

Carolin Berbalk

Prozesscontrolling in der Kunststoffrecycling- Branche

Möglichkeiten und Chancen für
KMU durch Standardisierung und
Tool-Support

MOREMEDIA



Springer Gabler

Prozesscontrolling in der Kunststoffrecycling-Branche

Carolin Berbalk

Prozesscontrolling in der Kunststoffrecycling- Branche

Möglichkeiten und Chancen für
KMU durch Standardisierung und
Tool-Support

 Springer Gabler

Carolin Berbalk
Business School
Middlesex University
Hanau, Deutschland

Dissertation Hanau, Deutschland 2024

ISBN 978-3-658-45984-0 ISBN 978-3-658-45985-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-45985-7>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Karina Kowatsch

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich in den letzten Jahren bei der Entstehung meiner Dissertation unterstützt, motiviert und inspiriert haben.

Zuerst gilt mein Dank meiner Familie, die mich stets unterstützt und ermutigt hat. Dank der Rückendeckung und Geduld meiner Familie, vor allem von meinem Partner, ist es mir gelungen in solch kurzer Zeit meine Promotion abzuschließen.

Meinem Papa möchte ich für die Inspiration zu meinem Dissertationsthema und seinen Einsatz im Forschungsprozess danken; ihm widme ich diese Arbeit.

Weiter danke ich meinem Advisor Herr Dr.-Ing. Elmar Streifinger für seine intensive Begleitung auf meinem Weg, die vielen hilfreichen Hinweise und sein Interesse an meinem Thema, was mich immer wieder dazu angetrieben hat, weiterzumachen. Sein kritischer Blick war für mich eine große Bereicherung in den letzten Jahren.

Ich danke Frau Dr. Kerstin Maupaté-Steiger für ihre Ratschläge und produktiven Hinweise über den gesamten Schreibprozess hinweg.

Ferner danke ich allen Interviewpartnern, die mit ihrer Informationsbereitschaft und ihren interessanten Beiträgen und Antworten auf meine Fragen diese Dissertation erst ermöglicht haben.

Während meiner Promotionszeit hatte ich das Privileg mit zahlreichen Kommilitonen innerhalb unserer über die Jahre gewachsenen Community in Kontakt zu treten. Ich bin dankbar für die vielen Termine innerhalb der Gemeinschaft, bei denen ich wertvolle Inspiration für meine Dissertation sammeln konnte und viele interessante Menschen kennenlernen durfte.

Aufgrund der Vielzahl von Personen, möchte ich stellvertretend nur einige weniger hervorheben: Mein besonderer Dank gilt Frau Cathleen Hesselbarth und Herrn Sven Lausberg, mit denen ich über den gesamten Promotionsprozess in engem Austausch stand und die mir dabei geholfen haben, nicht aufzugeben.

Ebenso gebührt Herr Dr. Udo Leicht mein aufrichtiger Dank, dessen Dissertation mich in der ersten Phase des DBA-Studiums motiviert hat, mein Ziel nicht aus den Augen zu verlieren.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an Herr Günter Zerlik, mit dem ich regelmäßig in Kontakt stand und der durch seine hervorragende Organisation unsere persönlichen DBA-Treffen zu etwas Besonderem gemacht hat.

Generalklausel

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird im folgenden Text auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung, wie z. B. Teilnehmer:innen verzichtet. Im vorliegenden Text wird durchgängig die übliche Form benutzt. Im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes sind diese Bezeichnungen als nicht geschlechtsspezifisch zu betrachten, sondern schließen alle Formen gleichermaßen ein.

