1992). Zugriff am 21. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bmz.de/de/service/lexikon/un-konferenz-fuer-umwelt-und-entwicklung-rio-konferenz-1992-22238.

Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft. (2023). Forstgesetz 1975. Zugriff am 15. Oktober 2023, verfügbar unter https://info.bml.gv.at/themen/wald/wald-in-oesterreich/Forstrecht/Forstgesetz.html.

Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft. (2024). Waldinventur des BFW. Zugriff am 7. Januar 2024, verfügbar unter https://info.bml.gv.at/themen/wald/wald-in-oesterreich/wald-und-zahlen/waldinventur2019.html.

Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter. (2018). Altholzverwertung in Deutschland. Zugriff am 19. November 2023, verfügbar unter https://altholzverband.de/2018/05/31/altholzverwertung-in-deutschland/.

Bundesverband Holzpackmittel, Paletten, Exportverpackung e.V. (2023). Branchendaten. Zugriff am 10.08.2014, verfügbar unter https://www.hpe.de/branchendaten.html.

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (1983). Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), (814.01). Stand 1. Januar 2024. *Zivilgesetzbuch, 814.01*.

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (1991). Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG), (921.0), Stand 1. Januar 2022. *Zivilgesetzbuch, 921.0*.

C

Cainelli, G., D'Amato, A. & Mazzanti, M. (2020). Resource efficient eco-innovations for a circular economy: Evidence from EU firms. *Research Policy*, *49*(1), 103827.

Campbell, A. (2019). Mass timber in the circular economy: paradigm in practice? *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*, *172*(3), 141–152.

Carballo-Penela, A. & Castromán-Diz, J. L. (2015). Environmental Policies for Sustainable Development: An Analysis of the Drivers of Proactive Environmental Strategies in the Service Sector. *Business Strategy and the Environment*, *24*(8), 802–818.

Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business Horizons*, *34*(4), 39–48.

Carroll, A. B. & Näsi, J. (1997). Understanding Stakeholder Thinking: Themes from a Finnish Conference. *Business Ethics: A European Review*, *6*(1), 46–51.

Castellani, V., Sala, S. & Mirabella, N. (2015). Beyond the throwaway society: A life cycle-based assessment of the environmental benefit of reuse. *Integrated environmental assessment and management*, *11*(3), 373–382.

Castro-Lopez, A., Iglesias, V. & Santos-Vijande, M. L. (2023). Organizational capabilities and institutional pressures in the adoption of circular economy. *Journal of Business Research*, *161*, 113823.

Çavuşoğlu, S., Demirag, B., Jusuf, E. & Gunardi, A. (2020). The effect of attitudes toward green behaviors on green image, green customer satisfaction and green customer loyalty. *Geojournal of Tourism and Geosites*, *33*(4), 1513–1519.

Centobelli, P., Cerchione, R., Chiaroni, D., Del Vecchio, P. & Urbinati, A. (2020). Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, *29*(4), 1734–1749.

Chen, J. & Liu, L. (2019). Profiting from Green Innovation: The Moderating Effect of Competitive Strategy. *Sustainability*, *11*(1), 15.

Chen, Y.-S. (2008). The Driver of Green Innovation and Green Image – Green Core Competence. *Journal of Business Ethics*, *81*(3), 531–543.

Chen, Y.-S. (2010). The Drivers of Green Brand Equity: Green Brand Image, Green Satisfaction, and Green Trust. *Journal of Business Ethics*, *93*(2), 307–319.

Chiappetta Jabbour, C. J., Seuring, S., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Jugend, D., Camargo Fiorini, P. de, Latan, H. & Izeppi, W. C. (2020). Stakeholders, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids. *Journal of environmental management*, *264*, 110416.

Chiu, A. S. & Yong, G. (2004). On the industrial ecology potential in Asian Developing Countries. *Journal of Cleaner Production*, *12*(8-10), 1037–1045.

Christensen, C. M., Bartman, T. & van Bever, D. (2016). The Hard Truth about Business Model Innovation. *MIT Sloan Management Review (Fall)*.

Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C. P. O., Ruff, A., Vinke, K., Liu, Z., Reck, B. K., Graedel, T. E. & Schellnhuber, H. J. (2020). Buildings as a global carbon sink. *Nature Sustainability*, *3*(4), 269–276.

Circle Economy (2024). The circularity gap report 2024, 1–44.

Clarkson, M. E. (1995). A Stakeholder Framework for Analyzing and Evaluating Corporate Social Performance. *Academy of Management Review*, *20*(1), 92–117.

Coelho, A. & Brito, J. de (2012). Influence of construction and demolition waste management on the environmental impact of buildings. *Waste Management*, *32*(3), 532–541.

Collis, D. J. & Anand, B. N. (2021). The Virtues and Limitations of Dynamic Capabilities. *Strategic Management Review*, *2*(1), 47–78.

concular. (2023). Concular - Zirkuläres Bauen für zukunftssichere Immobilien. Zugriff am 16. Dezember 2023, verfügbar unter https://concular.de/.

Coppola, C., Vollero, A. & Siano, A. (2023). Developing dynamic capabilities for the circular economy in the textile and clothing industry in Italy: A natural-resource-based view. *Business Strategy and the Environment*, *32*(7), 4798–4820.

Cristescu, C., Honfi, D., Sandberg, K., Sandin, Y., Shotton, E., Walsh, S. J., Cramer, M., Ridley-Ellis, D., Harte, A., Ui Chulana, C., Risse, M., Ivanica, R., Arana-Fernández, M. de, García Barbero, M., Llana, D., Íñiguez-González, G., Nasiri, B., Hughes, M. & Krofl, Ž. (2020). Design for deconstruction and reuse of timber structures – state of the art review. *InFutURe Wood*, *1*, 1–92.

Cronshaw, M., Davis, E. & Kay, J. (1994). On Being Stuck in the Middle or Good Food Costs Less at Sainsbury's. *British Journal of Management*, *5*(1), 19–32.

D

Da Xu, L., He, W. & Li, S. (2014). Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *10*(4), 2233–2243.

Daily, B. F. & Huang, S. (2001). Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management. *International Journal of Operations & Production Management*, *21*(12), 1539–1552.

Danso, A., Adomako, S., Amankwah-Amoah, J., Owusu-Agyei, S. & Konadu, R. (2019). Environmental sustainability orientation, competitive strategy and financial performance. *Business Strategy and the Environment*, *28*(5), 885–895.

Darnall, N., Henriques, I. & Sadorsky, P. (2010). Adopting Proactive Environmental Strategy: The Influence of Stakeholders and Firm Size. *Journal of Management Studies*, *47*(6), 1072–1094.

Darnall, N., Seol, I. & Sarkis, J. (2009). Perceived stakeholder influences and organizations' use of environmental audits. *Accounting, Organizations and Society*, *34*(2), 170–187.

De los Rios, I. C. & Charnley, F. J. (2017). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy The changing role of design. *Journal of Cleaner Production*, *160*, 109–122.

DERIX GmbH (15. Juni 2021). Ein Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft: Derix-Gruppe verpflichtet sich, künftig rückgebaute BSH- und CLT-Bauteile zurückzunehmen und wiederzuverwenden. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 25), S. 441.

DERIX GmbH (2023, 22. Mai). Nachhaltig bauen mit Holz | *DERIX*. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://derix.de/nachhaltigkeit-im-holzbau/nachhaltig-bauen-mit-holz/.

Der Deutsche Bundestag (1975). Bundeswaldgesetz vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037), das zuletzt durch Artikel 112 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist. *Bundesgesetzblatt, Teil 1*(Nr. 50).

Der Deutsche Bundestag (2002). Altholzverordnung vom 15. August 2002 (BGBl. I S. 3302), die zuletzt durch Artikel 120 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist (Altholzverordnung - AltholzV). *Bundesgesetzblatt, Teil 1*(Nr. 59).

Der Deutsche Bundestag (2009). Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist. *Bundesgesetzblatt, Teil 1*(Nr. 51).

Der Deutsche Bundestag (2012). Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56) geändert worden ist. *Bundesgesetzblatt, Teil 1*(Nr. 10).

Deutsche Gütegemeinschaft Möbel e.V. (2024). Möbel – Zirkulär Nachhaltig. Zugriff am 28. Juli 2024, verfügbar unter https://www.das-goldene-m.de/de/moebel-zirkulaer-nachhaltig.

Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e. V. (2024). EUDR-Testphase offenbart eklatante Mängel. https://zukunft-holz.de/pressemitteilungen/2024/eudr-testphase-offenbart-eklatante-maengel/.

Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V. (2015). DeSH Faktenbuch der Säge- und Holzindustrie in Deutschland, 2015(1).

Deutscher Holzwirtschaftsrat (2023). EU-Holzhandelsverordnung. Deutscher Holzwirtschaftsrat. Zugriff am 21. Oktober 2023, verfügbar unter https://dhwr.de/eu-holzhandelsverordnung/.

DeVellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications* (Fifth edition). SAGE Publications, Thousand Oaks, California.

Dhanda, K. K., Sarkis, J. & Dhavale, D. G. (2022). Institutional and stakeholder effects on carbon mitigation strategies. *Business Strategy and the Environment*, *31*(3), 782–795.

Diamantopoulos, A. & Winklhofer, H. M. (2001). Index Construction with Formative Indicators: An Alternative to Scale Development. *Journal of Marketing Research*, *38*(2), 269–277.

Dieter, M., Weimar, H., Lost, S., Englert, H., Fischer, R., Günter, S., Morland, C., Roering, H.-W., Schier, F., Seintsch, B., Schweinle, J. & Zhunusova, E. (2020). Abschätzung möglicher Verlagerungseffekte durch Umsetzung der EU-KOM-Vorschläge zur EU-Biodiversitätsstrategie auf Forstwirtschaft und Wälder in Drittstaaten (*Thünen Working Paper 159a*), Hamburg.

Ding, L., Wang, T. & Chan, P. W. (2023). Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, *388*, 135981.

Dissanayake, D. & Weerasinghe, D. (2021). Towards Circular Economy in Fashion: Review of Strategies, Barriers and Enablers. *Circular Economy and Sustainability*, *2*(1), 25–45.

Donner, M. & Vries, H. de (2021). How to innovate business models for a circular bio-economy? *Business Strategy and the Environment*, *30*(4), 1932–1947.

Döring, P., Cords, M. & Mantau, U. (2018). Altholz im Entsorgungsmarkt. Aufkommen und Verwertung 2016, Hamburg.

Dostaler, I. & Flouris, T. (2006). Stuck in the Middle Revisited: The Case of the Airline Industry. *Journal of Aviation, Aerospace Education and Research*, *15*(2), 33–45.

E

Ebner, G. (2022). Neues Sägewerkspodium in Europa. Holzkurier. Zugriff am 29. Januar 2023, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/schnittholz/2022/12/groesste-saegewerke-europas-2023.html.

Eikelenboom, M. & Jong, G. de (2021). The Impact of Managers and Network Interactions on the Integration of Circularity in Business Strategy. *Organization & Environment*, *35*(3), 365-393.

Eisenhardt, K. M. & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal*, *21*(10-11), 1105–1121.

Elf, P., Werner, A. & Black, S. (2022). Advancing the circular economy through dynamic capabilities and extended customer engagement: Insights from small sustainable fashion enterprises in the UK. *Business Strategy and the Environment*, *31*(6), 2682–2699.

El-Haggar, S. M. (2007). *Industrial Design and Waste Management: Cradle-to-cradle for Sustainable Development*. Academic Press, Amsterdam.

Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition.

Ellen MacArthur Foundation & McKinsey Center for Business and Environment (2015). Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe.

Europäische Kommission (2005). Verordnung (EG) Nr. 2173/2005 des Rates vom 20. Dezember 2005 zur Einrichtung eines FLEGT-Genehmigungssystems für Holzeinfuhren in die Europäische Gemeinschaft. *Amtsblatt der Europäischen Union, Reihe L*, 347/1–347/5. Brüssel.

Europäische Kommission (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, Reihe L*, 312/3–312/30. Brüssel.

Europäische Kommission (2010a). Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung). *Amtsblatt der Europäischen Union, Reihe L*, 153/13-153/35. Brüssel.

Europäische Kommission (2010b). Verordnung (EU) Nr. 995/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Verpflichtung von Marktteilnehmern, die Holz und Holzerzeugnisse in Verkehr bringen. *Amtsblatt der Europäischen Union, Reihe L*, 295/23–295/34. Brüssel.

Europäische Kommission (2019). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Der europäische Grüne Deal (COM(2019) 640 final). Brüssel, 2019. Brüssel.

Europäische Kommission (2020a). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (COM(2020) 98 final). Brüssel.

Europäische Kommission (2020b). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Eine Renovierungswelle für Europa – umweltfreundlichere Gebäude, mehr Arbeitsplätze und bessere Lebensbedingungen (SWD(2020) 550 final). Brüssel.

Europäische Kommission (2020c). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 (COM(2020) 380 final). Brüssel.

Europäische Kommission (2021). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Neue EU-Waldstrategie für 2030 (SWD(2021) 651 final - SWD(2021) 652 final). Brüssel.

Europäische Kommission (2022). Neues Europäisches Bauhaus. Zugriff am 23. September 2023, verfügbar unter https://infopoint-europa.de/de/articles/dossier-neues-europaeisches-bauhaus.

Europäische Kommission (2023a). Richtlinie (EU) 2023/ zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates. *Amtsblatt der Europäischen Union, Reihe L*, 1–77. Brüssel.

Europäische Kommission (2023b). Verordnung (EU) Nr. 2023/1115 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Mai 2023 über die Bereitstellung bestimmter Rohstoffe und Erzeugnisse, die mit Entwaldung und Waldschädigung in Verbindung stehen, auf dem Unionsmarkt und ihre Ausfuhr aus der Union sowie zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 995/2010. *Amtsblatt der Europäischen Union, Reihe L*, 206–247. Brüssel.

Europäischer Rat (2023). Biodiversität: So schützt die EU die Natur. Zugriff am 24. September 2023, verfügbar unter https://www.consilium.europa.eu/de/policies/biodiversity/.

Europäischer Rat (2024). Die EU-Sanktionen gegen Russland im Detail. Euorpäischer Rat. Zugriff am 6. April 2024, verfügbar unter https://www.consilium.europa.eu/de/-policies/sanctions/restrictive-measures-against-russia-over-ukraine/sanctions-against-russia-explained/.

Europäisches Parlament (2020). EU-Forststrategie: Hochwertige Bewirtschaftung der EU-Wälder und Waldgebiete. Zugriff am 24. September 2023, verfügbar unter https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20201002IPR88442/eu-forststrategie-hochwertige-bewirtschaftung-der-eu-walder-und-waldgebiete.

European Pallet Association e.V. (19. Januar 2024). Epal startet Digitalisierung des Europaletten-Pools: Seit 1. Januar Epal-Europalette QR auf dem Markt. *Holz-Zentralblatt*, 2024(Nummer 3), S. 46.

F

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2023). Holzvorrat. Zugriff am 6. Januar 2024, verfügbar unter https://holz.fnr.de/was-ist-holz/holz-als-rohstoff/holzvorrat.

Fachverband der Holzindustrie Österreichs (2022). Branchenbericht 2021 - 2022, Wien.

Fachverband der Holzindustrie Österreichs (2023). Branchenbericht 2022 - 2023, Wien.

Fachverband der Holzindustrie Österreichs (2024). Holzindustrie Österreich. Zugriff am 3. März 2024, verfügbar unter https://www.holzindustrie.at.

Feber, D., Granskog, A., Lingqvist, O. & Nordigården, D. (2020). Sustainability in packaging: Inside the minds of US consumers. Zugriff am 1. Februar 2024, verfügbar unter https://packaginginnovationportal.com/wp-content/uploads/2022/01/sustainability-in-packaging-inside-the-minds-of-us-consumers-vf.pdf.

Ferasso, M., Beliaeva, T., Kraus, S., Clauss, T. & Ribeiro-Soriano, D. (2020). Circular economy business models: The state of research and avenues ahead. *Business Strategy and the Environment*, *29*(8), 3006–3024.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024). *Forestry Production and* Trade. Zugriff am 24. März 2024, verfügbar unter https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO.

Forest Stewardship Council (2023). FSC Deutschland - Wälder Für Immer Für Alle. FSC Deutschland. Zugriff am 20. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.fsc-deutschland.de/.

Fraanje, P. J. (1997). Cascading of pine wood. *Resources, Conservation and Recycling*, *19*, 21–28.

Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Pitman, Boston.

Friedman, A. L. & Miles, S. (2002). Developing Stakeholder Theory. *Journal of Management Studies*, *39*(1), 1–21.

FRITZ EGGER GmbH & Co. OG (2020). Umwelt & Nachhaltigkeit: Mit Egger Holzwerkstoffen nachhaltig bauen und gesund wohnen.

