
Ökoeffizienzanalyse zum Vergleich heterogener Unternehmen

Christian Mechel

Ökoeffizienzanalyse zum Vergleich heterogener Unternehmen

Darstellung am Beispiel der
Wäschereibranche

Mit einem Geleitwort von
Prof. Dr. Oliver Frör und Prof. Dr. Jens Pape

 Springer Spektrum

Dr. Christian Mechel
Landau, Deutschland

Diese Arbeit ist zugleich eine Dissertation mit dem Originaltitel „Entwicklung eines multikriteriellen Bewertungssystems zur Messung der Ökoeffizienz – dargestellt am Beispiel der Wäschereibranche“ am Fachbereich 7: Natur- und Umweltwissenschaften der Universität Koblenz-Landau, 2016.

OnlinePlus Material zu diesem Buch finden Sie auf
<http://www.springerspektrum.de/978-3-658-14692-4>

ISBN 978-3-658-14691-7 ISBN 978-3-658-14692-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-14692-4

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

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2017

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 Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Geleitwort

Vor 300 Jahren formulierte der Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz das Prinzip der Nachhaltigkeit in seiner „*Sylvicultura Oeconomica*“. Heute geht der Begriff weit über die Forstwirtschaft hinaus. Vor dem Hintergrund der nach wie vor bestehenden großen Herausforderungen hinsichtlich Umweltverschmutzung, Biodiversitätsverlust, Klimawandel und der geforderten Dekarbonisierung der Wirtschaft – etwa im Rahmen der vom WBGU geforderten Transformation – hat die Politik das Themenfeld nachhaltige Entwicklung national wie international zum Ziel ihres Handelns gemacht. Gleichzeitig ist nachhaltige Entwicklung eine gesellschaftliche Gestaltungsaufgabe und ihre Umsetzung vom Zusammenspiel aller gesellschaftlichen Akteure abhängig. Staaten, (Bundes-)Länder, Unternehmen, Verbände, Verwaltungen – national wie international – bekennen sich zu den Prinzipien nachhaltiger Entwicklung und gehen diese Aufgabe an: Sie haben Nachhaltigkeitsstrategien aufgelegt, starten Nachhaltigkeitsprojekte und/oder veröffentlichen Nachhaltigkeitsberichte.

Dabei macht die Notwendigkeit der Beteiligung einer Vielzahl verschiedener Akteure und der „systemische Ansatz“, der generell eine nachhaltige Entwicklung kennzeichnet, deutlich, dass nachhaltige Entwicklung nicht einfach als ein Projekt unter vielen verstanden oder durch die Optimierung einiger Stellschrauben des Managements erreicht werden kann. Vielmehr ist der Weg hin zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise eine strategische Querschnittsaufgabe und Herausforderung, die sich den unterschiedlichsten ökologischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklungen und Ansprüchen stellen und kontinuierlich vorangetrieben werden muss.

Das Lösen von Nachhaltigkeitsproblemen setzt dabei ein Denken in Zusammenhängen voraus, das fachliche Grenzen überschreitet, Fristigkeiten notwendiger Maßnahmen vorausschauend umsetzt und die Komplexität von Natur und Gesellschaft berücksichtigt. Zugleich geht es um ethische Fragen – etwa mit Blick auf den Wert und die Begrenztheit natürlicher und gesellschaftlicher Ressourcen.

Betriebliches Nachhaltigkeitsmanagement – verstanden als die Planung, Umsetzung und Kommunikation übergreifender Prozesse als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung – kann somit eine Organisationsentwicklung im Sinne einer lernenden Organisation initiieren. In diesem Kontext hat Nachhaltigkeitsmanagement die Aufgabe, eine Organisation langfristig auf die sich ändernden

systemischen Bedingungen einzustellen und dafür Lern- und Entwicklungsprozesse innerhalb der Organisation zu gestalten.