Inhaltsverzeichnis

Teil I Einleitungsteil

1	Ausgangslage	3
2	Problemstellung	7
3	Erkenntnisinteresse und Relevanz der Arbeit	9
3.1	Themenfelder	9
3.2	Forschungsrelevanz	9
3.3	Praxisrelevanz	10
4	Zielstellung der Dissertation	13
4.1	Haupt- und Teilzielstellungen	13
4.1.1	Hauptzielstellung	13
4.1.2	Theoriegeleitete Zielstellungen	14
4.1.3	Empiriegeleitete Zielstellungen	14
4.1.4	Gestaltungsgleitete Zielstellungen	15
4.2	Erwartete neue Ergebnisse/Erkenntnisse	15
4.2.1	Erwartete neue Ergebnisse und Erkenntnisse der Dissertation insgesamt	15
4.2.2	Erwartete neue Ergebnisse und Erkenntnisse des theoretischen Teils	15
4.2.3	Erwartete neue Ergebnisse und Erkenntnisse des empirischen Teils	16

4.2.4	Erwartete neue Ergebnisse und Erkenntnisse des Gestaltungsteils	16
4.3	Inhaltliche Abgrenzung	17
5	Aufbau der Dissertation	21
Teil II Theoretischer Teil		
6	Stand der Forschung	25
6.1	Recherchevorgehen	25
6.2	Forschungslücke	29
6.2.1	Beschreibung des Forschungsstands	29
6.2.2	Ableitung der Forschungslücke	49
6.3	Theoriegeleitete Fragestellungen	51
7	Theoretische Ausführungen	53
7.1	Prozesstypen und -vorgaben und deren Operationalisierung	53
7.2	Anwendung von Kennzahlensystemen in Produktionsabläufen	60
7.3	Stand der Technik bei der Datenerhebung und -aufbereitung	67
7.4	Einordnung des Kunststoffrecyclings im Rahmen der Kreislaufwirtschaft	71
7.4.1	Ableitung des Konzeptes der Kreislaufwirtschaft	71
7.4.2	Arten der Verwertung von Kunststoffabfällen	73
7.4.3	Prozesstypen und -vorgaben im Kunststoffrecycling und deren Operationalisierung	79
8	Konklusion Theoretischer Teil	83
8.1	Konklusion und Beantwortung der theoriegeleiteten Fragestellung	83
8.2	Empiriegeleitete Fragestellungen	86
Teil III Empirischer Teil		
9	Forschungsdesign	91
9.1	Untersuchungen	92
9.2	Methodisches Vorgehen und Methodenauswahl	96

9.2.1	Erhebungsmethode: Problemzentriertes Experteninterview	96
9.2.2	Transkriptionssystem	105
9.2.3	Analyse- / Auswertungsmethode: Inhaltlich-strukturierende qualitative Inhaltsanalyse	108
9.3	Operationalisierung	114
9.3.1	Sampling-Methode der Stichprobe	114
9.3.2	Ableitung des Interviewleitfadens	118
9.3.3	Auswertung und Analyse der Interview-Transkripte	121
9.4	Vorgehen und Ablauf	125
9.4.1	Rekrutierung der Stichprobe: Experten aus der Kunststoffrecycling-Branche	125
9.4.2	Datenerhebung: Problemzentrierte Experteninterviews	126
9.4.3	Datenaufbereitung: Transkription der problemzentrierten Experteninterviews	129
10	Ergebnisse	131
10.1	Auswertung der Ergebnisse der problemzentrierten Experteninterviews	131
10.2	Darlegung der Ergebnisse der problemzentrierten Experteninterviews	137
10.2.1	Angaben zu den Unternehmen (HK1)	139
10.2.2	Inputmaterialien (HK2)	141
10.2.3	Outputmaterialien (HK3)	143
10.2.4	Prozessschritte (HK4)	145
10.2.5	Prozessdatenerfassung (HK5)	152
10.2.6	Kennzahlen (HK6)	159
10.2.7	Reporting (HK7)	165
10.2.8	Aktuelle Entwicklungen in der Kunststoffrecycling-Branche (HK8)	172
11	Diskussion, Interpretation und Konklusion	177
11.1	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse	177
11.1.1	Struktur der Kunststoffrecycling-Branche	177
11.1.2	Prozessschritte	179
11.1.3	Prozessdatenerfassung	181
11.1.4	Kennzahlen	182