FRITZ EGGER GmbH & Co. OG (2023a). Mehr aus Holz. Mehr Transparenz.

FRITZ EGGER GmbH & Co. OG (2023b). Recyclingmaterial für die Spanplattenproduktion | EGGER. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://www.egger.com/de-/ueberuns/umwelt-nachhaltigkeit/recycling?country=DE.

FRITZ EGGER GmbH & Co. OG (24. November 2023c). Egger plant null Emissionen bis 2050. Holz-Zentralblatt, 2023(Nummer 47), S. 777.

FRITZ EGGER GmbH & Co. OG (2024, 16. November). Über uns. Zugriff am 16. November 2024, verfügbar unter https://www.egger.com/de/ueber-uns/?country=DE.

Frooman, J. (1999). Stakeholder Influence Strategies. *Academy of Management Review*, *24*(2), 191–205.

FSC Deutschland (2022). COC kurz erklärt: Die FSC-Produktkettenzertifizierung.

FSC Deutschland (2023). FSC Prinzipien: 10 Regeln für den FSC-Wald. FSC Deutschland. Zugriff am 21. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.fsc-deutschland.de/was-ist-fsc/fsc-prinzipien/.

Fürhapper, C., Orlowski, L. & Weigl-Kuska, M. (26. August 2022). Verbesserung nachhaltiger Materialkreisläufe: Holzforschung Austria forscht zur Steigerung nachhaltiger Materialkreisläufe durch Materialanalyse. *Holz-Zentralblatt*, 2022(Nummer 34), S. 582.

G

Garcés-Ayerbe, C., Rivera-Torres, P. & Murillo-Luna, J. L. (2012). Stakeholder pressure and environmental proactivity. *Management Decision*, *50*(2), 189–206.

Geissdoerfer, M., Santa-Maria, T., Kirchherr, J. & Pelzeter, C. (2023). Drivers and barriers for circular business model innovation. *Business Strategy and the Environment*, *32*(6), 3814–3832.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, *143*, 757–768.

Geissdoerfer, M., Vladimirova, D. & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production*, *198*, 401–416.

Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A. & Koh, S. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega*, *66*, 344–357.

Gesamtverband Deutscher Holzhandel e.V. (2024). GD Holz hält Verschiebung der Verordnung zu endwaldungsfreien Lieferketten (EUDR) für geboten. Zugriff am 29. Juli 2024, verfügbar unter https://www.gdholz.de/news-aktuelles/single/presse-mitteilung-05-2024/.

Ghinoi, S., Silvestri, F. & Steiner, B. (2020). The role of local stakeholders in disseminating knowledge for supporting the circular economy: a network analysis approach. *Ecological Economics*, *169*, 106446.

Ghisellini, P., Cialani, C. & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, *114*, 11–32.

González-Benito, J. & González-Benito, Ó. (2006). A review of determinant factors of environmental proactivity. *Business Strategy and the Environment*, *15*(2), 87–102.

Govindan, K. & Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, *56*(1-2), 278–311.

Greenpeace e.V. (2023a). Greenpeace stellt sich vor: Volle Kraft voraus für die Umwelt. Greenpeace e.V. Zugriff am 21. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.greenpeace.de/ueber-uns.

Greenpeace e.V. (2023b). Greenpeace und FSC: Greenpeace International ändert Mitgliedschaft im Forest Stewardship Council (FSC). Zugriff am 21. Oktober 2023, verfügbar unter https://greenpeace.at/hintergrund/fsc/.

Guldmann, E. & Huulgaard, R. D. (2020). Barriers to circular business model innovation: A multiple-case study. *Journal of Cleaner Production*, *243*, 118160.

Guo, L., Cao, Y., Qu, Y. & Tseng, M.-L. (2022). Developing sustainable business model innovation through stakeholder management and dynamic capability: A longitudinal case study. *Journal of Cleaner Production*, *372*, 133626.

Gurtner, N. & Starovicova, B. (2023). Wiederverwendung in der schweizerischen Bauindustrie. Berner Fachhochschule, Bern.

Gusmerotti, N. M., Testa, F., Corsini, F., Pretner, G. & Iraldo, F. (2019). Drivers and approaches to the circular economy in manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*, *230*, 314–327.

H

Härer, J. (18. Dezember 2020). Rahmenbedingungen und Marktsituation im Holzbau: Branche sieht sich mit großen Herausforderungen durch Corona-Pandemie konfrontiert, blickt aber optimistisch nach vorne. *Holz-Zentralblatt*, 2020(Nummer 51/52), S. 953.

Härer, J. (12. September 2021). HPE erwartet für 2020 bis zu 10% Umsatzrückgang: Branchenumfeld der Packmittelhersteller wird sich weiter verändern - Versorgung mit Rohmaterial wird schwieriger. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 6), S. 98.

Hartley, K., van Santen, R. & Kirchherr, J. (2020). Policies for transitioning towards a circular economy: Expectations from the European Union (EU). *Resources, Conservation and Recycling*, *155*, 104634.

HASSLACHER Holding GmbH. (2023). X-fix L/X-fix C. Zugriff am 8. Dezember 2023, verfügbar unter https://www.hasslacher.com/x-fix.

Hauptverband der Deutschen Säge- und Holzindustrie (2020, 11. November). Chance nutzen: EU-Renovierungswelle für den Klimaschutz umsetzen [Pressemitteilung].

Helfat, C. E. & Peteraf, M. A. (2003). The dynamic resource-based view: capability lifecycles. *Strategic Management Journal*, *24*(10), 997–1010.

Helfat, C. E. & Peteraf, M. A. (2015). Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, *36*(6), 831–850.

Helfat, C. E. & Winter, S. G. (2011). Untangling Dynamic and Operational Capabilities: Strategy for the (N)ever-Changing World. *Strategic Management Journal*, *32*(11), 1243–1250.

Helfferich, C. (2014). Leitfaden- und Experteninterviews. in Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Nina Baur and Jörg Blasi (Hrsg), Springer Fachmedien: Wiesbaden.

Hillebrandt, A. & Rosen, A. (2022). Urban Mining - wann schließt sich der Kreis? *Bauwelt*, *2022*, 26–29.

hilzinger GmbH (19. Januar 2024). Fensterhersteller Hilzinger engagiert sich fürs Recycling. *Holz-Zentralblatt*, 2024(Nummer 3), S. 47.

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.

Hofmann, F. & Jaeger-Erben, M. (2020). Organizational transition management of circular business model innovations. *Business Strategy and the Environment*, *29*(6), 2770–2788.

Hofmann, F. & Knyphausen-Aufseß, D. zu (2022). Circular business model experimentation capabilities—A case study approach. *Business Strategy and the Environment*, *31*(5), 2469–2488.

Höglmeier, K., Weber-Blaschke, G. & Richter, K. (2013). Potentials for cascading of recovered wood from buildingdeconstruction—A case study for south-east Germany. *Resources, Conservation and Recycling*, *78*, 81–91.

Hollander, M. C. den, Bakker, C. A. & Hultink, E. J. (2017). Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. *Journal of Industrial Ecology*, *21*(3), 517–525.

Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. (2022). Lagebericht 2022 Deutschland, 1–6.

Holzkurier (2022a). EU: 60% weniger Nadelschnittholz importiert. Zugriff am 27. April 2024, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/schnittholz/2023/09/nadelschnittholz-importe-eu----1--halbjahr-2013-2023.html.

Holzkurier (2022b). Die größten Sägewerke Österreichs. Zugriff am 12. Februar 2023, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/blog/groesste-saegewerke-oesterreich.html.

Holzkurier (2022c). MDF/HDF Produktion. Zugriff am 11. Februar 2023, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/datacube/produktionserhebungen/mdf-hdf-produktion.html.

Holzkurier (2022d). OSB Produktion. Zugriff am 11. Februar 2023, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/datacube/produktionserhebungen/osb-produktion.html.

Holzkurier (2022e). Russland wichtiger EU-Schnittholzlieferant. Zugriff am 27. April 2024, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/schnittholz/2022/03/eu-russland-belarus-ukraine-nadelschnittholz.html.

Holzkurier (2022f). Spanplatten-Produktion. Zugriff am 11. Februar 2023, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/datacube/produktionserhebungen/spanplatten-produktion.html.

Holzkurier (2022g). Zahlen und Daten über die Holzbranche in der Ukraine und in Russland. Zugriff am 27. April 2024, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/-holzprodukte/2022/02/holzmarktfolgen-ukraine-invasion.html.

Holzkurier (2024a). Die deutschen Nadelschnittholz-Exporte. Zugriff am 24. März 2024, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/datacube/aussenhandel/nadelschnittholz-exporte-deutschland.html.

Holzkurier (2024b). Die österreichischen Nadelrundholz-Importe. Zugriff am 24. März 2024, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/datacube/aussenhandel/nadelrundholz-importe-oesterreich.html.

Holzkurier (2024c). Die österreichischen Nadelschnittholz-Exporte. Zugriff am 24. März 2024, verfügbar unter https://www.holzkurier.com/datacube/aussenhandel/nadelschnittholz-exporte-oesterreich.html.

Holzwerke van Roje (1. März 2024). Innovation für effizienten Holzeinsatz: Neue Recyclinganlage für Brettsperrholz-Ausschnitte bei Holzwerken van Roje. Holz-Zentralblatt, 2024(Nummer 9), S. 151.

Holz-Zentralblatt (24. November 2023). Upcycling komplexer Schalungsbauteile: Wie ein als Bauhilfsmittel produziertes Element einer Wiederverwendung als Teil eines Primärtragwerks zugeführt werden kann. *Holz-Zentralblatt*, 2023(Nummer 47), S. 785–787.

Holz-Zentralblatt (1. März 2024). Optimierung des Holztafelbaus für Recycling. *Holz-Zentralblatt*, 2024(Nummer 9), S. 144.

Hopkinson, P., Zils, M., Hawkins, P. & Roper, S. (2018). Managing a Complex Global Circular Economy Business Model: Opportunities and Challenges. *California Management Review*, *60*(3), 71–94.

Hradil, P. (2014). Barriers and opportunities of structural elements re-use. VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo.

HUF HAUS GmbH & Co. KG (8. Januar 2021). Lastabtragendes Potenzial der Verglasung ersetzt Stahlrahmen: Huf-Haus entwickelt Holz-Glas-Fachwerk ohne zusätzliche aussteifende Elemente und reduziert damit Stahlverbrauch und CO2-Emissionen. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 1), S. 21.

Husgafvel, R., Linkosalmi, L., Hughes, M., Kanerva, J. & Dahl, O. (2018). Forest sector circular economy development in Finland: A regional study on sustainability driven competitive advantage and an assessment of the potential for cascading recovered solid wood. *Journal of Cleaner Production*, *181*, 483–497.

Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N. U. & Laurenti, R. (2020). Circular Economy Innovation and Environmental Sustainability Impact on Economic Growth: An Integrated Model for Sustainable Development. *Sustainability*, *12*(12), 4831.

I

Inigo, E., Albareda, L. & Ritala, P. (2017). Inigo, E. A., Albareda, L., & Ritala, P. (2017). Business model innovation for sustainability: Exploring evolutionary and radical approaches through dynamic capabilities. *Industry and Innovation*, *2017*(24), Artikel 5, 515–542.

Isermeyer, F., Nieberg, H., Banse, M., Bolte, A., Christoph-Schulz, I. B., Witte, T. de, Dehler, M., Döring, R., Elsasser, P., Fock, H. O., Focken, U., Freund, F., Goti-Aralucea, L., Heidecke, C., Kempf, A., Koch, G., Kraus, G., Krause, A., Kroiher, F., . . . Zimmermann, C. (2020). Auswirkungen aktueller Politikstrategien (Green Deal, Farm-to-Fork, Biodiversitätsstrategie 2030; Aktionsprogramm Insektenschutz) auf Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei (*Thünen Working Paper Nr. 156*). Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.

Islami, X., Mustafa, N. & Topuzovska Latkovikj, M. (2020). Linking Porter's generic strategies to firm performance. *Future Business Journal*, *6*(1), 1–15.

J

Jahan, I., Zhang, G., Bhuiyan, M. & Navaratnam, S. (2022). Circular Economy of Construction and Demolition Wood Waste—A Theoretical Framework Approach. *Sustainability*, *14*(17), 10478.

Jakhar, S. K., Mangla, S. K., Luthra, S. & Kusi-Sarpong, S. (2019). When stakeholder pressure drives the circular economy. *Management Decision*, *57*(4), 904–920.

Jarre, M., Petit-Boix, A., Priefer, C., Meyer, R. & Leipold, S. (2020). Transforming the bio-based sector towards a circular economy - What can we learn from wood cascading? *Forest Policy and Economics*, *110*, 101872.

Jawahir, I. S. & Bradley, R. (2016). Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing. *Procedia CIRP*, *40*, 103–108.

Johann Heinrich von Thünen-Institut (2022). Auswirkungen auf die Holzmärkte. Zugriff am 27. April 2024, verfügbar unter https://www.thuenen.de/de/themenfelder/maerkte-handel-zertifizierung/wie-sich-der-krieg-in-der-ukraine-auf-die-agrar-fischerei-und-holzmaerkte-auswirken-kann/auswirkungen-auf-die-holzmaerkte.

Johann Heinrich von Thünen-Institut (2023). Clusterstatistik. Johann Heinrich von Thünen-Institut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei. Zugriff am 3. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/zahlen-fakten/clusterstatistik-forst-holz.

Johann Heinrich von Thünen-Institut für Waldwirtschaft (2023). Clusterstatistik Forst und Holz für 2020. Zugriff am 24. September 2023, verfügbar unter https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/zahlen-fakten/clusterstatistik-forst-holz.

K

Kantola, J. I., Barath, T., Nazir, S. & Andre, T. (2016). *Advances in Human Factors, Business Management, Training and Education* (Bd. 498). Springer International Publishing, Cham.

Kaps, K., Pfeil, S., Sauer, T. & Stoetzer, M.-W. (2010). Strategische Ausrichtung und Innovationstätigkeit von KMU im Raum Jena (Jenaer Beiträge zur Wirtschaftsforschung Nr. 2010,3). Fachhochschule Jena, Jena.

Khan, O., Daddi, T. & Iraldo, F. (2020a). Microfoundations of dynamic capabilities: Insights from circular economy business cases. *Business Strategy and the Environment*, *29*(3), 1479–1493.

Khan, O., Daddi, T. & Iraldo, F. (2020b). The role of dynamic capabilities in circular economy implementation and performance of companies. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *27*(6), 3018–3033.

Khan, O., Daddi, T. & Iraldo, F. (2021). Sensing, seizing, and reconfiguring: Key capabilities and organizational routines for circular economy implementation. *Journal of Cleaner Production*, *287*, 125565.

Khan, W., Nisar, Q. A., Roomi, M. A., Nasir, S., Awan, U. & Rafiq, M. (2024). Green human resources management, green innovation and circular economy performance: the role of big data analytics and data-driven culture. *Journal of Environmental Planning and Management*, *67*(10), 2356–2381.

Kiel, A. & Kiel, U. (2023). Branchenanalyse Sägeindustrie: Im Spannungsfeld von Ökonomie und Umweltschutz. Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf.

King, A. M., Burgess, S. C., Ijomah, W. & McMahon, C. A. (2006). Reducing waste: repair, recondition, remanufacture or recycle? *Sustainable Development*, *14*(4), 257–267.

Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A. & Hekkert, M. (2018). Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, *150*, 264–272.

Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, *127*, 221–232.

Kirchherr, J. & van Santen, R. (2019). Research on the circular economy: A critique of the field. *Resources, Conservation and Recycling*, *151*, 104480.

Kirschner, M. (2022). Holzpackmittel - mehr als nur Holz und Nägel: Branchenverband sieht im ersten Halbjahr Steigerungen bei Produktion und Umsatz und rechnet 2023 mit >>schwarzer Null<<. *Holz-Zentralblatt*, *2022*(51_52), 901.

Klein, S. (12. November 2021). Politik fordert zunehmend nachhaltige Bauweisen: Europäischer Kongress für Bauen mit Holz im urbanen Raum stellt neue Entwicklungen im Holzbau vor. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 45), S. 801.

Kleinschmit, D. (2017, 1. Dezember). Grundlagen der supranationalen Waldpolitik. Zugriff am 22. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.bpb.de/shop/.

Knauf, M. (2017). Altholz stofflich nutzen oder thermisch verwerten? Bei Berücksichtigung der heutigen Rahmenbedingungen ergeben sich keine ökobilanziellen Vorteile für das Recycling. *Holz-Zentralblatt*, 2017(Nummer 32), S. 755–756.

Köhler, J., Sönnichsen, S. D. & Beske-Jansen, P. (2022). Towards a collaboration framework for circular economy: The role of dynamic capabilities and open innovation. *Business Strategy and the Environment*, *31*(6), 2700–2713.

Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie NR. (2020, 19. Mai). Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken. Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie NR. Zugriff am 31. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/.

Köthke, M. (2020). Auswirkungen der Europäischen Holzhandelsverordnung auf Importeure von Holzerzeugnissen in Deutschland - Design und Ergebnisse einer Befragung (Thünen Working Paper Nr. 143). Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.

Kronospan (2023). Sustainability. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://kronospan.com/en_US/company/sustainability#!#circular-economy.

Kronospan Denmark (2022). Sustainability Report 2021.

Kump, B., Engelmann, A., Kessler, A. & Schweiger, C. (2019). Toward a dynamic capabilities scale: measuring organizational sensing, seizing, and transforming capacities. *Industrial and Corporate Change*, *28*(5), 1149–1172.

L

Latcheva, R. & Davidov, E. (2014). Skalen und Indizes, in Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Nina Baur and Jörg Blasi (Hrsg), Springer Fachmedien: Wiesbaden.

Laubscher, M. & Marinelli, T. (2014). Integration of Circular Economy in Business. In Proceedings of the Conference: Going Green - Care Innovation, Wien.

Laurenti, R., Singh, J., Frostell, B., Sinha, R. & Binder, C. (2018). The Socio-Economic Embeddedness of the Circular Economy: An Integrative Framework. *Sustainability*, *10*(7), 2129.

Lauten-Weiss, J. & Ramesohl, S. (2021). The Circular Business Framework for Building, Developing and Steering Businesses in the Circular Economy. *Sustainability*, *13*(2), 963.

Lennartz, M. W. (1. Juli 2022). Leuchtturm, Forschungsprojekt, Vorbild: Bauwirtschaft beschreitet dank Holzbau, Rückbaufähigkeit und außergewöhnlicher Verbindungsmittel neue Wege. *Holz-Zentralblatt*, 2022(Nummer 26), S. 420–421.

Lewandowski, M. (2016). Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework. *Sustainability*, *8*(1), 43.

Lieder, M. & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, *115*, 36–51.

Linder, M. & Williander, M. (2017). Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties. *Business Strategy and the Environment*, *26*(2), 182–196.

Liu, W. & Atuahene-Gima, K. (2018). Enhancing product innovation performance in a dysfunctional competitive environment: The roles of competitive strategies and market-based assets. *Industrial Marketing Management*, *73*, 7–20.

Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Jabbour, C. J. C., Godinho Filho, M. & Roubaud, D. (2018). Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. *Annals of Operations Research*, *270*(1-2), 273–286.

Lüdeke-Freund, F., Gold, S. & Bocken, N. M. P. (2019). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*, *23*(1), 36–61.

Lüdtke, J. (2022). Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft. Zugriff am 5. November 2023, verfügbar unter https://www.thuenen.de/de/themenfelder/nachwachsende-rohstoffe-und-holz/materialeffizienz-und-kreislaufwirtschaft.

Ludwig, G., Gawel, E. & Pannicke-Prochnow, N. (2022). Altholz in der Kaskadennutzung - eine Bestandsaufnahme für Deutschland, in Wasser, Energie und Umwelt, Markus Porth & Holger Schüttrumpf (Hrsg.), Springer Fachmedien: Wiesbaden.

M

Madaster Germany (2023). Materialien Bauteile und Produkte. Zugriff am 16. Dezember 2023, verfügbar unter https://madaster.de/.

Mair, C. & Stern, T. (2017). Cascading Utilization of Wood: a Matter of Circular Economy? *Current Forestry Reports*, *3*(4), 281–295.

Mantau, U. (2012). Holzrohstoffbilanz Deutschland: Entwicklung und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015, Hamburg.

Mantau, U. (2023). Holzrohstoffbilanzierung, Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung – 20 Jahre Rohstoffmonitoring Holz (FKZ 22005918). Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow.

Mantel, K. (1973). Holzmarktlehre: Ein Lehr- und Handbuch der Holzmarktökonomie und Holzwirtschaftspolitik. J. Neumann-Neudamm, Melsungen.

Marconi, M., Germani, M., Mandolini, M. & Favi, C. (2019). Applying data mining technique to disassembly sequence planning: a method to assess effective disassembly time of industrial products. *International Journal of Production Research*, *57*(2), 599–623.

Marrucci, L., Daddi, T. & Iraldo, F. (2022). Do dynamic capabilities matter? A study on environmental performance and the circular economy in European certified organisations. *Business Strategy and the Environment*, *31*(6), 2641–2657.

Martín-de Castro, G. (2021). Exploring the market side of corporate environmentalism: Reputation, legitimacy and stakeholders' engagement. *Industrial Marketing Management*, *92*, 289–294.

Mattos, C. de & Albuquerque, T. de (2018). Enabling Factors and Strategies for the Transition Toward a Circular Economy (CE). *Sustainability*, *10*(12), 4628.

Mayring, P. (1991). Qualitative Inhaltsanalyse. in Handbuch qualitative Forschung. U. Flick, E. v. Kardoff, H. Keupp, L. v. Rosenstiel, & S. Wolff (Hrsg.), Beltz - Psychologie Verl. Union, (S. 209-213).

McKinsey & NielsenIQ. (2023). Consumers care about sustainability—and back it up with their wallets. Mckinsey and Company.

McWilliams, A. & Siegel, D. S. (2011). Creating and Capturing Value. *Journal of Management*, *37*(5), 1480–1495.

Meixell, M. J. & Luoma, P. (2015). Stakeholder pressure in sustainable supply chain management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *45*(1/2), 69–89.

Mendoza, J. M. F., Sharmina, M., Gallego-Schmid, A., Heyes, G. & Azapagic, A. (2017). Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy: The BECE Framework. *Journal of Industrial Ecology*, *21*(3), 526–544.

Mokhlesian, S. & Holmén, M. (2012). Business model changes and green construction processes. *Construction Management and Economics*, *30*(9), 761–775.

Moktadir, M. A., Kumar, A., Ali, S. M., Paul, S. K., Sultana, R. & Rezaei, J. (2020). Critical success factors for a circular economy: Implications for business strategy and the environment. *Business Strategy and the Environment*, *29*(8), 3611–3635.

Mont, O., Plepys, A., Whalen, K. & Nußholz, J. L. (2017). Business model innovation for a Circular Economy : Drivers and barriers for the Swedish industry – the voice of REES companies. Mistra REES, Lund.

Mosel Türen (30. Oktober 2020). Mosel Türen will Bestellprozess nahtlos digitalisieren: Webbasierter >>Profi-Kalkulator<< ab 2021 - Performance-Zuwachs durch neue Spritzanlage und neues Zargenwerk. *B+H*, 2020(Nummer 5), S. 13.

Mousavi, S. & Bossink, B. A. (2017). Firms' capabilities for sustainable innovation: The case of biofuel for aviation. *Journal of Cleaner Production*, *167*, 1263–1275.

Müller, D. & Moser, D. (2022). Rückbau und Wiederverwendung von Holzbauten. PIRMIN JUNG Schweiz AG, Rain.

Mulrow, J. S., Derrible, S., Ashton, W. S. & Chopra, S. S. (2017). Industrial Symbiosis at the Facility Scale. *Journal of Industrial Ecology*, *21*(3), 559–571.

Mura, M., Longo, M. & Zanni, S. (2020). Circular economy in Italian SMEs: A multi-method study. *Journal of Cleaner Production*, *245*, 118821.

Murillo-Luna, J. L., Garcés-Ayerbe, C. & Rivera-Torres, P. (2008). Why do patterns of environmental response differ? A stakeholders' pressure approach. *Strategic Management Journal*, *29*(11), 1225–1240.

Murray, A., Skene, K. & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, *140*(3), 369–380.

N

NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V. (2024). FSC, Naturland, PEFC: Standards für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. Zugriff am 3. März 2024, verfügbar unter https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/waelder/waldbewirtschaftung/holz.html.

Nascimento, D. L. M., Alencastro, V., Quelhas, O. L. G., Caiado, R. G. G., Garza-Reyes, J. A., Rocha-Lona, L. & Tortorella, G. (2019). Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *30*(3), 607–627.

Nasir, M. H. A., Genovese, A., Acquaye, A. A., Koh, S. & Yamoah, F. (2017). Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry. *International Journal of Production Economics*, *183*, 443–457.

Nasiri, M., Rantala, T., Saunila, M., Ukko, J. & Rantanen, H. (2018). Transition towards Sustainable Solutions: Product, Service, Technology, and Business Model. *Sustainability*, *10*(2), 358.

Nationalrat (2002). Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002), Stand 13. Juli 2024. *Bundesgesetzblatt, Nr.102*.

Nationalrat (2012). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Recycling von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie: Recyclingholzverordnung – RHV. *Bundesgesetzblatt, Nr. 160*.

Naturland (2023). Ökologische Waldnutzung: Naturland zertifiziert Wald und Holz. Zugriff am 3. März 2024, verfügbar unter https://www.naturland.de/de/naturland/wofuer-wir-stehen/oeko-wald.html.

Neligan, A., Baumgartner, R. J., Geissdoerfer, M. & Schöggl, J.-P. (2023). Circular disruption: Digitalisation as a driver of circular economy business models. *Business Strategy and the Environment*, *32*(3), 1175–1188.

Neri, A., Negri, M., Cagno, E., Kumar, V. & Garza-Reyes, J. A. (2023). What digital-enabled dynamic capabilities support the circular economy? A multiple case study approach. *Business Strategy and the Environment*, *32*(7), 5083–5101.

Ng, P. F., Butt, M. M., Khong, K. W. & Ong, F. S. (2014). Antecedents of Green Brand Equity: An Integrated Approach. *Journal of Business Ethics*, *121*(2), 203–215.

Nguyen, N. P. & Adomako, S. (2021). Environmental proactivity, competitive strategy, and market performance: The mediating role of environmental reputation. *Business Strategy and the Environment*, *30*(4), 2008–2020.

NOVO-TECH Trading GmbH & Co. KG (2023). Umwelt / Nachhaltigkeit – NOVO-TECH GmbH. Zugriff am 3. Dezember 2023, verfügbar unter https://www.novo-tech.de/unternehmen/umwelt-nachhaltigkeit.

NOVO-TECH Trading GmbH & Co. KG (2024). Unternehmen – NOVO-TECH GmbH. Zugriff am 16. November 2024, verfügbar unter https://www.novo-tech.de/.

O

Ohnesorge, D. (8. Januar 2021). Hoffnung auf mehr Normalität im Jahr 2021: Die große Herausforderung Klimawandel bleibt präsent wie eh und je und wird die nächsten Jahre politisch beeinflussen. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 1), S. 3.

Oliveira-Dias, D., Kneipp, J. M., Bichueti, R. S. & Gomes, C. M. (2022). Fostering business model innovation for sustainability: a dynamic capabilities perspective. *Management Decision*, *60*(13), 105–129.

Osiyevskyy, O. & Dewald, J. (2015). Explorative Versus Exploitative Business Model Change: The Cognitive Antecedents of Firm-Level Responses to Disruptive Innovation. *Strategic Entrepreneurship Journal*, *9*(1), 58–78.

Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010). Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken.

P

Padalkina, D., Schäufele, J. & Teuffel, P. (2023). Geschäftsmodelle für zirkuläres Bauen und Sanieren: Die Rolle innovativer Geschäftsmodelle in der Transformation des Bausektors, Berlin.

Parida, V. & Wincent, J. (2019). Why and how to compete through sustainability: a review and outline of trends influencing firm and network-level transformation. *International Entrepreneurship and Management Journal*, *15*(1), 1–19.

Park, J. Y. & Chertow, M. R. (2014). Establishing and testing the "reuse potential" indicator for managing wastes as resources. *Journal of environmental management*, *137*, 45–53.

Parmar, B. L., Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Purnell, L. & Colle, S. de (2010). Stakeholder Theory: The State of the Art. *Academy of Management Annals*, *4*(1), 403–445.

Pauw, I. de, Kandachar, P. & Karana, E. (2015). Assessing sustainability in nature-inspired design. *International Journal of Sustainable Engineering*, *8*(1), 5–13.

Pauw, I. de, Kandacher, P., Karana, E., Peck, D. & Wever, R. (2010, 25. Oktober). Nature inspired Design: Strategies towards Sustainability. Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation ERSCP-EMSU Conference, Delft University of Technology, Delft.

Pavlou, P. A. & El Sawy, O. A. (2011). Understanding the Elusive Black Box of Dynamic Capabilities. *Decision Sciences*, *42*(1), 239–273.

PEFC Deutschland e.V. (2024a). Alles, was sie über PEFC wissen sollten, Stuttgart.

PEFC Deutschland e.V. (2024b). Auf die Herkunft kommt es an. PEFC. Zugriff am 13. Juli 2024, verfügbar unter https://www.pefc.de/.

Pfeifer Holding GmbH (17. Februar 2023a). Pfeifer treibt stoffliche Altholzverwertung voran: Holzindustrie-Gruppe kündigt Produktionsstart für Altholzaufbereitungsanlage in Uelzen für dieses Jahr an. *Holz-Zentralblatt*, 2023(Nummer 7), S. 101.

Pfeifer Holding GmbH (2023b). Challenge - Pfeifer Group – Passion for Timber. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://www.pfeifergroup.com/de/termine/.

Pfeifer Holding GmbH (22. März 2024). Weiteres Leben für Altholz in Palettenklötzen: Aufbereitungsanlage am Pfeifer-Standort Uelzen soll im Juli in Betrieb gehen und künftig 70 000 t/a verwerten. *Holz-Zentralblatt*, 2024(Nummer 12), S. 216.

Pfleiderer Deutschland GmbH (2024). Natürlich Nachhaltig. Zugriff am 4. November 2024, verfügbar unter https://www.pfleiderer.com/dach-de/nachhaltigkeit/natuerlich-nachhaltig.

Pieroni, M. P., McAloone, T. C. & Pigosso, D. C. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, *215*, 198–216.

Pisano, G. P. (2015). You need an innovation strategy. *Harvard business review*, *2015*, 44–54.

Planing, P. (2015). Business model innovation in a circular economy reasons for non-acceptance of circular business models. *Open journal of business model innovation*, *1*(11), 1–11.

Planing, P. (2018). Towards a circular economy – how business model innovation will help to make the shift. *International Journal of Business and Globalisation*, *20*(1), 71–83.

Porter, M. E. (1980). Competitive Strategy. Techniques for analyzing industries and competitors. Free, New York.

Porter, M. E. (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, *12*(S2), 95–117.

Porter, M. E. (1997). Competitive Strategy. *Measuring Business Excellence*, *1*(2), 12–17.

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: measuring innovation in the product chain. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency(2544).

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C. & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *179*, 605–615.

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Santos, J., Baumgartner, R. J. & Ormazabal, M. (2019). Key strategies, resources, and capabilities for implementing circular economy in industrial small and medium enterprises. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *26*(6), 1473–1484.

proHolz Austria (2023). *Reuse und Recycling* (zuschnitt Nr. 88).

Puglieri, F. N., Salvador, R., Romero-Hernandez, O., Escrivão Filho, E., Piekarski, C. M., Francisco, A. C. de & Ometto, A. R. (2022). Strategic planning oriented to circular business models: A decision framework to promote sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, *31*(7), 3254–3273.

Purkus, A., Lüdtke, J., Rüter, S., Jochem, D. & Weimar, H. (2020). Entwicklung der Rahmenbedingungen für das Bauen mit Holz in Deutschland: Eine Innovationssystemanalyse im Kontext der Evaluation der Charta für Holz 2.0 (*Thünen Report 78*). Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.

R

Rädiker, S. & Kuckartz, U. (2019). Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA: Text, Audio und Video. Lehrbuch. Springer VS, Wiesbaden.

Ramanathan, R., Poomkaew, B. & Nath, P. (2014). The impact of organizational pressures on environmental performance of firms. *Business Ethics: A European Review*, *23*(2), 169–182.

Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L. & Mäkinen, S. J. (2018). Creating value in the circular economy: A structured multiple-case analysis of business models. *Journal of Cleaner Production*, *201*, 988–1000.

Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P. & Mäkinen, S. J. (2018). Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, *135*, 70–82.

Rashid, A., Asif, F. M., Krajnik, P. & Nicolescu, C. M. (2013). Resource Conservative Manufacturing: an essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, *57*, 166–177.

rh (11. Dezember 2020). Terrassendiele aus alten Windkraft-Rotorblättern: Novo-Tech setzt mit neuer Terrassendiele "Delta" Konzept der Kreislaufwirtschaft konsequent um. *B+H*, 2020(Nummer 6), S. 9.

rh (5. November 2021). Richtfest für Rotorblatt-Recyclinganlage: Novo-Tech will neues Werk Anfang 2022 in Betrieb nehmen und Produktionskapazität verdoppeln - geschlossener Rohstoffkreislauf. *B+H*, 2021, S. 24.