Dabei stehen mit der Suffizienz-, Konsistenz- und Effizienzstrategie drei Wege hin zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zur Verfügung, die aus einer betrieblichen Perspektive jeweils nur branchenbezogen betrachtet werden können und nur im „Dreiklang“ zu einer nachhaltigen Entwicklung führen.

An dieser Stelle setzt die von Christian Mechel vorgelegte Dissertationsschrift zum Thema „Entwicklung eines multikriteriellen Bewertungssystems zur Messung der Ökoeffizienz – dargestellt am Beispiel der Wäschereibranche“ an. Mit Blick auf die Suffizienzstrategie, d.h. der Suche nach einer Reduzierung des Konsums, eines „Weniger“ und „Langsamer“ geht die für diese Studie gewählte Branche, die „gewerbliche Wiederaufbereitung“, also das gewerbliche Waschen und Trocknen von Textilien, bereits einen geeigneten Weg hin zu einer nachhaltigen Entwicklung. Hinsichtlich der intendierten branchenbezogenen Verbesserung der Konsistenz (etwa das Schließen von Stoffkreisläufen) und insbesondere (Öko-) Effizienz in und von Unternehmen der Wäschereibranche greift der Autor ein bedeutungsvolles und gleichzeitig praxisrelevantes Forschungsfeld auf. Hinzu kommt ein in der Wäschereibranche einschlägiges Erfahrungsdefizit in diesem Themenfeld in der überwiegenden Zahl betrieblicher Entscheidungshierarchien, das zudem durch äußerst heterogene Informationsstrukturen gekennzeichnet ist. Die als Fallbeispiel gewählte Wäschereibranche kann bzgl. des Optimierungspotentials hinsichtlich der Ökoeffizienz als überdurchschnittlich sensibel und mit Blick auf die adressierten Umweltaspekte als relevant bewertet werden und verdient bzw. rechtfertigt damit die Stellung exemplarischer Betrachtung. Die multikriterielle Bewertung der Ökoeffizienz bildet den Kern der Dissertationsschrift von Christian Mechel, ein Themenfeld also, das mit Blick auf die Branche bislang wenig strukturiert und erforscht ist, was von dem Autor als Herausforderung angenommen wird. Die multikriterielle Betrachtung der Ökoeffizienz mit Branchenbezug unterstreicht den innovativen Charakter der vorgelegten Dissertation und ist ein wichtiger Baustein für die Wäschereibranche hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaftsweise. Gleichzeitig wird hinsichtlich der Messung der Umweltleistung und der Vergleichbarkeit der Ressourcen- und Energieverbräuche – durch die Übertragbarkeit des Ansatzes – ein wichtiges Beispiel für andere Betriebe einer heterogenen Branche gegeben. Als Betreuer dieses Dissertationsprojekts wünschen wir dieser Schrift eine weite Verbreitung und hoffen, dass die hier dargestellten Ansätze zur Nachahmung und Fortführung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung anregen.

Landau und Eberswalde

Prof. Dr. Oliver Frör

Prof. Dr. Jens Pape

Danksagung

Im Rahmen der Erstellung meiner Dissertation möchte ich mich bei denjenigen bedanken, die mich in dieser spannenden Phase meiner akademischen Laufbahn begleitet haben. Mein besonderer Dank gilt meinen beiden Professoren Herrn Prof. Dr. Oliver Frör und Herrn Prof. Dr. Jens Pape, die mit ihren sehr hilfreichen Anregungen und Hinweisen diese Arbeit begleitet und gefördert haben. Ohne ihren wertvollen akademischen Rat wäre diese Arbeit nicht entstanden.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. Andreas Schmidt, meinem Betreuer bei den Hohenstein Instituten in Bönningheim, sowie meinen Kollegen, die mich in den vergangenen Jahren mit bereichernden Tipps und Diskussionsbeiträgen wiederholt in neue thematische Bahnen gelenkt haben. Persönlich möchte ich mich noch bei Frau Dr. Bianca-Michaela Wölfling, sowie Herrn Marvin Loibl bedanken, welche mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen. Schließlich gilt mein Dank meiner Familie für deren liebevolle Fürsorge und nachhaltige Unterstützung.