11.1.5	Reporting	185
11.1.6	Aktuelle Entwicklungen in der Kunststoffrecycling-Branche	186
11.2	Gütekriterien und methodische Abgrenzung	187
11.3	Konklusion und Beantwortung der empiriegeleiteten Fragestellung	194
11.3.1	Prozessstandardisierung	195
11.3.2	Prozessdatenerfassung und Reporting	196
11.4	Gestaltungsgеleitete Fragestellungen	198
Teil IV Gestaltungsteil		
12	Handlungsempfehlungen für die Forschung	203
13	Handlungsempfehlungen für die Praxis	207
13.1	Handlungsempfehlung 1 für die Praxis: Gemeinsames Ziel	208
13.2	Handlungsempfehlung 2 für die Praxis: Umdenken im Umgang mit Kennzahlen	209
13.3	Handlungsempfehlung 3 für die Praxis: Implementierung des Prozesscontrolling	210
13.3.1	Handlungsempfehlung 3–1 für die Praxis: Datenerhebung	211
13.3.2	Handlungsempfehlung 3–2 für die Praxis: Kennzahlen	212
13.3.3	Handlungsempfehlung 3–3 für die Praxis: Darstellungsformen und Visualisierung	214
14	Zusammenfassung und Konklusion	217
14.1	Erkenntnisse des Gestaltungsteils	217
14.2	Beantwortung der gestaltungsgеleiteten Fragestellungen	219
Teil V Schlussteil		
15	Zusammenfassung und Fazit	223
16	Ergebnisse und Erkenntnisse	227
16.1	Wichtige Ergebnisse und Erkenntnisse für die Forschung	227
16.2	Wichtige Ergebnisse und Erkenntnisse für die Praxis	228

17	Ausblick	231
17.1	Forschungsausblick	231
17.2	Praxisausblick	232
	Verzeichnisse	235

Abkürzungsverzeichnis

BASE	Bielefeld Academic Search Engine
BI	Business Intelligence
CAPEX	Capital Expenditure (Investitionsausgaben)
CEENE	Cumulative Energy Extraction from the Natural Environment
CO ₂ eq	CO ₂ -Äquivalent
DGAW	Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e. V.
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
ETL-Prozess	Prozess der Datenstrukturierung (Extract – Transform – Load)
EU	Europäische Union
HDPE	Polyethylen mit hoher Dichte
HK	Hauptkategorie
IoT	Internet of Things (Internet der Dinge)
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KrWG	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der um-weltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (K reislauf w irtschafts- g esetz)
LDPE	Polyethylen mit niedriger Dichte
Mio	Millionen
MPO	Misch-Polyolefine
NFC	Near-Field-Communication
NIR	Nahinfrarotspektroskopie
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Gesamtanlageneffektivität)
OPEX	Operational Expenditure (Betriebsausgaben)

PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PnL	Profit and Loss (Gewinn- und Verlustrechnung)
PO	Polyolefine
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
QDA-Software	Qualitative Data Analysis Software (Qualitative Daten Analyse Software)
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
ROI	Return on Investment (Gesamtkapitalrentabilität)
SJR	SCImago Journal Rank Indikator
SK	Subkategorie
SPSS	Sammeln, Prüfen, Sortieren, Subsumieren
t	Tonnen
USA	Vereinigte Staaten von Amerika (United States of America)
VHB	Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1	Inhaltliche Abgrenzung im Kontext der Kreislaufwirtschaft	18
Abbildung 5.1	Schematischer Aufbau der Dissertation	22
Abbildung 6.1	Schematische Darstellung des Auswahlprozesses relevanter Studien	27
Abbildung 6.2	Themenbereiche der Kernstudien	30
Abbildung 6.3	Schematische Darstellung der Forschungslücke für das vorliegende Forschungsvorhaben	50
Abbildung 7.1	Schematische Darstellung des DuPont-Kennzahlensystems	62
Abbildung 7.2	Schematische Darstellung des Grundkonzeptes der Balanced Scorecard	63
Abbildung 7.3	Schematische Darstellung der Performance Pyramide	64
Abbildung 7.4	Schematische Darstellung des Performance Prisma	65
Abbildung 7.5	Komponenten eines BI-Systems	70
Abbildung 7.6	Modellhaftes Prozessbild zum mechanischen Recycling	80
Abbildung 8.1	Empfehlung zur Operationalisierung der Prozesse im Kunststoffrecycling anhand der Erkenntnisse des theoretischen Teils	86
Abbildung 9.1	Schematische Darstellung des Forschungsprozesses	92