Richter, K. & Lautenschlager, L. (2018, 11. Dezember). Urban Mining – schöne Theorie, aber wie praktisch umsetzen? Altholzmanagement in der urbanen Infrastruktur. Optionen für die Erhöhung der Ressourceneffizienz. TU München. Charta für Holz im Dialog: „Mensch – Stadt – Land – Ressourcen: Wie wollen wir in Zukunft leben?", Berlin.

Richter, W.-A. (19. Januar 2024). Familienbetriebe haben das Zeug zum Leuchtturm: Österreichische Egger-Gruppe präsentiert Partnerschaften mit Beschlagherstellern und Ziele zur Zukunftssicherung. *Holz-Zentralblatt*, 2024(Nummer 3), S. 47.

Richter, W.-A. & Fischer, J. (4. August 2023). Egger-Ergebnis sinkt deutlich: Stadt verdrängt den Wald als Rohstofflieferant Nr. 1. *Holz-Zentralblatt*, 2023(Nummer 31), S. 521.

Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., Rinaldi, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M. & Topi, C. (2016). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability*, *8*(11), 1212.

Rubner Holzindustrie Ges.m.b.H (16. Dezember 2022). Vom eingekauften Holz >>wird nichts weggeworfen<<: Säge-, Hobel- und Leimholzwerk Rubner Holzindustrie optimiert seine Energieversorgung und Materialausnutzung. *Holz-Zentralblatt*, 2022(Nummer 50), S. 875–876.

S

Saari, U. A., Damberg, S., Schneider, M., Aarikka-Stenroos, L., Herstatt, C., Lanz, M. & Ringle, C. M. (2024). Capabilities for circular economy innovation: Factors leading to product/service innovations in the construction and manufacturing industries. *Journal of Cleaner Production*, *434*, 140295.

Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y. & Cluzel, F. (2017). How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework. *Recycling*, *2*(1), 6.

Salge, O. (2010). Greenpeace-Position zum Forest Stewardship Council (FSC). Greenpeace e.V.

Salmi, A. & Kaipia, R. (2022). Implementing circular business models in the textile and clothing industry. *Journal of Cleaner Production*, *378*, 134492.

Santa-Maria, T., Vermeulen, W. J. V. & Baumgartner, R. J. (2022). How do incumbent firms innovate their business models for the circular economy? Identifying micro-foundations of dynamic capabilities. *Business Strategy and the Environment*, *31*(4), 1308–1333.

sb (18. Juni 2021a). Potenziale der Nachhaltigkeit entdecken: Interview mit Stefan Göldner, Kommunikationschef von Pfleiderer Deutschland. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 24), S. 424.

sb (6. August 2021b). Umsatzrekorde in Zeiten der Corona-Pandemie: Der Holzwerkstoffhersteller Egger profitiert von einer Sonderkonjunktur - aber auch von den Investitionen der vergangenen Jahre. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 31), S. 552.

Scarpellini, S., Marín-Vinuesa, L. M., Aranda-Usón, A. & Portillo-Tarragona, P. (2020). Dynamic capabilities and environmental accounting for the circular economy in businesses. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, *11*(7), 1129–1158.

Scarpellini, S., Valero-Gil, J., Moneva, J. M. & Andreaus, M. (2020). Environmental management capabilities for a “circular eco-innovation”. *Business Strategy and the Environment*, *29*(5), 1850–1864.

Scheepens, A. E., Vogtländer, J. G. & Brezet, J. C. (2016). Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable. *Journal of Cleaner Production*, *114*, 257–268.

Schilke, O. (2014). Second-Order Dynamic Capabilities: How Do They Matter? *Academy of Management Perspectives*, *28*(4), 368–380.

Schilke, O., Hu, S. & Helfat, C. E. (2018). Quo Vadis, Dynamic Capabilities? A Content-Analytic Review of the Current State of Knowledge and Recommendations for Future Research. *Academy of Management Annals*, *12*(1), 390–439.

Schmidt Groupe S.A.S. (2021). Schmidt wirbt mit Kaskadennutzung: Erste Küche des deutsch-französischen Familienunternehmens aus recyceltem Holz. *Holz-Zentralblatt*, 2021(Nummer 36), S. 632.

Schmitz, N., Krause, A. & Lüdtke, J. (2023). Zirkuläre Bioökonomie in der Forst- und Holzwirtschaft für eine nachhaltige Entwicklung - Eine wissenschaftliche Einordnung (*Thünen Report 109*). Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.

Schuster, S. & Geier, S. (2023). circularWOOD: Paradigmenwechsel für eine Kreislaufwirtschaft im Holzbau (BBSR-Online-Publikation 15/2023), Bonn.

Sehnem, S., Queiroz, A. A. F. S. L. de, Pereira, S. C. F., dos Santos Correia, G. & Kuzma, E. (2022). Circular economy and innovation: A look from the perspective of organizational capabilities. *Business Strategy and the Environment*, *31*(1), 236–250.

Seroka-Stolka, O. (2023). Towards sustainability: An environmental strategy choice, environmental performance, and the moderating role of stakeholder pressure. *Business Strategy and the Environment*, *32*(8), 5992–6007.

Seroka-Stolka, O. & Fijorek, K. (2020). Enhancing corporate sustainable development: Proactive environmental strategy, stakeholder pressure and the moderating effect of firm size. *Business Strategy and the Environment*, *29*(6), 2338–2354.

Sevigné-Itoiz, E., Gasol, C. M., Rieradevall, J. & Gabarrell, X. (2014). Environmental consequences of recycling aluminum old scrap in a global market. *Resources, Conservation and Recycling*, *89*, 94–103.

Shao, J., Aneye, C., Kharitonova, A. & Fang, W. (2023). Essential innovation capability of producer-service enterprises towards circular business model: Motivators and barriers. *Business Strategy and the Environment*, *32*(7), 4548–4567.

Sharma, S. & Henriques, I. (2005). Stakeholder influences on sustainability practices in the Canadian forest products industry. *Strategic Management Journal*, *26*(2), 159–180.

Shubham, Charan, P. & Murty, L. S. (2018). Organizational adoption of sustainable manufacturing practices in India: integrating institutional theory and corporate environmental responsibility. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *25*(1), 23–34.

Singh, S. K., Del Giudice, M., Chiappetta Jabbour, C. J., Latan, H. & Sohal, A. S. (2022). Stakeholder pressure, green innovation, and performance in small and medium-sized enterprises: The role of green dynamic capabilities. *Business Strategy and the Environment*, *31*(1), 500–514.

Spanos, Y. E. & Lioukas, S. (2001). An examination into the causal logic of rent generation: contrasting Porter's competitive strategy framework and the resource-based perspective. *Strategic Management Journal*, *22*(10), 907–934.

Speth, H. (2005). Der Erklärungswert der Transaktionskostentheorie für den Handel mit nordischem Nadelschnittholz [Dissertation]. Universität Hamburg.

Spörri, A., Zweidler, R., Felten, N. v., O’Connor, I., Stucki, T., Kissling, I. & Frecè, J. (2021). Die Hürden gegen Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft abbauen: Studie zum Postulat Noser Zürich. Bundesamt für Umwelt.

Statistisches Bundesamt (2021). Holzeinschlag in der EU nach Ländern 2021. Statista. Zugriff am 2. Dezember 2023, verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten-/studie/154317/umfrage/holzeinschlag-ausgewaehlter-europaeischer-laender/.

Statistisches Bundesamt (2023a). Einschlagsmenge an Fichtenstammholz in Deutschland bis 2022 | Statista. Zugriff am 27. Dezember 2023, verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/162378/umfrage/einschlagsmenge-an-fichtenstammholz-seit-1999/.

Statistisches Bundesamt (2023b). Wald und Holz. Statistisches Bundesamt. Zugriff am 27. Dezember 2023, verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Wald-Holz/_inhalt.html.

Statistisches Bundesamt (2024). Weniger Schadholz aufgrund von Waldschäden: Holzeinschlag 2023 um 10,3% gesunken. Zugriff am 28. Juni 2024, verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/04/PD24_154_41.html.

Steckel, V. (27. Mai 2022a). Liefert der Wald genug Holz für den Holzbau? Trotz ausreichender Holzverfügbarkeit werden Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft unabdingbar. *Holz-Zentralblatt*, 2022(Nummer 21), S. 339–340.

Steckel, V. (24. Juni 2022b). >>Warum bauen wir es nicht aus Holz?<<: Von der Forschung in den Markt: Innovative Produkte schaffen neue Einsatzbereiche für Holz und machen Prozesse effizienter. *Holz-Zentralblatt*, 2022(Nummer 25), S. 401–402.

Strohmeyer, A. (18. Dezember 2020). Gemeinsam durch die Krise: Die Holzwerkstoffindustrie geht mit einer enormen Kraftanstrengung, Kreativität und Zuversicht in das Jahr 2021. *Holz-Zentralblatt*, 2020(Nummer 51/52), S. 938–939.

Strohmeyer, A. (22. Dezember 2023). Holzwerkstoffindustrie auch 2023 im Krisenmodus: Neben der Rohstoff- und Energiekrise setzt der Einbruch relevanter Absatzmärkte der Branche extrem zu. *Holz-Zentralblatt*, 2023(Nummer 51/52), S. 848–849.

Su, B., Heshmati, A., Geng, Y. & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, *42*, 215–227.

Suchek, N., Fernandes, C. I., Kraus, S., Filser, M. & Sjögrén, H. (2021). Innovation and the circular economy: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, *30*(8), 3686–3702.

Sumter, D., Bakker, C. & Balkenende, R. (2018). The Role of Product Design in Creating Circular Business Models: A Case Study on the Lease and Refurbishment of Baby Strollers. *Sustainability*, *10*(7), 2415.

Swiss Krono Group (2023a). Cascading: Thinking and acting in cycles. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://www.swisskrono.com/global-en/about-us/swiss-krono-group/environment/cascading/#/.

Swiss Krono Group (2023b). Holzwerkstoffhersteller zufrieden mit Erneuerung: Swiss Krono in Sully-sur-Loire steigert durch Modernisierung seiner Aufbereitungsanlage Altholzanteil auf 65%. Holz-Zentralblatt, 2023(Nummer 49), 822.

Swiss Krono Group (2023c, 25. November). SWISS KRONO creates a milestone for wood recycling in Poland. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://www.swisskrono.com/pl-de/ueber-uns/neuigkeiten/swiss-krono-creates-a-milestone-for-wood-recycling-in-poland/#/.

Swiss Krono Group (2024). BE.YOND: Wie von der Natur vorgesehen. Zugriff am 13. Juli 2024, verfügbar unter https://www.swisskrono.com/ch-de/produkte/interiors/beyond.

T

Teece, D. J. & Pisano, G. (1994). The Dynamic Capabilities of Firms: An introduction. *Industrial and Corporate Change*, *3*(3), 537–556.

Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, *28*(13), 1319–1350.

Teece, D. J. (2014). A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise. *Journal of International Business Studies*, *45*(1), 8–37.

Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, *51*(1), 40–49.

Teece, D. J., Pisano, G. & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, *18*(7), 509–533.

Thuermer, M. (3. November 2023). Der Holzhandel befindet sich im Krisenmodus: Eine Betrachtung der Markt- und Branchenentwicklung angesichts hoher Zinsen und fortschreitender Konzentrationsprozesse. *Holz-Zentralblatt*, 2023 (Special Branchen-tag), S. 9–10.

Thuermer, M. (1. März 2024). Marktanalyse Zimmerer und Dachdecker 2023: Anhaltend bessere Entwicklung des Gewerks der Zimmerer - auch mit besserer Ausgangsposition zur Fachkräftegewinnung. *Holz-Zentralblatt*, 2024(Nummer 9), S. 156–158.

Tischler Schreiner Deutschland. (2023). Bundesbetriebsvergleich im Tischler- und Schreinerhandwerk 2022, Berlin.

Torelli, R., Balluchi, F. & Lazzini, A. (2020). Greenwashing and environmental communication: Effects on stakeholders' perceptions. *Business Strategy and the Environment*, *29*(2), 407–421.

Tunn, V., Bocken, N. M. P., van den Hende, E. A. & Schoormans, J. (2019). Business models for sustainable consumption in the circular economy: An expert study. *Journal of Cleaner Production*, *212*, 324–333.

Tura, N., Hanski, J., Ahola, T., Ståhle, M., Piiparinen, S. & Valkokari, P. (2019). Unlocking circular business: A framework of barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, *212*, 90–98.

U

Umweltbundesamt. (2019). Gefährdete Fichtenbestände. Umweltbundesamt. Zugriff am 6. Januar 2024, verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/monitoring-zur-das/handlungsfelder/wald-und-forstwirtschaft/fw-i-2/indikator#fw-i-2-gefahrdete-fichtenbestande.

UNILIN Panels (12. Februar 2024). Unilin sammelt Altholz: Belgischer Holzwerkstoffhersteller initiiert Recover. *Holz-Zentralblatt*, 2024(Nummer 2), S. 30.

United Nations (2024). UNEP - your partner for people and planet. United Nations.

United Nations Environment Programme & Yale Center for Ecosystems + Architecture. (2023). Building Materials And The Climate: Constructing A New Future. United Nations. Zugriff am 1. April 2024, verfügbar unter https://www.unep.org/resources-/report/building-materials-and-climate-constructing-new-future.

V

van den Berg, M. R. & Bakker, C. (2015). A product design framework for a circular economy. *Product Lifetimes And The Environment*, 365–379.

van Eechoud, T. & Ganzaroli, A. (2023). Exploring the role of dynamic capabilities in digital circular business model innovation: Results from a grounded systematic inductive analysis of 7 case studies. *Journal of Cleaner Production*, *401*(136665).

van Loon, P., Delagarde, C. & van Wassenhove, L. N. (2018). The role of second-hand markets in circular business: a simple model for leasing versus selling consumer products. *International Journal of Production Research*, *56*(1-2), 960–973.

Vass, T. de, Nand, A. A., Bhattacharya, A., Prajogo, D., Croy, G., Sohal, A. & Rotaru, K. (2023). Transitioning to a circular economy: lessons from the wood industry. *The International Journal of Logistics Management*, *34*(3), 582–610.

Verband der Deutschen Möbelindustrie e.V. (2019). Branchenreport deutsche Möbelindustrie. Verband der Deutschen Möbelindustrie e.V. Zugriff am 18. März 2023, verfügbar unter https://www.moebelindustrie.de/presse/2656/branchenreport-deutsche-moebelindustrie.html.

Verband Schweizerischer Schreinermeister und Möbelfabrikanten (2024). Zahlen & Fakten. Zugriff am 3. März 2024, verfügbar unter https://www.vssm.ch/de/verband/zahlen-fakten.

Vermunt, D. A., Negro, S. O., Verweij, P. A., Kuppens, D. V. & Hekkert, M. P. (2019). Exploring barriers to implementing different circular business models. *Journal of Cleaner Production*, *222*, 891–902.

VHI - Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (2023). Holzwerkstoffe. Zugriff am 11. Februar 2023, verfügbar unter https://vhi.de/span-und-faserplatten/.

Vis, M., Mantau, U. & Allen, B. (2016). Study on the optimised cascading use of wood (394/PP/ENT/RCH/14/7689. Final Report), Brüssel 2016. 337 pages.

W

W. & L. Jordan GmbH (2023). JOKA Designböden | Vielseitig, belastbar und umweltverträglich. Zugriff am 26. November 2023, verfügbar unter https://www.joka.de/.

W. Classen GmbH & Co. KG (16. Februar 2024). Bodenbelag von Classen erhält Green Collection Award: Schadstofffreier, recyclingfähiger Bodenbelag Ceramin prämiert. *B+H*, 2024(Nummer 1), S. 5.

WaldSchweiz (2024). Zahlen und Fakten | Wald Schweiz. Zugriff am 7. Januar 2024, verfügbar unter https://www.waldschweiz.ch/de/wissen/schweizer-wald/zahlen-und-fakten.

Watson, R., Wilson, H. N., Smart, P. & Macdonald, E. K. (2018). Harnessing Difference: A Capability-Based Framework for Stakeholder Engagement in Environmental Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, *35*(2), 254–279.

Weiland, M. (6. April 2018). Mängelexemplar Qualitätssiegel: Waldexperte Christoph Thies zum FSC-Ausstieg von Greenpeace, 2018. https://www.greenpeace.de/biodiversitaet/waelder/waelder-erde/maengelexemplar-qualitaetssiegel.

Weitzer Parkett. (2023, 11. Oktober). Weitzer ReParkett | Weitzer Parkett. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://www.weitzer-parkett.com/reparkett/.

Wilts, H. & Berg, H. (2017). The Digital Circular Economy: Can the Digital Transformation Pave the Way for Resource-Efficient Materials Cycles? *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, *7*(5).