Christian Mechel

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis	XIX
Abkürzungsverzeichnis.....	XXIII
Kurzzusammenfassung	XXVII
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielstellung	6
1.3 Ablauf der Arbeit	7
2 Konzept des nachhaltigen Wirtschaftens.....	9
2.1 Das Bewertungssystem vor dem Hintergrund des nachhaltigen Wirtschaftens	9
2.2 Die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des Konzeptes des nachhaltigen Wirtschaftens	9
2.3 Konzepte einer nachhaltigen Unternehmensführung	18
2.4 Managementsysteme der Nachhaltigkeit	23
2.5 Konzeptionelle Einordnung des gewählten Nachhaltigkeitsverständnisses	26
3 Stand der Forschung in der Umweltleistungsbewertung	29
3.1 Kennzahlenbezogene Umweltleistungsbewertung.....	29
3.1.1 Der Begriff der Umweltleistung	29
3.1.2 Umweltkennzahlen und Umweltkennzahlensysteme	32
3.1.2.1 Definition und Bedeutung	32
3.1.2.2 Arten und Klassen von Umweltkennzahlen	33
3.2 Ökobilanzierung nach der DIN EN ISO 14040/14044	35
3.2.1 Definition einer Ökobilanz.....	35
3.2.2 Grundintention der Ökobilanzierung	36
3.2.3 Ablauf der Ökobilanzierung.....	37
3.2.4 Zielfestlegung und Bestimmung des Untersuchungsrahmens.....	37
3.2.5 Sachbilanz.....	38
3.2.6 Wirkungsabschätzung	38
3.3 Ausgewählte Ansätze der kennzahlenbezogenen Umweltleistungsbewertung.....	41

3.3.1	Die Methode der ökologischen Knappheit.....	41
3.3.1.1	Vorgehen bei der Berechnung der Umweltbelastungspunkte	42
3.3.1.2	Vor- und Nachteile der Methode der ökologischen Knappheit... ..	43
3.3.2	Der Ökologische Fußabdruck	44
3.3.2.1	Der Ökologische Fußabdruck als Instrument der ökologischen Buchhaltung	44
3.3.2.2	Vor- und Nachteile der Methode des Ökologischen Fußabdrucks.....	44
3.3.3	Der Organisation Environmental Footprint	45
3.3.3.1	Ziele des Organisation Environmental Footprints	47
3.3.3.2	Ablauf und Systemgrenzen des Organisation Environmental Footprints	47
3.3.4	Die DIN EN ISO 14072 – Organisational Life Cycle Assessment.....	50
4	Die Wäschereibranche.....	53
4.1	Branchenvertretung und -struktur	53
4.2	Das Betriebsmodell einer gewerblichen Wäscherei.....	55
4.3	Inputbetrachtung einer gewerblichen Wäscherei	57
4.3.1	Faktor Mechanik	58
4.3.2	Faktor Chemie.....	60
4.3.3	Faktor Temperatur	62
4.3.4	Faktor Zeit.....	63
4.3.5	Faktor Wasser	64
4.4	Stand der Forschung und Technik in der Wäschereibranche.....	67
4.5	Outputbetrachtung einer gewerblichen Wäscherei	71
4.5.1	Eingrenzung der Outputbetrachtung	71
4.5.2	Quellen der Abwasserbelastung und Maßnahmen zur Minderung.....	71
4.5.3	Abwasseraufbereitung.....	73
4.5.4	Wasserrecht in Deutschland – Abwasser-Grenzwerte für gewerbliche Wäschereien	75
4.6	Anwendung der Ökobilanzierung in der Wäschereibranche.....	78
4.7	Wesentliche ressourcen- und energiespezifische Charakteristika im Betriebsablauf einer gewerblichen Wäscherei	82
4.7.1	Auswirkung der Maschinenausstattung bzw. Infrastruktur auf den Ressourcen- und Energieverbrauch einer gewerblichen Wäscherei.....	82
4.7.2	Auswirkung der Kundengruppen auf den Ressourcen- und Energieverbrauch einer gewerblichen Wäscherei	83