Abbildung 9.2	Qualitatives, quantitatives und Mixed-Methods Paradigma	93
Abbildung 9.3	Klassifizierung qualitativer Auswertungsmethoden	110
Abbildung 9.4	Ablaufschema einer inhaltlich-strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse	122
Abbildung 9.5	Beispiel eines Dokumenten-Memos	130
Abbildung 10.1	Hauptkategorien der empirischen Untersuchung	132
Abbildung 10.2	Code-Memo einer Subkategorie	133
Abbildung 10.3	Darstellung Ergebnistafel zwischen Forscher und Prüfer 1 zur Berechnung des Kappa	134
Abbildung 10.4	Darstellung Ergebnistafel zwischen Forscher und Prüfer 2 zur Berechnung des Kappa	135
Abbildung 10.5	Darstellung Ergebnistafel zwischen Prüfer 1 und Prüfer 2 zur Berechnung des Kappa	136
Abbildung 10.6	Übergreifende Struktur der Haupt- und Subkategorien	139
Abbildung 10.7	Kapazitäten der Unternehmen der befragten Experten in tausend Tonnen pro Jahr	140
Abbildung 10.8	Inputmaterialien in der Stichprobe	142
Abbildung 10.9	Verteilung der Inputmaterialien aus vorsortierten Kunststofffraktionen in der Stichprobe	142
Abbildung 10.10	Verteilung der Outputmaterialien in der Stichprobe	143
Abbildung 10.11	Angesprochene Prozessschritte des Kunststoffrecyclings im Rahmen der problemzentrierten Interviews	146
Abbildung 10.12	Eingesetzte Technologien bei der Sortierung	148
Abbildung 10.13	Einsatz von Heiß- und Kaltwaschprozessen	149
Abbildung 10.14	Kenntnis über die Kostenintensität der Prozesse	151
Abbildung 10.15	Erfasste Prozessdaten	155
Abbildung 10.16	Technologien zur Prozessdatenerfassung	155
Abbildung 10.17	Ermittelte Kennzahlen im Rahmen des Kunststoffrecyclingprozesses	160
Abbildung 10.18	Nutzung der Reporting-Methoden in den Unternehmen	168
Abbildung 10.19	Turnus des Reporting im Unternehmenssample	171
Abbildung 11.1	Erweitertes modellhaftes Prozessschaubild zum mechanischen Recycling	181

Abbildung 11.2	Zusammenfassung der Ergebnisse in Bezug auf die Erhebung von Kennzahlen in der Kunststoffrecycling-Branche	184
Abbildung 11.3	Angewandte Gütekriterien der empirischen Forschung und deren Umsetzung im Forschungsvorhaben	189
Abbildung 12.1	Übersicht der Handlungsempfehlungen für die Forschung	204
Abbildung 13.1	Übersicht Handlungsempfehlungen für die Praxis ...	207
Abbildung 13.2	Mögliche Visualisierung des Dashboards zur Übersicht	215
Abbildung 13.3	Mögliche Visualisierung der Detailseite zur OEE	215
Abbildung 14.1	Übersicht der Handlungsempfehlungen für Forschung und Praxis	219