Wirtschaftskammer Österreich (2024a). BG Baustoff-, Eisen- und Holzhandel: Branchendaten, Wien.

Wirtschaftskammer Österreich (2024b). Holzbau: Branchendaten, Wien.

Wirtschaftskammer Österreich (2024c). Holzindustrie: Branchendaten, Wien.

Wirtschaftskammer Österreich (2024d). Tischler und Holzgestalter: Branchendaten, Wien.

Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2020). Eckpunkte der Waldstrategie 2050: Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirates Waldpolitik, Berlin.

Witjes, S. & Lozano, R. (2016). Towards a more Circular Economy: Proposing a framework linking sustainable public procurement and sustainable business models. *Resources, Conservation and Recycling*, *112*, 37–44.

Wrålsen, B., Prieto-Sandoval, V., Mejia-Villa, A., O'Born, R., Hellström, M. & Faessler, B. (2021). Circular business models for lithium-ion batteries - Stakeholders, barriers, and drivers. *Journal of Cleaner Production*, *317*, 128393.

WWF Deutschland (2021). Deutschland auf dem Holzweg: Illegaler Holzhandel in Deutschland: WWF reicht Beschwerde bei EU-Kommission ein. Zugriff am 22. Oktober 2023, verfügbar unter https://www.wwf.de/2021/juni/deutschland-auf-dem-holzweg.

X

Xie, X., Huo, J. & Zou, H. (2019). Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. *Journal of Business Research*, *101*, 697–706.

Y

Yunus, S., Elijido-Ten, E. O. & Abhayawansa, S. (2020). Impact of stakeholder pressure on the adoption of carbon management strategies. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, *11*(7), 1189–1212.

Z

Zaman, A. U. & Lehmann, S. (2013). The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a ‘zero waste city’. *Journal of Cleaner Production*, *50*, 123–132.

Zhou, J., Sawyer, L. & Safi, A. (2021). Institutional Pressure and Green Product Success: The Role of Green Transformational Leadership, Green Innovation, and Green Brand Image. *Frontiers in Psychology*, *12*, 704855.

Zhu, Q., Sarkis, J. & Geng, Y. (2005). Green supply chain management in China: pressures, practices and performance. *International Journal of Operations & Production Management*, *25*(5), 449–468.

Ziegler Group (2021, 28. Juni). Ökologische, Soziale & Ökonomische Verantwortung - Ziegler Group. Zugriff am 25. November 2023, verfügbar unter https://www.ziegler.global.

Zollo, M. & Winter, S. G. (2002). Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Organization Science*, *13*(3), 339–351.

Zott, C. & Amit, R. (2010). Business Model Design: An Activity System Perspective. *Long Range Planning*, *43*(2-3), 216–226.

Anhang

Tabelle A5.3 Korrelationsanalyse

	Mean	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grad der Zirkularität (1)	93,61	21,169										
Gründung vor 1900 (2)	0,164	0,371	-,037									
Bis zu 9 Beschäftigte (3)	0,044	0,207	-,136	-,096								
Sektor Holzbearbeitung (4)	0,154	0,362	,076	,257**	-,026							
Stakeholder-Druck (5)	29,28	8,655	,393**	-,013	-,035	,127						
Profitabilität (6)	3,380	0,798	,071	-,023	-,011	,007	,032					
Innovationsführerschaft (7)	3,55	0,906	,461**	-,154*	-,107	-,095	,270**	,065				
Qualitätsführerschaft (8)	4,12	0,791	,209**	-,082	,091	-,062	,137	,083	,493**			
Kostenführerschaft (9)	3,06	0,983	-,035	-,011	,012	,131	-,038	,178*	-,023	,095		
Dynamische Fähigkeiten (10)	54,44	7,776	,479**	,048	-,121	,043	,200**	,289**	,471**	,269**	,073	
Grünes Image (11)	20,86	5,238	,550**	-,158*	-,054	,012	,339**	,078	,440**	,187**	-,006	0,448**

(n = 200)

Tabelle A5.4 Regressionsanalyse – Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten

Determinante	Model 1		Model 2	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-1,208 (7,147)	,866	-4,042 (6,875)	,558
Gründung 1900 - 1930	-6,130 (6,916)	,378	-4,438 (6,597)	,503
Gründung 1931 - 1960	-7,569 (6,920)	,277	-1,520 (6,553)	,817
Gründung 1961 - 1990	-5,133 (6,941)	,461	-3,778 (6,611)	,569
Sektor Holzbearbeitung	5,180 (4,893)	,292	,1,142 (4,715)	,809
Stakeholder-Druck	,765 (0,229)	,001	,696 (0,221)	,002
Profitabilität	1,390 (2,458)	,573	-1,150 (2,408)	,634
Innovationsführerschaft	12,170 (2,279)	<,001		
Dynamische Fähigkeiten			1,661 (0,264)	<,001
N	103		103	
R2	0,350		0,403	

(n = 103; abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A5.5 Regressionsanalyse – Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten

Determinante	Model 1		Model 2	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-11,011 (6,714)	,105	-12,061 (6,422)	,064
Gründung 1900 - 1930	-,564 (5,744)	,922	,844 (5,661)	,882
Gründung 1931 - 1960	-4,307 (6,123)	,484	-2,652 (6,084)	,664
Gründung 1961 - 1990	-5,950 (5,039)	,241	-3,480 (5,094)	,496
Sektor Holzbearbeitung	2,013 (5,772)	,728	1,137 (5,605)	,840
Stakeholder-Druck	,489 (0,230)	,036	,556 (0,221)	,014
Profitabilität	-,031 (2,184)	,989	-1,975 (2,253)	,383
Innovationsführerschaft	4,339 (2,320)	,065		
Dynamische Fähigkeiten			,649 (0,250)	,011
N	97		97	
R2	0,180		0,209	

(n = 97, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A5.6 Regressionsanalyse – Die ersten 100 Antworten

Determinante	Model 1		Model 2	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-2,095 (6,388)	,744	-4,503 (5,921)	,449
Gründung 1900 - 1930	1,351 (5,724)	,814	,454 (5,460)	,934
Gründung 1931 - 1960	-4,830 (5,880)	,414	-2,460 (5,689)	,666
Gründung 1961 - 1990	-3,692 (5,724)	,521	-2,594 (5,493)	,638
Bis zu 9 Beschäftigte	-21,226 (8,407)	,013	-19,599 (7,845)	,014
10 bis 49 Beschäftigte	-16,896 (5,618)	,003	-16,219 (5,128)	,002
50 bis 249 Beschäftigte	-15,439 (4,905)	,002	-14,171 (4,662)	,003
Sektor Holzbearbeitung	-5,010 (4,825)	,302	-4,362 (4,620)	,348
Stakeholder-Druck	,861 (0,222)	<,001	,808 (0,212)	<,001
Profitabilität	1,730 (2,233)	,441	-1,485 (2,304)	,521
Innovationsführerschaft	5,704 (2,282)	,014		
Dynamische Fähigkeiten			1,029 (0,266)	<,001
N	100		100	
R2	0,438		0,485	

(n = 100, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A5.7 Regressionsanalyse – Die letzten 100 Antworten

Determinante	Model 1		Model 2	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-9,967 (6,542)	,131	-9,706 (6,665)	,149
Gründung 1900 - 1930	-8,473 (6,100)	,168	-4,308 (6,245)	,492
Gründung 1931 - 1960	-8,302 (6,243)	,187	-3,749 (6,501)	,566
Gründung 1961 - 1990	-5,369 (5,550)	,336	-1,333 (5,699)	,816
Bis zu 9 Beschäftigte	-19,048 (14,346)	,188	-18,372 (14,614)	,212
10 bis 49 Beschäftigte	-13,868 (6,371)	,032	-14,567 (6,472)	,027
50 bis 249 Beschäftigte	-13,508 (6,003)	,027	-13,646 (6,108)	,028
Sektor Holzbearbeitung	12,528 (5,575)	,027	7,892 (5,662)	,167
Stakeholder-Druck	,403 (,237)	,092	,532 (,237)	,028
Profitabilität	-1,109 (2,309)	,632	-2,405 (2,390)	,317
Innovationsführerschaft	8,456 (2,200)	<,001		
Dynamische Fähigkeiten			,854 (0,252)	,001
N	100		100	
R2	0,368		0,347	

(n = 100, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A5.8 Weitere deskriptive Statistiken

Variable	Determinanten	Mittelwert	Std-Abweichung	Varianz
Dynamische Fähigkeiten (n = 200; Cronbachs Alpha 0,885)	SE1 Unser Unternehmen kennt die Best Practices im Markt.	3,82	1,071	1,147
	SE2 Unser Unternehmen ist bezüglich der aktuellen Marktsituation auf dem neusten Stand.	4,08	,750	,562
	SE3 Unser Unternehmen sucht systematisch nach Informationen über die aktuelle Marktsituation.	3,96	1,009	1,018
	SE4 Als Unternehmen wissen wir, wie wir Zugang zu neuen Informationen erhalten.	4,10	,830	,689
	SE5 Unser Unternehmen hat immer ein Auge auf die Aktivitäten unserer Wettbewerber.	3,81	1,009	1,019
	SZ1 Unser Unternehmen kann schnell einen Bezug zu neuem Wissen von außerhalb herstellen.	4,06	,748	,559
	SZ2 Wir erkennen, welche neuen Informationen in unserem Unternehmen genutzt werden können.	4,09	,693	,480
	SZ3 Unser Unternehmen ist dazu in der Lage, neues technologisches Wissen in Prozess- und Produktinnovationen umzusetzen.	3,94	,874	,765
	SZ4 Aktuelle Informationen führen zur Entwicklung neuer Produkte und Services (in unserem Unternehmen).	3,76	,932	,869
	T1 Durch die Definition klarer Verantwortlichkeiten implementieren wir erfolgreich Pläne für Veränderungen in unserem Unternehmen.	3,72	,892	,796
	T2 Entscheidungen zu geplanten Veränderungen werden konsequent umgesetzt.	3,96	,739	,546
	T3 In unserem Unternehmen können Transformationsprojekte neben dem Tagesgeschäft in die Tat umgesetzt werden.	3,67	,898	,807
	T4 Auch wenn unvorhergesehene Störungen auftreten, werden Transformationsprojekte in unserem Unternehmen konsequent zu Ende gebracht.	3,51	,851	,723
	T5 In der Vergangenheit haben wir unsere Stärke in der Umsetzung von Veränderungen demonstriert.	4,00	,880	,774
Grünes Image (n = 200; Cronbachs Alpha 0,928)	Unser Unternehmen gilt als der **beste Maßstab** für Umweltmanagement.	3,20	1,031	1,062
	Unser Unternehmen betreibt **professionelles** Umweltmanagement.	3,27	1,114	1,241
	Unser Unternehmen betreibt **erfolgreiches** Umweltmanagement.	3,50	1,027	1,055
	Unser Unternehmen ist im Bereich Umweltmanagement **gut etabliert**.	3,46	1,036	1,074
	Der **Ruf** unseres Unternehmens im Bereich Umweltmanagement ist **gefestigt.**	3,48	,997	,995
	Unser Unternehmen ist **vertrauenswürdig**, was Umweltmanagement betrifft.	3,95	,890	,791
Strategie (n = 200)	Kostenführerschaft	3,06	,983	,967
	Qualitätsführerschaft	4,12	,791	,625
	Innovationsführerschaft	3,56	,906	,821

Variable	Determinanten	Mittelwert	Std-Abweichung	Varianz
Stakeholder-Druck (n = 200; Cronbachs Alpha 0,889)	Mitarbeiter	2,20	,992	,985
	Führungskräfte (GF, Vorstand, Abteilungsleiter)	2,83	1,099	1,207
	Eigentümer/ Aktionäre	2,94	1,195	1,428
	Andere Mitglieder der Eigentümerfamilie, die selbst nicht Eigentümer sind oder im Unternehmen arbeiten (z.B. Kinder, Enkel, Geschwister)	2,27	1,155	1,334
	Soziales Umfeld der Eigentümerfamilie	2,19	1,058	1,119
	Lieferanten	2,10	1,025	1,051
	Öffentlichkeit (Endverbraucher, Presse, Umweltschutzorganisationen)	2,71	1,088	1,184
	Gewerbliche Kunden	2,60	1,061	1,126
	Konkurrenz/ Wettbewerber	2,40	1,112	1,236
	Finanzdienstleister (Banken, Versicherungen)	2,16	,967	,936
	Gesetzgeber	2,87	1,088	1,183
	Externe Berater (Berater, wissenschaftliche Institutionen)	2,03	1,044	1,089
Grad der Zirkularität Supply-Chain (n = 200; Cronbachs Alpha 0,734)	Wir beschaffen hauptsächlich **recyclingfähige** (nach C2C-Kriterien) **Rohwaren** (z.B. Frischholz)	4,00	1,393	1,940
	Wir beschaffen hauptsächlich **langlebige Rohwaren** (länger als 20 Jahre)	4,18	1,420	2,018
	Wir beschaffen gezielt **Nebenprodukte** (z.B. Lacke, Beschichtungen, etc.), die eine Recyclingfähigkeit unserer Hauptprodukte ermöglichen	3,28	1,456	2,120
	Wir beschaffen hauptsächlich **zertifizierte Rohwaren** (wie z.B. FSC, PEFC, Global GreenTagCertM, etc.)	4,32	1,177	1,386
	Wir substituieren in der Beschaffung **Rohwaren** durch Industrierestholz oder Sägenebenprodukte (**Pre-Consumer-Recycling-Materialien**)	2,71	1,475	2,175
	Wir substituieren in der Beschaffung **Rohwaren** durch z.B. recyceltes Gebrauchtholz (**Post-Consumer-Recycling-Materialien**)	2,46	1,345	1,808
	Wir nutzen **dezentrale Sammelstellen** für Alt- oder Gebrauchtholz	2,95	1,614	2,606
	Wir haben **Partnerschaften**, um die Materialien (Alt- oder Gebrauchtholz) von dezentralen Sammelstellen nutzen zu können	2,47	1,359	1,848
	Wir nutzen **digitale Produktkennzeichnungen** (wie z.B. Chips, Sensoren, QR-Codes, etc.), um dauerhaft Produktdaten sammeln zu können	2,07	1,030	1,060
	Wir führen die Recyclingtätigkeiten in **unseren eigenen Recyclingzentren** durch	2,55	1,606	2,580

Variable	Determinanten	Mittelwert	Std-Abweichung	Varianz
Grad der Zirkularität Produktion (n = 200; Cronbachs Alpha 0,755)	(…) **Hauptprodukte** aus Recyclingmaterialien erzeugt werden, die zuvor in einer höheren Verwendungsstufe genutzt wurden (**Downcycling**)	2,71	1,552	2,408
	(…) **Hauptprodukte** aus Recyclingmaterialien erzeugt werden, die zuvor in der gleichen Verwendungsstufe genutzt wurden (**Recycling**)	2,73	1,483	2,198
	(…) **Hauptprodukte** aus Recyclingmaterialien erzeugt werden, die zuvor in einer niedrigeren Verwendungsstufe genutzt wurden (**Upcycling**)	2,38	1,369	1,875
	Wir nutzen diese Produktionsabfälle in einer geringeren Verwendungsstufe (**Downcycling** – z.B. energetische Nutzung)	4,35	1,231	1,517
	Wir nutzen diese Produktionsabfälle in der gleichen Verwendungsstufe (**Recycling** – stoffliche Nutzung)	2,89	1,594	2,541
	Wir nutzen diese Produktionsabfälle in einer höheren Verwendungsstufe (**Upcycling** – stoffliche Nutzung)	2,19	1,323	1,750
	Wir **erzeugen die Energie** für unsere Produktion **eigenständig** (z.B. durch Biomasse-Kraftwerke)	4,02	1,423	2,025
	Wir nutzen **unsere erzeugte Energie mehrfach** (z.B. wird Wärmeenergie aus der Trockenkammer auch für das Heizen der Produktionshallen genutzt)	3,43	1,568	2,458
	Unsere Produktion ist nach **Energie- und Umweltmanagementsystemen** zertifiziert (z.B. ISO 50001)	2,41	1,342	1,800
Grad der Zirkularität Marketing und Vertrieb (n = 200; Cronbachs Alpha 0,819)	Wir arbeiten gezielt an einer **Verlängerung der Lebenszeit** unserer Hauptprodukte	3,73	1,490	2,220
	Wir entwickeln hauptsächlich **recyclingfähige Hauptprodukte** (nach C2C-Kriterien)	3,50	1,470	2,161
	Wir arbeiten gezielt an Lösungen zur besseren **Trennbarkeit / Separierbarkeit unserer Hauptprodukte**, um einzelne Komponenten wiederverwenden zu können	3,18	1,426	2,035
	Wir erstellen oder verwenden für unsere **Hauptprodukte EPD-Kennzeichnungen** (Environmental Product Declarations)	2,43	1,238	1,532
	Wir **nutzen hauptsächlich recycelte oder recyclingfähige Verpackungsmaterialien** für unsere Hauptprodukte	3,43	1,479	2,186
	Wir nutzen **Vertriebs-Plattformen**, um zurückgenommene Hauptprodukte in einen weiteren stofflichen Kreislauf zu überführen	2,09	1,166	1,359
	Wir vertreiben Hauptprodukte durch nutzungsabhängige Vertriebsmodelle (z.B. **Miet- oder Leasingkonzepte oder pay-as-you-use-Konzepte)**	1,66	,905	,818
	Wir verfolgen **cash-back-Konzepte**, wenn wir die Hauptprodukte am Ende der Lebenszeit zurückerhalten	1,67	,953	,907
	Wir nutzen die Kreislaufwirtschaft gezielt als **Verkaufsargument** in der Produktkommunikation	2,78	1,391	1,934
	Wir haben **Systeme zur Rücknahme** von unseren Hauptprodukten nach einem Nutzungskreislauf implementiert	2,14	1,279	1,635
	Wir übernehmen **Rücknahmeverpflichtungen** und garantieren somit die Rücknahme unserer Hauptprodukte	1,93	1,161	1,348
	Wir führen **Dienstleistungen zur Verlängerung der Lebensdauer** von Hauptprodukten oder Produktbestandteilen durch	3,14	1,609	2,590
	Wir sammeln Daten unserer Hauptprodukte in **Materialkatastern** zur Entwicklung von digitalen Gebäudepässen (z.B. Madaster, Concular, etc.)	1,91	,954	,911
	Wir nutzen **digitale Techniken** (z.B. 3-D-Modelle oder Digital Product Passports) zur Nachverfolgbarkeit unserer Hauptprodukte	1,95	1,088	1,183

Tabelle A6.1 Regressionsanalyse Fähigkeitsperspektive

Determinante	Model 1 (H1)		Model 2 (H1a)		Model 3 (H1b)		Model 4 (H1c)		Model 5		Model 6 (ohne SD)	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-7,234 (4,347)	,098	-9,018 (4,463)	,045	-7,950 (4,469)	,077	-6,964 (4,454)	,120	-7,163 (4,386)	,104	-10,065 (4,489)	,026
Gründung 1900 - 1930	-1,646 (4,011)	,682	-2,484 (4,127)	,548	-2,074 (4,127)	,616	-2,044 (4,094)	,618	-1,651 (4,032)	,683	-3,435 (4,167)	,411
Gründung 1931 - 1960	-2,591 (4,140)	,532	-4,011 (4,251)	,347	-5,292 (4,192)	,208	-3,784 (4,207)	,370	-2,494 (4,178)	,551	-3,899 (4,313)	,367
Gründung 1961 - 1990	-1,491 (3,797)	,695	-2,176 (3,911)	,579	-1,983 (3,910)	,613	-3,036 (3,854)	,432	-1,588 (3,829)	,679	-4,378 (3,904)	,264
Bis zu 9 Beschäftigte	-21,586 (6,609)	,001	-25,555 (6,715)	<,001	-24,682 (6,736)	<,001	-22,871 (6,746)	<,001	-21,476 (6,656)	,001	-23,718 (6,885)	<,001
10 bis 49 Beschäftigte	-15,271 (3,835)	<,001	-16,380 (3,979)	<,001	18,665 (3,825)	<,001	-17,817 (3,823)	<,001	-15,237 (3,898)	<,001	-19,122 (3,895)	<,001
50 bis 249 Beschäftigte	-14,818 (3,611)	<,001	-15,940 (3,712)	<,001	16,217 (3,692)	<,001	-16,664 (3,64)	<,001	-14,873 (3,637)	<,001	-15,352 (3,770)	<,001
Sektor Holzbearbeitung	1,344 (3,482)	,700	,458 (3,597)	,899	1,328 (3,585)	,711	2,394 (3,563)	,503	1,432 (3,523)	,685	3,379 (3,604)	,350
Stakeholder-Druck	,643 (0,150)	<,001	,690 (0,154)	<,001	,660 (0,155)	<,001	0,665 (0,153)	<,001	0,644 (0,151)	<,001		
Profitabilität	-1,787 (1,585)	,261	-,491 (1,592)	,758	-,514 (1,590)	,747	-1,798 (1,644)	,276	-1,879 (1,62)	,248	-1,862 (1,656)	,262
Dynamische Fähigkeiten (DF)	,968 (0,176)	<,001									1,046 (,183)	<,001
DF_Sensing			1,718 (0,414)	<,001					0,961 (0,466)	,041		
DF_Seizing					2,172 (0,514)	<,001			0,791 (0,652)	,227		
DF_Transforming							1,875 (0,408)	<,001	1,114 (0,504)	,028		
N	200		200		200		200		200		200	
R2	0,399		0,361		0,363		0,373		0,399		0,341	

(n = 200, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A6.2 Post-hoc Regressionsanalyse Fähigkeitsperspektive

Determinante	Model 1 (Post-hoc)	
	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-7,509 (4,396)	,089
Gründung 1900 - 1930	-1,787 (4,030)	,658
Gründung 1931 - 1960	-2,707 (4,155)	,516
Gründung 1961 - 1990	-1,463 (3,806)	,701
Bis zu 9 Beschäftigte	-21,890 (6,655)	,001
10 bis 49 Beschäftigte	-15,502 (3,874)	<,001
50 bis 249 Beschäftigte	-15,041 (3,650)	<,001
Sektor Holzbearbeitung	1,604 (3,534)	,650
Stakeholder-Druck (SD)	1,110 (1,007)	,272
Profitabilität	-1,788 (1,589)	,262
Dynamische Fähigkeiten (DF)	1,216 (,559)	,031
SD * DF	-,009 (,018)	,640
N	200	
R2	0,400	

(n = 200, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A6.3 Regressionsanalyse Fähigkeitsperspektive - Zirkularität der GM-Bereiche

Determinante	Model 1 (Produktion)		Model 2 (Supply-Chain)		Model 3 (Marketing & Vertrieb)	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-3,748 (1,668)	,026	-1,561 (1,576)	.323	-2,180 (2,036)	.286
Gründung 1900 - 1930	-0,889 (1,539)	,564	-,864 (1,454)	.553	,366 (1,878)	.846
Gründung 1931 - 1960	-1,47 (1,588)	,356	-,711 (1,500)	.636	-,642 (1,939)	.741
Gründung 1961 - 1990	-0,847 (1,457)	,562	-,564 (1,376)	.682	-,087 (1,778)	.961
Bis zu 9 Beschäftigte	-9,457 (2,536)	<,001	-1,824 (2,396)	.447	-10,244 (3,095)	.001
10 bis 49 Beschäftigte	-6,538 (1,471)	<,001	-1,694 (1,390)	.224	-7,060 (1,796)	<.001
50 bis 249 Beschäftigte	-5,662 (1,385)	<,001	-2,454 (1,309)	.062	-6,397 (1,691)	<.001
Sektor Holzbearbeitung	2,55 (1,336)	,058	1,944 (1,262)	.125	-3,098 (1,631)	.059
Stakeholder-Druck	0,147 (0,058)	,012	,205 (0,055)	<.001	,269 (0,070)	<.001
Profitabilität	-0,604 (0,608)	,322	-,585 (0,575)	.310	-,254 (0,742)	.733
Dynamische Fähigkeiten	,211 (0,068)	,002	,256 (0,064)	<.001	,435 (0,083)	<.001
N	200		200		200	
R2	0,298		0,234		0,379	

(n = 200, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A7.1 Regressionsanalyse Strategieperspektive

Determinante	Model 1 (H2)		Model 2 (H3)		Model 3 (H4)		Model 4		Model 5 (H5)	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-5,986 (10,538)	,184	-9,841 (4,670)	,036	-9,493 (4,615)	,041	-6,412 (4,543)	,160	-5.110 (4.268)	.233
Gründung 1900 - 1930	-3,304 (4,493)	,420	-3,640 (4,317)	,400	-3,984 (4,280)	,353	-3,726 (4,142)	,370	-.765 (3.927)	.846
Gründung 1931 - 1960	-6,154 (4,090)	,139	-7,905 (4,357)	,071	-8,230 (4,320)	,058	-6,575 (4,208)	,120	-2.535 (4.018)	.529
Gründung 1961 - 1990	-3,942 (4,142)	,307	-4,322 (4,052)	,288	-4,915 (4,035)	,225	-4,177 (3,895)	,285	-1.309 (3.696)	.724
Bis zu 9 Beschäftigte	-21,925 (3,851)	,002	-29,805 (6,924)	<,001	-29,896 (6,869)	<,001	-22,117 (6,895)	,002	-16.855 (6.547)	.011
10 bis 49 Beschäftigte	-15,310 (6,808)	<,001	-21,839 (3,916)	<,001	-20,419 (3,954)	<,001	-15,277 (4,007)	<,001	-10.837 (3.913)	.006
50 bis 249 Beschäftigte	-15,674 (3,995)	<,001	-19,417 (3,820)	<,001	-18,561 (3,771)	<,001	-16,103 (3,722)	<,001	-12.630 (3.554)	<.001
Sektor Holzbearbeitung	3,280 (3,683)	,361	1,900 (3,786)	,616	1,971 (3,725)	,597	3,827 (3,641)	,295	1.337 (3.442)	.698
Stakeholder-Druck	,605 (3,585)	<,001	,724 (,161)	<,001	,702 (,160)	<,001	,599 (,156)	<,001	.591 (0.148)	<.001
Profitabilität	,493 (,155)	,752	,925 (1,660)	,578	,478 (1,625)	,769	,750 (1,585)	,637	-1.308 (1.546)	.399
Innovationsführerschaft (IF)	7,049 (1,555)	<,001					6,951 (1,744)	<,001	-17.458 (9.069)	.056
Kostenführerschaft			-1,188 (1,374)	,388			-1,281 (1,325)	,335		
Qualitätsführerschafr					3,324 (1,710)	,053	,271 (1,859)	,884		
Dynamische Fähigkeiten (DF)									-.593 (0.584)	.311
IF * DF									.405 (0.165)	.015
N	200		200		200		200		200	
R2	0,372		0,306		0,317		0,375		0,440	

(n = 200, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A7.2 Mediationsanalyse Strategieperspektive

	Mediation							
Pfad	B	t-Wert	Sig.	LLCI	ULCI	BootLLCI	BootULCI	Effekt
Qualitätsführerschaft (QF) -> Dynamische Fähigkeiten	**2,150**	3,378	0,009	0,894	3,406	0,925	3,362	vollständig
Dynamische Fähigkeiten (DF) -> Zirkularität	**0,933**	4,862	0,001	0,556	1,312	0,584	1,303	
Qualitätsführerschaft -> Zirkularität	**1,317**	0,722	0,471	-2,280	4,915	-2,048	4,839	
QF -> DF -> Zirkularität	**2,007**					0,778	3,628	

	Mediation							
Pfad	B	t-Wert	Sig.	LLCI	ULCI	BootLLCI	BootULCI	Effekt
Innovationsführerschaft -> Dynamische Fähigkeiten	**3,423**	5,296	0,001	2,148	4,697	2,208	4,645	partiell
Dynamische Fähigkeiten -> Zirkularität	**0,763**	3,845	0,002	0,371	1,154	0,395	1,142	
Innovationsführerschaft (IF) -> Zirkularität	**4,436**	2,6675	0,008	1,164	7,708	1,331	7,762	
IF -> DF -> Zirkularität	**2,612**					0,770	1,254	

	Mediation							
Pfad	B	t-Wert	Sig.	LLCI	ULCI	BootLLCI	BootULCI	Effekt
Kostenführerschaft -> Dynamische Fähigkeiten	**0,212**	0,401	0,689	-0,831	1,254	-,823	1,202	Keine Mediation
Dynamische Fähigkeiten -> Zirkularität	**0,973**	5,145	0,001	0,600	1,346	0,625	1,342	
Kostenführerschaft (KF) -> Zirkularität	**-1,394**	-1,160	0,247	-3,762	0,975	-3,729	,873	
KF -> DF -> Zirkularität	**0,206**					-0,855	1,183	

(n = 200, Kontrollvariablen: Unternehmensgründung, Mitarbeiteranzahl, Sektor, Stakeholder-Druck, Profitabilität)

Tabelle A8.1 Regressionsanalyse Stakeholderperspektive

Determinante	Model 1 (H6a)		Model 2 (H6b)		Model 3 (H6)		Model 4 (H7)		Model 5 (H8)	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-10,439 (4,696)	,027	-9,738 (4,664)	,038	-9,491 (4,649)	,043	-7,509 (4,396)	,089	-2,494 (4,334)	,566
Gründung 1900 - 1930	-4,221 (4,342)	,332	-3,369 (4,315)	,436	-3,301 (4,297)	,443	-1,787 (4,030)	,658	-1,887 (3,889)	,628
Gründung 1931 - 1960	-7,919 (4,397)	,073	-7,779 (4,354)	,076	-7,582 (4,338)	,082	-2,707 (4,155)	,516	-3,413 (3,976)	,392
Gründung 1961 - 1990	-5,879 (4,053)	,149	-4,208 (4,066)	,302	-4,163 (4,046)	,305	-1,463 (3,806)	,701	-1,342 (3,683)	,716
Bis zu 9 Beschäftigte	-28,549 (7,071)	<,001	-30,553 (6,933)	<,001	-29,739 (6,919)	<,001	-21,890 (6,655)	,001	-20,713 (6,396)	,001
10 bis 49 Beschäftigte	-22,192 (3,995)	<,001	-22,497 (3,902)	<,001	-21,846 (3,914)	<,001	-15,502 (3,874)	<,001	-14,686 (3,698)	<,001
50 bis 249 Beschäftigte	-18,284 (3,864)	<,001	-19,387 (3,803)	<,001	-19,027 (3,791)	<,001	-15,041 (3,650)	<,001	-11,954 (3,585)	,001
Sektor Holzbearbeitung	2,836 (3,765)	,452	1,357 (3,761)	,719	1,412 (3,741)	,706	1,604 (3,534)	,650	,741 (3,390)	,827
Profitabilität	,408 (1,659)	,806	,771 (1,640)	,639	,675 (1,633)	,680	-1,788 (1,589)	0,262	-,337 (1,493)	,822
Interne Stakeholder	2,925 (,759)	<,001								
Externe Stakeholder			,827 (,190)	<,001						
Stakeholder – Druck (SD)					,729 (,161)	<,001	1,110 (1,007)	0,272	-,865 (,553)	,119
Dynamische Fähigkeiten (DF)							1,216 (0,559)	0,031		
Grünes Image (GI)									-,204 (,751)	,787
SD * DF							-0,009 (0,018)	0,640		
SD * GI									,066 (,026)	,013
N	200		200		200		200		200	
R2	0,283		0,297		0,303		0,400		0,437	

(n = 200, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A8.2 Regressionsanalyse Stakeholderperspektive DF -> GI

Determinante	Model 6 (H9)	
	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-3,599 (1,128)	,002
Gründung 1900 - 1930	-,576 (1,041)	,581
Gründung 1931 - 1960	-1,410 (1,075)	,191
Gründung 1961 - 1990	-1,144 (0,986)	,247
Bis zu 9 Beschäftigte	-2,545 (1,716)	,140
10 bis 49 Beschäftigte	-2,542 (0,996)	,011
50 bis 249 Beschäftigte	-2,991 (0,937)	,002
Sektor Holzbearbeitung	-,029 (,904)	,975
Stakeholder-Druck	,141 (,039)	<,001
Profitabilität	-,324 (,412)	,432
Dynamische Fähigkeiten	,243 (,046)	<,001
N	200	
R2	0,339	

(n = 200; abhängige Variable: Grünes Image)