Tabellenverzeichnis

Tabelle 6.1	Ranking der verwendeten Fachzeitschriften und wissenschaftlichen Arbeiten sortiert nach absteigendem Impact Factor	28
Tabelle 6.2	Kernstudien zum Status quo in der Kreislaufwirtschaft ...	31
Tabelle 6.3	Kernstudien zum Status quo in der Kunststoffrecycling-Branche – Makroebene	39
Tabelle 6.4	Kernstudien zum Status quo in der Kunststoffrecycling-Branche – Mikroebene	42
Tabelle 7.1	Beispiele von Prozesskennzahlen	57
Tabelle 7.2	Beispiele bekannter Kennzahlensysteme	61
Tabelle 7.3	Eigenschaften der Kommunikationstechnologien im IoT	69
Tabelle 7.4	Vor- und Nachteile der Recyclingverfahren	76
Tabelle 9.1	Formen der Befragung nach Dimensionen	97
Tabelle 9.2	Prüfung von Leitfadeninterviews für das vorliegende Forschungsvorhaben	101
Tabelle 9.3	Module des Transkriptionssystems für das Forschungsvorhaben	106
Tabelle 9.4	Expertenkriterien und deren Ausprägung	115
Tabelle 9.5	Struktur des Leitfadens	120
Tabelle 9.6	Interviewpartner der Studie	127
Tabelle 10.1	Hauptkategorien und deren Beschreibung	138
Tabelle 11.1	Zusammenfassung der erfassten Prozessdaten und erhobenen Kennzahlen in den befragten Unternehmen (Sortierung in alphabetischer Reihenfolge)	198

Teil I
Einleitungsteil



Ausgangslage

1

„Plastics define the way we live today. They improve the quality of life for millions of people across the globe by making our lives easier, safer and more enjoyable, while they are key to accelerate the European transition to a low-carbon circular economy where resources and energy are utilised in the most effective way.“ (PlasticsEurope, 2020, S. 4–5).

Mit diesen Worten beginnt die Analyse von PlasticsEurope¹ zur europäischen Kunststoffproduktion, ihrer Nachfrage sowie zu den Abfalldaten von 2019 bis 2020. Diese Aussage unterstreicht nicht nur die Omnipräsenz von Kunststoffen in unserem Alltag, sondern verweist zugleich auf die Chancen des Konzeptes einer Kreislaufwirtschaft (Bauer et al., 2017, S. 447; PlasticsEurope, 2020, S. 4–5). Die Diskussion über einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen² kam

¹ PlasticsEurope ist ein europäischer Fachverband für die kunststoffverarbeitende Industrie in Europa (PlasticsEurope, 2021).

² Nachhaltigkeit hat gemäß der Definition der Vereinten Nationen drei Dimensionen: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Die **Ökologie** bezieht sich dabei auf einen ressourcenschonen Umgang mit der Natur. Die **Ökonomie** beschreibt Prinzipien des Wirtschaftens, bei denen eine ausgeglichene Balance zwischen Wachstumsfragen, globaler Verantwortung und ethischen Prinzipien besteht. Die Dimension **Soziales** bezieht sich unter anderem auf Integration, Verteilungsgerechtigkeit und Partizipation (Rösch et al., 2020, S. 6; Tietze, 2018, S. 907; World Commission on Environment and Development, 1987, Chapter 2 - IV. Conclusion). Sofern nicht anders dargelegt, bezieht sich der Begriff *nachhaltig* im Rahmen dieser Arbeit auf die drei genannten Nachhaltigkeitsdimensionen.

Ergänzende Information Die elektronische Version dieses Kapitels enthält Zusatzmaterial, auf das über folgenden Link zugegriffen werden kann https://doi.org/10.1007/978-3-658-45985-7_1.

in Deutschland spätestens seit 2020 angesichts der Vermüllung der Weltmeere durch Kunststoffverpackungen und Mikroplastik auf, da sich mittlerweile Plastikinseln in den Ozeanen gebildet haben. Heftig kritisiert wurden deshalb auch die deutschen Verpackungsexporte ins Ausland (Prognos AG et al., 2020, S. 115).

Gemäß der regelmäßig für verschiedene Branchenverbände durchgeführten Studie zum Stoffstrombild der Kunststoffe in Deutschland hat sich die Menge an Kunststoffabfällen von 1994 bis 2019 mehr als verdoppelt, wobei diese Entwicklung hauptsächlich durch den Post-Consumer-Bereich getrieben wurde (Conversion Market & Strategy GmbH, 2018, S. 19). Wie Ragaert et al. (2020, S. 1) feststellen, bietet gerade der Bereich der Kunststoffe eine vielversprechende Möglichkeit, Europas CO₂-Fußabdruck zu mindern, da lediglich 30 % aller Kunststoffe in der Europäischen Union zum Recycling gesammelt und nur 10 % davon effektiv recycelt werden.

Das Kunststoffrecycling stellt somit eine zentrale Komponente der Kreislaufwirtschaft dar, da die weitergehende Zirkularität einer Vielzahl von Kunststoffen im Rahmen der werkstofflichen Verwertung gewährleistet wird (Prognos AG et al., 2020, S. 24). Die Zielsetzungen der Kreislaufwirtschaft bestehen unter anderem darin,

- das Recycling verschiedener Kunststoffarten zu fördern,
- die Ausbeutung begrenzter natürlicher Ressourcen zu reduzieren,
- kritische Rohstoffe durch Rezyklate zu substituieren,
- Umweltbelastungen (zum Beispiel durch Treibhausgasemissionen oder Depositionierung von Kunststoffabfällen) zu minimieren und
- „grüne“ Arbeitsplätze zu schaffen, um damit Impulse für ein ökologisches Wirtschaftswachstum zu setzen (Fellner et al., 2017, S. 494; Jang et al., 2020, S. 2).

Ein politisches Signal setzte die Europäische Union mit ihrem Ende 2019 vorgelegten *Green Deal*, womit sich die 27 Mitgliedsstaaten zu Maßnahmen gegen den Klimawandel und für eine ökologischere EU-Wirtschaft verpflichtet haben. Für die Kreislaufwirtschaft wurde ein eigener Maßnahmenkatalog entwickelt (Europäische Kommission, 2019b, S. 8). Kunststoffe und deren Recycling spielen auch beim Erreichen von Klimaneutralität eine zentrale Rolle, wobei primär – analog zum 2015 verabschiedeten Paket zur Kreislaufwirtschaft – eine Erhöhung

der Rezyklatquoten³ angestrebt wird (Ragaert et al., 2020, S. 1). Kunststoffabfälle werden in diesem Zusammenhang als Ressource betrachtet, die sukzessive Primärkunststoffe ersetzen soll (Huysveld et al., 2019, S. 1).

Im Rahmen des Green Deals ist seit 2021 eine *Plastiksteuer* in der Europäischen Union in Kraft getreten, sodass jedes EU-Mitglied für jedes Kilogramm nicht verwerteten Kunststoff⁴ 80 Cent nach Brüssel abführen muss (Lase et al., 2022, S. 250). Mithilfe dieser Steuer sollen **Verwertungsquoten von Kunststoffabfällen** in den Mitgliedsstaaten gesteigert werden, was zur **Vereinheitlichung der Kreislaufwirtschaft** innerhalb der Europäischen Union beitragen soll (Prognos AG et al., 2020, S. 51). Zudem schärfen Aktionen, wie die *europäische Woche der Abfallvermeidung*, das Verbraucherbewusstsein innerhalb Europas für einen bewussteren Konsum von Konsumgütern, um einen Weg aus der Wegwerfgesellschaft zu finden (PlasticsEurope Deutschland e. V., 2021).

Neben den europäischen Initiativen zur Sensibilisierung für mehr Recycling und weniger Konsum gab es bundesweite Kampagnen seitens der dualen Systeme in Deutschland, um auf die Wichtigkeit einer korrekten Abfalltrennung im häuslichen Bereich hinzuweisen (Gemeinsame Stelle dualer Systeme Deutschlands GmbH, 2022). Eine möglichst sortenreine Erfassung von Kunststoffabfällen bildet die Voraussetzung für eine höhere Quote der stofflichen Verwertung und folglich auch eine Reduzierung des Einsatzes von Primärrohstoffen (Prognos AG et al., 2020, S. 127).