Tabelle A8.3 Regressionsanalyse interne Stakeholderperspektive

Determinante	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-11,689 (4,779)	,015	-10,354 (4,668)	,028	-9,645 (4,683)	,041	-11,969 (4,833)	,014	-11,891 (4,874)	,016
Gründung 1900 - 1930	-4,922 (4,430)	,268	-4,084 (4,320)	,346	-5,423 (4,298)	,209	-5,670 (4,465)	,206	-5,414 (4,476)	,228
Gründung 1931 - 1960	-8,868 (4,481)	,049	-7,653 (4,378)	,082	-8,452 (4,353)	,054	-9,199 (4,519)	,043	-9,167 (4,534)	,045
Gründung 1961 - 1990	-6,890 (4,126)	,097	-5,675 (4,034)	,161	-5,610 (4,027)	,165	-7,268 (4,159)	,082	-7,054 (4,191)	,094
Bis zu 9 Beschäftigte	-31,690 (7,150)	<,001	-26,950 (7,092)	<,001	-26,678 (7,086)	<,001	-32,389 (7,205)	<,001	-33,214 (7,218)	<,001
10 bis 49 Beschäftigte	-24,643 (3,992)	<,001	-21,853 (3,977)	<,001	-22,169 (3,940)	<,001	-26,014 (3,960)	<,001	-26,227 (3,965)	<,001
50 bis 249 Beschäftigte	-19,002 (3,943)	<,001	-18,457 (3,836)	<,001	-18,337 (3,831)	<,001	-19,728 (3,961)	<,001	-20,185 (3,968)	<,001
Sektor Holzbearbeitung	3,216 (3,846)	,404	2,921 (3,743)	,436	2,857 (3,736)	,445	2,919 (3,908)	,456	3,513 (3,888)	,367
Profitabilität	,676 (1,693)	,690	,296 (1,652)	,858	,964 (1,645)	,559	,632 (1,712)	,712	,639 (1,717)	,710
Mitarbeiter	3,454 (1,387)	,014								
Führungskräfte			5,257 (1,274)	<,001						
Eigentümer					4,922 (1,167)	<,001				
Andere Mitglieder der Eigentümerfamilie							1,965 (1,201)	,103		
Soziales Umfeld der Eigentümerfamilie									1,745 (1,325)	,189
N	200		200		200		200		200	
R2	0,251		0,291		0,293		0,238		0,234	

(n = 200, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A8.4 Regressionsanalyse externe Stakeholderperspektive

Determinante	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5		Model 6		Model 7	
	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.	B (SE)	Sig.
Gründung vor 1900	-11,417 (4,852)	,020	-12,939 (4,638)	,006	-12,184 (4,645)	,009	-12,486 (4,806)	,010	-10,445 (4,830)	,032	-12,228 (4,681)	,010	-11,307 (4,719)	,018
Gründung 1900 - 1930	-4,030 (4,521)	,374	-4,223 (4,329)	,331	-4,035 (4,336)	,353	-4,563 (4,505)	,312	-3,217 (4,493)	,475	-4,076 (4,372)	,352	-4,876 (4,373)	,266
Gründung 1931 - 1960	-8,788 (4,521)	,053	-9,575 (4,365)	,029	-9,981 (4,369)	,023	-8,913 (4,533)	,051	-6,999 (4,560)	,127	-9,051 (4,404)	,041	-8,317 (4,433)	,062
Gründung 1961 - 1990	-5,988 (4,240)	,160	-5,462 (4,053)	,179	-6,727 (4,024)	,096	-6,478 (4,225)	,127	-5,036 (4,221)	,234	-6,277 (4,068)	,124	-6,396 (4,081)	,119
Bis zu 9 Beschäftigte	-33,098 (7,181)	<,001	-32,343 (6,962)	<,001	-32,050 (6,968)	<,001	-33,405 (7,206)	<,001	-30,713 (7,161)	<,001	-31,842 (7,026)	<,001	-29,878 (7,102)	<,001
10 bis 49 Beschäftigte	-26,002 (3,943)	<,001	-23,866 (3,870)	<,001	-24,097 (3,862)	<,001	-25,711 (3,994)	<,001	-23,720 (4,052)	<,001	-26,759 (3,828)	<,001	-23,833 (3,948)	<,001
50 bis 249 Beschäftigte	-19,924 (3,948)	<,001	-19,483 (3,829)	<,001	-19,491 (3,831)	<,001	-19,832 (3,960)	<,001	-19,935 (3,911)	<,001	-21,806 (3,891)	<,001	-18,298 (3,907)	<,001
Sektor Holzbearbeitung	2,473 (3,924)	,529	3,948 (3,747)	,293	,767 (3,824)	,841	3,235 (3,890)	,407	1,371 (3,930)	,728	3,086 (3,783)	,416	3,133 (3,796)	,410
Profitabilität	,598 (1,708)	,726	,786 (1,652)	,635	,238 (1,659)	,886	1,050 (1,715)	,541	1,096 (1,691)	,518	,623 (1,666)	,709	1,586 (1,687)	,348
Lieferanten	2,601 (1,373)	,060												
Öffentlichkeit			4,992 (1,250)	<,001										
Kunden					5,154 (1,300)	<,001								
Wettbewerber							2,023 (1,271)	,113						
Finanzdienstleister									4,131 (1,535)	,008				
Gesetzgeber											4,384 (1,238)	<,001		
Berater / Wissenschaftliche Institutionen													4,385 (1,313)	,001
N	200		200		200		200		200		200		200	
R2	0,241		0,287		0,535		0,237		0,255		0,275		0,270	

(n = 200, abhängige Variable: Grad der Zirkularität)

Tabelle A8.5 Mediationsanalyse Stakeholderperspektive

	Model 1: Mediation							
Pfad	B	t-Wert	Sig.	LLCI	ULCI	BootLLCI	BootULCI	Effekt
Dynamische Fähigkeiten -> Grünes Image	**0,243**	4,452	0,001	0,135	0,350	,136	,347	
Grünes Image (GI) -> Zirkularität	**1,214**	3,413	0,008	0,512	1,916	,585	1,88	partiell
Dynamische Fähigkeiten -> Zirkularität	**0,672**	3,096	0,002	0,244	1,101	,280	1,062	
DF -> GI -> Zirkularität	**0,294**					0,111	0,539	

(n = 200, Kontrollvariablen: Unternehmensgründung, Mitarbeiteranzahl, Sektor, Stakeholder-Druck, Profitabilität)

Model 2: Moderierte direkte Mediation durch Stakeholder-Druck (SP)					
Pfad	B	t-Wert	p	LLCI	ULCI
DF -> Zirkularität (SP = -8,66)	,912	3,745	,001	,432	1,393
DF -> Zirkularität (SP = 0)	,655	3,703	,001	,306	1,004
DF -> Zirkularität (SP = 8,66)	,398	1,601	,111	-,092	0,888

Model 2: Moderierte indirekte Mediation durch Stakeholder-Druck (SP)				
Pfad	B	BootSE	BootLLCI	BootULCI
DF -> GI -> Zirkularität (SP = -8,66)	,185	,132	-,054	,472
DF -> GI -> Zirkularität (SP = 0)	,327	,111	,139	,572
DF -> GI -> Zirkularität (SP = 8,66)	,395	,171	,104	,772

(n = 200, Kontrollvariablen: Unternehmensgründung, Mitarbeiteranzahl, Sektor, Profitabilität)

Abbildung A4.1 Fragebogen

Aktivitätsbasierte Kategorien zur Bewertung der Zirkularität von Geschäftsmodellen

A. Strategische Bedeutung von Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

A1 Inwieweit stimmen Sie folgenden Aussagen zu?

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Umweltprobleme zählen zu den **größten Herausforderungen** in unserer Gesellschaft.					
Corporate Social Responsibility sollte in den **Grundsätzen** jedes Unternehmens verankert sein.					
Firmen, die als **umweltfreundlich** gelten, haben es leichter **qualifizierte Mitarbeiter** zu rekrutieren und zu halten.					

A2 Wie schätzen Sie die Bedeutung der Nachhaltigkeit sowie der Kreislaufwirtschaft für Ihr Unternehmen ein?

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Unser Unternehmen verfolgt gezielt eines oder mehrere Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)					
Das Thema **ökologische Nachhaltigkeit** ist für unser Unternehmen **von größter Bedeutung**					
Die **Kreislaufwirtschaft** wird unser bestehendes Geschäftsmodell ersetzen					
Die **Kreislaufwirtschaft** ist für unser Unternehmen eine **große Wachstumschance**					

Die **Implementierung der** Kreislaufwirtschaft in unser Geschäftsmodell ist ein **Ziel von höchster Priorität**					

1. Supply Chain

Q1.1 Bitte beurteilen Sie nachfolgend den **Stand der Umsetzung** folgender Aktivitäten in Ihren **Beschaffungsprozessen.** *Berücksichtigen Sie hierbei bitte nur die Waren und Artikel, welche Sie zur Herstellung Ihrer Hauptprodukte einsetzen.*

Aktivität	Umsetzung **schließen wir aus**	Umsetzung wurde noch **nicht besprochen**	Ist in der **Planungs-phase**	Als **Pilot oder Prototyp** umgesetzt	Im Unternehmen **bereits implementiert**
Wir beschaffen hauptsächlich **recyclingfähige** (nach C2C-Kriterien) **Rohwaren** (z.B. Frischholz)					
Wir beschaffen hauptsächlich **langlebige Rohwaren** (länger als 20 Jahre)					
Wir beschaffen gezielt **Nebenprodukte** (z.B. Lacke, Beschichtungen, etc.), die eine Recyclingfähigkeit unserer Hauptprodukte ermöglichen					
Wir beschaffen hauptsächlich **zertifizierte Rohwaren** (wie z.B. FSC, PEFC, Global GreenTagCertM, etc.)					
Wir substituieren in der Beschaffung **Rohwaren** durch Industrierestholz oder Sägenebenprodukte (**Pre-Consumer-Recycling-Materialien**)					
Wir substituieren in der Beschaffung **Rohwaren** durch z.B. recyceltes Gebrauchtholz (**Post-Consumer-Recycling-Materialien**)					

Q1.2 Bitte beurteilen Sie die Umsetzung folgender Aktivitäten in Ihren **Logistikprozessen:**

Aktivität	Umsetzung **schließen wir aus**	Umsetzung wurde noch **nicht besprochen**	Ist in der **Planungs-phase**	Als **Pilot oder Prototyp** umgesetzt	Im Unternehmen **bereits implementiert**
Wir nutzen **dezentrale Sammelstellen** für Alt- oder Gebrauchtholz					
Wir haben **Partnerschaften**, um die Materialien (Alt- oder Gebrauchtholz) von dezentralen Sammelstellen nutzen zu können					
Wir nutzen **digitale Produktkennzeichnungen** (wie z.B. Chips, Sensoren, QR-Codes, etc.), um dauerhaft Produktdaten sammeln zu können					
Wir führen die Recyclingtätigkeiten in **unseren eigenen Recyclingzentren** durch					

2. Produktion

Q2.1 Zur Produktion Ihrer Haupterzeugnisse werden neben Frischholz unter anderem auch Sägenebenprodukte, Industrieresthölzer oder Gebrauchthölzer verwendet. Bitte bewerten Sie, inwiefern Ihre **Hauptprodukte** aus Recyclingmaterialien erzeugt werden, die (…)

Aktivität	Umsetzung **schließen wir aus**	Umsetzung wurde noch **nicht besprochen**	Ist in der **Planungs-phase**	Als **Pilot oder Prototyp** umgesetzt	Im Unternehmen **bereits implementiert**
(…) zuvor in einer höheren Verwendungsstufe genutzt wurden (**Downcycling**)					
(…) zuvor in der gleichen Verwendungsstufe genutzt wurden (**Recycling**)					
(…) zuvor in einer niedrigeren Verwendungsstufe genutzt wurden (**Upcycling**)					

Q2.2 Während der Produktion Ihrer Hauptprodukte fallen regelmäßig **Produktionsabfälle** (Nebenprodukte) an. Bitte beurteilen Sie die Umsetzung folgender Aktivitäten in Ihren Produktionsprozessen.

Aktivität	Umsetzung **schließen wir aus**	Umsetzung wurde noch **nicht besprochen**	Ist in der **Planungs-phase**	Als **Pilot oder Prototyp** umgesetzt	Im Unternehmen **bereits implementiert**
Wir nutzen diese Produktionsabfälle in einer geringeren Verwendungsstufe (**Downcycling** – z.B. energetische Nutzung)					
Wir nutzen diese Produktionsabfälle in der gleichen Verwendungsstufe (**Recycling** – stoffliche Nutzung)					
Wir nutzen diese Produktionsabfälle in einer höheren Verwendungsstufe (**Upcycling** – stoffliche Nutzung)					

Q2.3 Bitte beurteilen Sie die Umsetzung folgender Aktivitäten zur **Energienutzung** in der Produktion.

Aktivität	Umsetzung **schließen wir aus**	Umsetzung wurde noch **nicht besprochen**	Ist in der **Planungs-phase**	Als **Pilot oder Prototyp** umgesetzt	Im Unternehmen **bereits implementiert**
Wir **erzeugen die Energie** für unsere Produktion **eigenständig** (z.B. durch Biomasse-Kraftwerke)					
Wir nutzen **unsere erzeugte Energie mehrfach** (z.B. wird Wärmeenergie aus der Trockenkammer auch für das Heizen der Produktionshallen genutzt)					
Unsere Produktion ist nach **Energie- und Umweltmanagementsystemen** zertifiziert (z.B. ISO 50001)					

3. Marketing / Verkauf / Service

Q3.1 Bitte bewerten Sie die Umsetzung folgender Aktivitäten im Zuge des **Designs Ihrer Hauptprodukte**.

Aktivität	Umsetzung **schließen wir aus**	Umsetzung wurde noch **nicht besprochen**	Ist in der **Planungs-phase**	Als **Pilot oder Prototyp** umgesetzt	Im Unternehmen **bereits implementiert**
Wir arbeiten gezielt an einer **Verlängerung der Lebenszeit** unserer Hauptprodukte					
Wir entwickeln hauptsächlich **recyclingfähige Hauptprodukte** (nach C2C-Kriterien)					
Wir arbeiten gezielt an Lösungen zur besseren **Trennbarkeit / Separierbarkeit unserer Hauptprodukte**, um einzelne Komponenten wiederverwenden zu können					
Wir erstellen oder verwenden für unsere **Hauptprodukte EPD-Kennzeichnungen** (Environmental Product Declarations)					
Wir **nutzen hauptsächlich recycelte oder recyclingfähige Verpackungsmaterialien** für unsere Hauptprodukte					

Q3.2 Bitte bewerten Sie die Umsetzung folgender Aktivitäten in der **Preiskalkulation und den Vertriebsprozessen Ihrer Hauptprodukte.**

Aktivität	Umsetzung **schließen wir aus**	Umsetzung wurde noch **nicht besprochen**	Ist in der **Planungs-phase**	Als **Pilot oder Prototyp** umgesetzt	Im Unternehmen **bereits implementiert**
Wir nutzen **Vertriebs-Plattformen**, um zurückgenommene Hauptprodukte in einen weiteren stofflichen Kreislauf zu überführen					
Wir vertreiben Hauptprodukte durch nutzungsabhängige Vertriebsmodelle (z.B. **Miet- oder Leasingkonzepte oder pay-as-you-use-Konzepte)**					

Wir verfolgen **cash-back-Konzepte**, wenn wir die Hauptprodukte am Ende der Lebenszeit zurückerhalten					
Wir nutzen die Kreislaufwirtschaft gezielt als **Verkaufsargument** in der Produktkommunikation					
Wir haben **Systeme zur Rücknahme** von unseren Hauptprodukten nach einem Nutzungskreislauf implementiert					
Wir übernehmen **Rücknahmeverpflichtungen** und garantieren somit die Rücknahme unserer Hauptprodukte					
Wir führen **Dienstleistungen zur Verlängerung der Lebensdauer** von Hauptprodukten oder Produktbestandteilen durch					
Wir sammeln Daten unserer Hauptprodukte in **Materialkatastern** zur Entwicklung von digitalen Gebäudepässen (z.B. Madaster, Concular, etc.)					
Wir nutzen **digitale Techniken** (z.B. 3-D-Modelle oder Digital Product Passports) zur Nachverfolgbarkeit unserer Hauptprodukte					

Beginn Block B: Messung der dynamischen Fähigkeiten des Unternehmens

B1 Im Folgenden möchten wir gerne etwas über die **Fähigkeiten** Ihres Unternehmens erfahren.

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
SE Unser Unternehmen kennt die Best Practices im Markt. (1)					
SE Unser Unternehmen ist bezüglich der aktuellen Marktsituation auf dem neusten Stand. (2)					
SE Unser Unternehmen sucht systematisch nach Informationen über die aktuelle Marktsituation. (3)					
SE Als Unternehmen wissen wir, wie wir Zugang zu neuen Informationen erhalten. (4)					
SE Unser Unternehmen hat immer ein Auge auf die Aktivitäten unserer Wettbewerber. (5)					

SZ1 Unser Unternehmen kann schnell einen Bezug zu neuem Wissen von außerhalb herstellen. (6)					
SZ2 Wir erkennen, welche neuen Informationen in unserem Unternehmen genutzt werden können. (7)					
SZ3 Unser Unternehmen ist dazu in der Lage, neues technologisches Wissen in Prozess- und Produktinnovationen umzusetzen. (8)					
SZ4 Aktuelle Informationen führen zur Entwicklung neuer Produkte und Services (in unserem Unternehmen). (9)					
T1 Durch die Definition klarer Verantwortlichkeiten implementieren wir erfolgreich Pläne für Veränderungen in unserem Unternehmen. (10)					
T2 Entscheidungen zu geplanten Veränderungen werden konsequent umgesetzt. (11)					
T3 In unserem Unternehmen können Transformationsprojekte neben dem Tagesgeschäft in die Tat umgesetzt werden. (12)					
T4 Auch wenn unvorhergesehene Störungen auftreten, werden Transformationsprojekte in unserem Unternehmen konsequent zu Ende gebracht. (13)					
T5 In der Vergangenheit haben wir unsere Stärke in der Umsetzung von Veränderungen demonstriert. (14)					

B2 Wie bewerten Sie die Kompetenz Ihres Unternehmens im Vergleich zu den „Best Practices“ Ihrer Industrie in den folgenden Kategorien?