Deutschland nimmt eine Vorreiterrolle in Europa in der Kreislaufwirtschaft seit Anfang der 1990er-Jahre ein (Lacy et al., 2015, S. 7). Dies liegt zum einen am hohen technologischen Niveau des Kunststoffrecyclings und zum anderen an den hohen Verwertungsquoten von **47 % stofflicher Verwertung** (Recycling) **und 53 % energetischer Verwertung** in Deutschland (Stand: 2019; Conversion Market & Strategy GmbH, 2020, S. 6; Prognos AG et al., 2020, S. 49–50). Im Vergleich zur überdurchschnittlichen Verwertungsquote in Deutschland werden in anderen EU-Mitgliedsstaaten allerdings weiterhin große Anteile der Kunststoffabfälle deponiert. Vor allem die östlicheren Länder wie Ungarn oder Bulgarien fallen in diesem Zusammenhang mit Verwertungsquoten von etwas über 20 % und Deponierungsquoten von etwa 60 % negativ auf (Anhang 2 im elektronischen Zusatzmaterial; PlasticsEurope, 2022b, S. 49).

³ Die Rezyklatquote ergibt sich aus dem Verhältnis der verwendeten Rezyklate (Output des Kunststoffrecyclings, welches Primärkunststoffe ersetzen kann) zum Gesamtkunststoffverbrauch eines neuen Produktes (Conversion Market & Strategy GmbH, 2018, S. 22).

⁴ Einen detaillierten Überblick des Kunststoffbedarfs im Jahr 2020 und der Verwertungswege von Kunststoffabfällen in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten bieten die Dokumente in Anhang 1 und Anhang 2 im elektronischen Zusatzmaterial.

Die Weichen für das vorbildliche Agieren Deutschlands im Kunststoffrecycling wurden 2019 mit der Einführung des Verpackungsgesetzes gestellt (Wenzel, 2020a, S. 42). Es hebt vordergründig auf eine Erhöhung der Rezyklatquoten bei neuen Verpackungen ab (Prognos AG et al., 2020, S. 46). Zur Erreichung dieser Quoten müssen jedoch weitere Schritte sowohl von regulatorischer Seite als auch vonseiten der Verwerter eingeleitet werden, denn die **Marktpreise für Primärkunststoffe** sind **wesentlich niedriger** als für **Rezyklate vergleichbarer Qualität**⁵ (Kunststoff Information Verlagsgesellschaft mbH, 2023). Deshalb greifen die Hersteller immer noch eher auf die kostengünstigere anstatt auf die umweltfreundlichere Alternative als Ressource für kunststoffbasierte Produkte zurück (Prognos AG et al., 2020, S. 127).

Dennoch sehen sich die Marktakteure der Kreislaufwirtschaft in Deutschland zum Handeln aufgefordert, weil der politische Druck aufgrund von gesteigerten Recyclingquoten wächst und das Umweltbewusstsein der Verbraucher steigt, die mit Kunststoffen ein negatives Image verbinden (Prognos AG et al., 2020, S. 127). Die Branche investiert kontinuierlich in neue Technologien und Personal, um die **Standards im Kunststoffrecycling** zu verbessern (Prognos AG et al., 2020, S. 5).

⁵ Die Qualität eines Rezyklates definiert sich über die Reinheit der eigentlichen Kunststoffart (Mellen & Becker, 2022, S. 440).



Problemstellung

2

Der **technologische Fortschritt im Kunststoffrecycling** erfordert die **vollständige Erfassung und Operationalisierung der bisherigen Prozesse**, um Unternehmen in die Lage zu versetzen, relevante Kennzahlen zu erheben, wodurch sich Möglichkeiten zur **gezielten Unternehmenssteuerung** entwickeln lassen (Bayer & Kühn, 2013, S. 137; Buchholz, 2013, S. 26; Hirsch et al., 2001, S. 78–79).

Diese Operationalisierung und Kennzahlenerfassung bieten die Basis für die **kontinuierliche und fortwährende Verbesserung** der derzeitigen Geschäftsprozesse (Deming, 2018, S. 15). Zugleich stellt die durchgehende Leistungsmessung einen Erfolgsfaktor für jedes Unternehmen in einer globalisierten Welt zwecks Wettbewerbsfähigkeit dar (Jagan Mohan Reddy et al., 2019, S. 40).