Aktivität	Viel schlechter	Schlechter	Weder noch	Besser	Viel besser
Einkaufsprozesse					
Technologische Innovationsprozesse					
Logistikprozesse					
Produktionsprozesse					
Marketing / Vertrieb / Service - Prozesse					

Ende Block B: Messung der dynamischen Fähigkeiten des Unternehmens

Beginn Block C: Professionalität der Nachhaltigkeitsbestrebungen im Unternehmen

C1 Im Folgenden möchten wir gerne etwas über die **Professionalität und Bedeutung** Ihrer Nachhaltigkeitsbestrebungen erfahren.

Aktivität	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Unser Unternehmen gilt als der **beste Maßstab** für Umweltmanagement. (1)					
Unser Unternehmen betreibt **professionelles** Umweltmanagement. (2)					
Unser Unternehmen betreibt **erfolgreiches** Umweltmanagement. (3)					
Unser Unternehmen ist im Bereich Umweltmanagement **gut etabliert**. (4)					
Der **Ruf** unseres Unternehmens im Bereich Umweltmanagement ist **gefestigt.** (5)					
Unser Unternehmen ist **vertrauenswürdig**, was Umweltmanagement betrifft. (6)					

Ende Block C: Strategie und Professionalität der Nachhaltigkeitsbestrebungen im Unternehmen

Beginn Block D: Bedeutung unterschiedlicher Faktoren im Rahmen der Umsetzung von Nachhaltigkeitsbestrebungen

D1 Im Folgenden möchten wir etwas über mögliche Ziele der Umsetzung von zirkulären Aktivitäten erfahren.

Aktivität	Stimme nicht	Stimme eher	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Differenzierung vom Wettbewerb durch **nachhaltige Produkte oder Prozesse** (1)					
Kostenreduktion in der Produktion (2)					
Erfüllung der **Anforderungen** von **öffentlichen Beschaffungsaufträgen** (3)					
Vorteile bei der Unternehmensfinanzierung (4)					
Teilnahme an öffentlichen finanziellen **Förderprogrammen** (5)					
Erfüllung von **gesetzlichen Vorgaben** (6)					
Reduzierung von **Umweltsteuern / -abgaben** (7)					
Verbesserung der **Reputation** des Unternehmens (8)					
Verbesserung der **Versorgungssituation** mit Rohstoffen (9)					

D2: Nachfolgend möchten wir gerne wissen, wie viel Druck einzelne Interessengruppen auf Ihr Unternehmen in Bezug auf die Umsetzung zirkulärer Aktivitäten ausüben

	Gar kein Druck (1)	Sehr geringer	Geringer Druck (3)	Starker Druck (4)	Sehr starker Druck (5)
Mitarbeiter (1)	○	○	○	○	○
Führungskräfte (GF, Vorstand, Abteilungsleiter) (2)	○	○	○	○	○
Eigentümer/ Aktionäre (3)	○	○	○	○	○
Andere Mitglieder der Eigentümerfamilie, die selbst nicht Eigentümer sind oder im Unternehmen arbeiten (z.B. Kinder, Enkel, Geschwister) (4)	○	○	○	○	○
Soziales Umfeld der Eigentümerfamilie (5)	○	○	○	○	○
Lieferanten (6)	○	○	○	○	○
Öffentlichkeit (Endverbraucher, Presse, Umweltschutzorganisationen) (7)	○	○	○	○	○
Gewerbliche Kunden (8)	○	○	○	○	○
Konkurrenz/ Wettbewerber (9)	○	○	○	○	○
Finanzdienstleister (Banken, Versicherungen) (10)	○	○	○	○	○
Gesetzgeber (11)	○	○	○	○	○
Externe Berater (Berater, wissenschaftliche Institutionen) (12)	○	○	○	○	○

Ende Block D: Bedeutung unterschiedlicher Faktoren im Rahmen der Umsetzung von Nachhaltigkeitsbestrebungen

Beginn Block E: Unternehmerische Haltung

E1 Im Folgenden möchten wir gerne etwas über die unternehmerische Haltung erfahren. Bitte bewerten Sie, wo sich Ihr Unternehmen bei den gegenüberstehenden Aussagen positioniert.

Index der Innovativität

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Unser Unternehme hat einen starken Fokus auf der Vermarktung bekannter Produkte.	○	○	○	○	○	Unser Unternehmen hat einen Fokus auf Forschung und Entwicklung, technologische Führerschaft und Innovationen.

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Unser Unternehmen hat in den letzten 5 Jahren keine neuen Produkte oder Dienstleistungen auf den Markt gebracht.	○	○	○	○	○	Unser Unternehmen hat in den letzten 5 Jahren sehr viele neue Produkte oder Dienstleistungen auf den Markt gebracht.

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Veränderungen in Produkt- oder Dienstleistungslinien waren eher geringfügiger Natur.	○	○	○	○	○	Veränderungen in Produkt- oder Dienstleistungslinien hatten tiefgreifende Auswirkungen.

Index der Proaktivität

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Unser Unternehmen reagiert in der Regel auf Aktionen, welche unsere Wettbewerber initiieren.	○	○	○	○	○	Unser Unternehmen initiiert in der Regel Aktionen, auf welche unsere Wettbewerber reagieren.

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Unser Unternehmen ist selten das erste Unternehmen, welches neue Produkte, Dienstleistungen oder Technologien einführt.	○	○	○	○	○	Unser Unternehmen ist sehr häufig das erste Unternehmen, welches neue Produkte, Dienstleistungen oder Technologien einführt.

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Unser Unternehmen versucht in der Regel, Konkurrenzkämpfe zu vermeiden und bevorzugt eine „Leben und leben lassen“ Haltung.	○	○	○	○	○	Unser Unternehmen vertritt eine sehr wettbewerbsorientierte Haltung und versucht, Wettbewerber zu verdrängen.

Index der Risikofreudigkeit

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
In unserem Unternehmen werden risikoarme Projekte favorisiert (mit normalen und kalkulierbaren Renditen).	○	○	○	○	○	In Unserem Unternehmen werden risikoreiche Projekte favorisiert (mit Chancen auf sehr hohe Renditen).

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Unser Unternehmen glaubt, dass das Umfeld schrittweise und vorsichtig erkundet werden sollte.	○	○	○	○	○	Unser Unternehmen glaubt, dass das Umfeld des durch mutige und weitreichende Maßnahmen erkundet werden sollte, um die Ziele zu erreichen.

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
In unsicheren Entscheidungssituationen nimmt unser Unternehmen eine vorsichtige, abwartende Haltung ein, um die Wahrscheinlichkeit kostspieliger Entscheidungen zu reduzieren.	○	○	○	○	○	In unsicheren Entscheidungssituationen nimmt unser Unternehmen eine mutige, proaktive Haltung ein, um die Wahrscheinlichkeit potenzieller Chancen zu maximieren.

Ende Block E: Unternehmerische Haltung

Beginn Block F: Merkmale des Unternehmens

F0 Im Folgenden möchten wir gerne mehr über Ihr Unternehmen und dessen Strategie erfahren

F1 Wann wurde Ihr Unternehmen gegründet:_____

F2 Würden Sie Ihr Unternehmen als Familienunternehmen bezeichnen?

- ○ Ja (1)
- ○ Nein (2)

F3 Wieviel Prozent des gesamten Eigenkapitals des Unternehmens sind im Familieneigentum (inklusive Familienstiftung)?

- ○ Weniger als 5 % (1)
- ○ Zwischen 5 % und 25 % (2)
- ○ Zwischen 26 % und 50 % (3)
- ○ Zwischen 51 % und 75 % (4)
- ○ Mehr als 75 % (5)

F4 Sind Sie selbst Mitglied der Eigentümerfamilie?

- ○ Ja (1)
- ○ Nein (2)

F5 Die Familie(n) ist (sind) im Unternehmen vertreten im ...

	Ja (1)	Nein (2)	Gibt es nicht (3)
…Beirat / Aufsichtsrat (1)	○	○	○
…Vorstand/ Geschäftsführung. (2)	○	○	○

F6 Das Familienunternehmen ist aktuell in der…

- ○ …ersten Generation. (1)
- ○ …zweiten Generation. (2)
- ○ …dritten Generation. (3)
- ○ …vierten oder einer späteren Generation. (4)

F7 Inwiefern treffen die unteren Aussagen auf Ihr Unternehmen zu?

	Trifft gar nicht zu (1)	Trifft nicht zu (2)	Neutral (3)	Trifft zu (4)	Trifft voll zu (5)
Die Weitergabe des Unternehmens in eine nachfolgende Generation stellt ein wesentliches Unternehmensziel dar. (1)	○	○	○	○	○
Es ist unwahrscheinlich, dass die Eigentümer einen Verkauf des Unternehmens in Erwägung ziehen würden. (2)	○	○	○	○	○

Ende Block F: Merkmale des Unternehmens

Beginn Block G: Eigenschaften des Unternehmens

G1 Ist ihr Unternehmen eher **B2B** *(Business-to-business)*, **B2C** *(Business-to-consumer)* oder **beides**?

- ○ B2B (1)
- ○ B2C (2)
- ○ Beides (3)

G2 Inwiefern treffen folgende **Wettbewerbsstrategien** auf Ihr Unternehmen zu?

	Trifft gar nicht zu (1)	Trifft nicht zu (2)	Neutral (3)	Trifft zu (4)	Trifft voll zu (5)
Kosten- und Preisführerschaft (1)	○	○	○	○	○
Qualitätsführerschaft (2)	○	○	○	○	○
Innovations- und Technologieführerschaft (3)	○	○	○	○	○

G3 Positioniert sich Ihr Unternehmen eher in einer **Marktnische bzw. einem Nischenmarkt** oder strebt es eine Positionierung für eine möglichst **breite Marktabdeckung** an?

	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	
Marktnische bzw. Nischenmarkt	○	○	○	○	○	Breite Marktabdeckung

G4 Ist ihr Unternehmen in seinen Hauptprodukten Marktführer…

	Ja (1)	Nein (2)	Es gibt keinen klaren Marktführer. Wir sind aber einer der Marktführer (3)
…in Deutschland? (1)	○	○	○
…in Europa? (2)	○	○	○
…in der Welt? (3)	○	○	○

G5 Wie bewerten Sie die **Profitabilität** Ihres Unternehmens im Vergleich zu Ihren Wettbewerbern?

	-2 (1)	-1 (2)	0 (3)	1 (4)	2 (5)	
Viel schlechter	○	○	○	○	○	Viel besser

G6 Wie bewerten Sie das **Umsatzwachstum** Ihres Unternehmens im Vergleich zu Ihren Wettbewerbern?

	-2 (1)	-1 (2)	0 (3)	1 (4)	2 (5)	
Viel schlechter	○	○	○	○	○	Viel besser

G7 Welches **Wachstum** streben sie in den kommenden fünf Jahren an?

	-2 (1)	-1 (2)	0 (3)	1 (4)	2 (5)	
Kein Umsatzwachstum	○	○	○	○	○	Hohes Umsatzwachstum

G8 Wie hoch ist die **Fertigungstiefe** Ihres Unternehmens?

	-2 (1)	-1 (2)	0 (3)	1 (4)	2 (5)	
Sehr gering	○	○	○	○	○	Sehr hoch

G9 Inwieweit ist die aktuelle geopolitische Situation für Ihr Unternehmen existenzbedrohend?

	-2 (1)	-1 (2)	0 (3)	1 (4)	2 (5)	
Gar nicht existenzbedrohend	○	○	○	○	○	Sehr existenzbedrohend

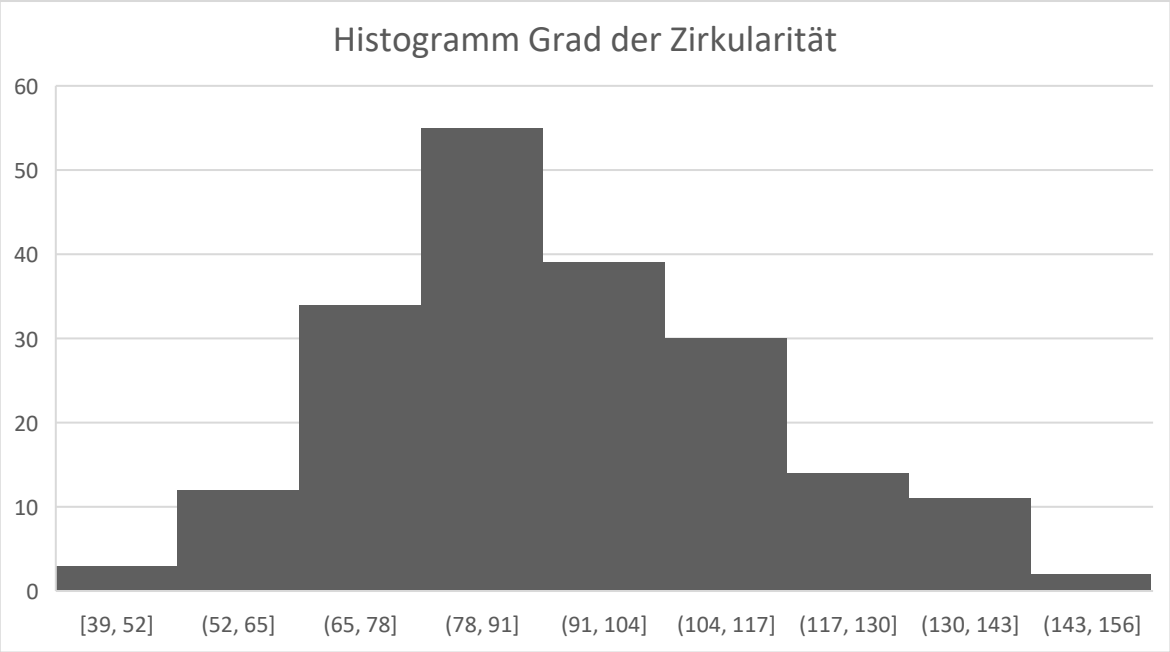
G10 Wie viele Mitarbeiter hat Ihr Unternehmen?

- ○ bis 9 Mitarbeiter (1)
- ○ 10 bis 49 Mitarbeiter (2)
- ○ 50 bis 249 Mitarbeiter (3)
- ○ 250 bis 499 Mitarbeiter (4)
- ○ 500 bis 3.000 Mitarbeiter (5)
- ○ Mehr als 3.000 Mitarbeiter (6)

G11 In welchem Branchensegment ist Ihr Unternehmen tätig?

- ○ Dämmstoffindustrie
- ○ Fertighausindustrie / Holzbau
- ○ Furnierindustrie
- ○ Fußbodenindustrie
- ○ Hobelindustrie
- ○ Holzwerkstoffindustrie
- ○ KVH- & BSH- Industrie
- ○ Sägeindustrie
- ○ Sperrholzindustrie
- ○ Türenindustrie
- ○ Verpackungsindustrie
- ○ Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen oder Ausbauelementen aus Holz

Abbildung A5.1 Histogramm Grad der Zirkularität



Wissenschaftlicher Lebenslauf

Timo Lemcke Geboren am 29.05.1992 in Bremen

Promotion *2025*

Lehrstuhl für Unternehmensführung an der Universität Trier, Betriebswirtschaftslehre

- Dissertation: Zirkularität und zirkuläre Geschäftsmodelle in der Holzindustrie: eine empirische Untersuchung

Master of Science *2018*

German Graduate School of Management and Law (heute TU München), Management Innovations- und Technologiemanagement (berufsbegleitend)

- Masterarbeit: Entwicklung eines Management-Controllingsystems zur Steuerung einzelner Profit-Center am Beispiel der Enno Roggemann GmbH & Co. KG

Bachelor of Arts *2016*

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach, BWL-Handel / Branchenhandel Holz

- Bachelorarbeit: Entwicklung eines Analyse-Tools möglicher Expansions-Optionen im Rahmen einer langfristigen Wachstumsstrategie der Enno Roggemann GmbH & Co.KG

Auslandssemester an der Nanyang Polytechnic, Singapur *2015*