Die Kunststoffrecycling-Branche bleibt derzeit hinsichtlich ihrer **Standardisierung und systematischen Operationalisierung** der betrieblichen Prozesse noch weit hinter ihrem Potenzial zurück, weshalb in den meisten Unternehmen der Branche kaum oder gar keine Kennzahlenerhebungen beziehungsweise Kalkulationen auf Produkt-, Produktgruppen- oder Unternehmensebene stattfinden (Brouwer et al., 2019, S. 113–114; Orth et al., 2022, S. 106–107). Dies verhindert, dass **Ineffizienzen oder Probleme in der Verarbeitung der Kunststoffabfälle**, wie sie beispielsweise durch schwankende Qualitäten im Input hervorgerufen werden können, **nicht zeitgerecht aufgedeckt** werden (Golkaram et al., 2022, S. 1; Hirsch et al., 2001, S. 78–79; Prognos AG et al., 2020, S. 157; Shamsuyeva & Endres, 2021, S. 3).

Die Kunststoffrecycling-Branche in Deutschland hat mit knapp **90 % kleinen und mittleren Unternehmen** (KMU) einen mittelständischen Charakter (Dispan & Mendl, 2020, S. 18). KMU werden hier entsprechend der Empfehlung der Europäischen Kommission vom 6. Mai 2003 als Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeitenden und einem Jahresumsatz von bis zu 50 Millionen Euro oder

eine Bilanzsumme von bis zu 43 Millionen Euro definiert (Empfehlung 2003/361/EG, 06.05.2003, Artikel 2 (1)).

Wie Keuper et al. (2009, S. 70) hervorheben, reicht das vorhandene Controlling-Instrumentarium in Unternehmen dieser Größe zum einen nicht aus, um die Geschäftsführung entsprechend zu unterstützen, zum anderen spielt das fehlende Controlling bei Insolvenzen von KMU eine elementare Rolle (Becker & Ulrich, 2017, S. 131; Hiebl, 2017, S. 164). Diesen Mangel könnten standardisierte Kennzahlen beheben, indem sie prozesshaft durch standardisierte Datenerfassungsmethoden in Unternehmen der Kunststoffrecycling-Branche erhoben werden, um

- der **Unternehmensführung wichtige Hinweise zur gezielten Steuerung von Prozessen zu geben** (Bayer & Kühn, 2013, S. 137; Buchholz, 2013, S. 26; Hirsch et al., 2001, S. 78–79),
- die **Effizienz** des Kunststoffrecyclings durch die gezielte Steuerung der Prozesse zu erhöhen (Kirchherr et al., 2018, S. 268–269; Mor et al., 2019, S. 901; Schäfermeyer et al., 2012, S. 251) und
- für das Unternehmen **negative Trends zeitgerecht aufzudecken**, sodass die Unternehmensführung dazu befähigt wird, frühzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten (Keuper et al., 2009, S. 61).



Erkenntnisinteresse und Relevanz der Arbeit

3

Im Anschluss an die Darstellung der Ausgangslage und der Problemstellung werden nachfolgend zunächst die Themenfelder aufgezeigt, welche im Rahmen der Dissertation behandelt werden. Daran anknüpfend wird sowohl die Forschungs- als auch die Praxisrelevanz der Dissertation aufgezeigt.

3.1 Themenfelder

In der vorliegenden Dissertation wird sich aufgrund der zentralen Fragestellung mit folgenden Themenfeldern auseinandergesetzt:

- **Kunststoffrecycling,**
- **Controlling,**
- **Prozesse,**
- **Standardisierung** und
- **Digitalisierung.**

3.2 Forschungsrelevanz

Da der bisherige Forschungsfokus im Kunststoffrecycling aktuell auf der **Makroebene** (gesamte Branche, Kunststofftypen) und weniger auf der **Mikroebene** (Produkt, Unternehmen, Prozesse) liegt, wird durch die Dissertation ein **Einstieg in die Prozessebene** ermöglicht (Teil II – 6.2 Forschungslücke). Dieser ist notwendig, weil eine Standardisierung und ein Vergleich der Prozesse zunächst die Kenntnis dieser voraussetzt (Buchholz, 2013, S. 26; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 106).