4.7.3	Auswirkung der Wäschearten auf den Ressourcen- und Energieverbrauch einer gewerblichen Wäscherei	85
4.7.4	Auswirkung der Verschmutzungsarten auf den Ressourcen- und Energieverbrauch einer gewerblichen Wäscherei	85
4.7.5	Die ressourcen- und energiebezogenen Verbrauchskriterien einer gewerblichen Wäscherei	85
4.7.5.1	Die Kriterien der sekundären Waschwirkung als Qualitätsstandard in der Wäschereibranche	86
4.7.5.2	Von den Kriterien der sekundären Waschwirkung zum Werterhalt	86
5	Methodik des branchenunabhängigen ressourcen- und energiebezogenen Benchmarksystems	91
5.1	Problematik bei der Messung der Nachhaltigkeit	91
5.2	Das Konzept des individuellen Gesamtgewichtungsfaktors	93
5.2.1	Die ressourcen- und energiebezogenen Bewertungskriterien	95
5.2.2	Die ressourcen- und energiebezogenen Unterscheidungskriterien	96
5.3	Ermittlung des geeigneten Bewertungsverfahrens bei Mehrfachzielsetzung im Rahmen des Konzeptes des individuellen Gesamtgewichtungsfaktors	97
5.3.1	Verfahren der mathematischen Programmierung (MODM)	105
5.3.2	Klassifikation multiattributiver Verfahren	105
5.3.2.1	Prävalenzverfahren bzw. Outranking	105
5.3.2.2	Multikriterielle Bewertungsverfahren	107
5.4	Generierung eines Teilgewichtungsfaktors	148
5.4.1	Ermittlung von relativen Wichtigkeiten und Kriteriengewichtungen	148
5.4.2	Berücksichtigung betriebsindividueller Spezifika	155
5.4.3	Ermittlung der Teilgewichtungsfaktoren aus Kriteriengewichtungen und betriebsindividuellen Spezifika	156
5.5	Generierung des individuellen Gesamtgewichtungsfaktors aus den Teilgewichtungsfaktoren	159
6	Das betriebsindividuelle ressourcen- und energiebezogene Benchmarksystem am Beispiel der Wäschereibranche	167
6.1	Zielsetzung und anwendungsbezogener Rahmen	167
6.1.1	Die ressourcen- und energiebezogenen Bewertungskriterien einer gewerblichen Wäscherei	169
6.1.2	Die ressourcen- und energiebezogenen Unterscheidungskriterien einer gewerblichen Wäscherei	175

6.2	Generierung der Teilgewichtungsfaktoren einer gewerblichen Wäscherei	188
6.2.1	Ermittlung von relativen Wichtigkeiten und Kriteriengewichtungen einer gewerblichen Wäscherei.....	188
6.2.2	Berücksichtigung betriebsindividueller Spezifika einer gewerblichen Wäscherei	194
6.2.3	Ermittlung der Teilgewichtungsfaktoren aus Kriteriengewichtungen und betriebsindividuellen Spezifika einer gewerblichen Wäschereien	197
6.3	Generierung des individuellen Gesamtgewichtungsfaktors aus den Teilgewichtungsfaktoren einer gewerblichen Wäscherei	204
6.4	Case Study eines anonymen Wäschereibetriebes - Schwachstellenerkennung und Entscheidungsunterstützung	205
6.4.1	Bestimmung des Maschinenausstattungs-Teilgewichtungsfaktors.....	212
6.4.2	Bestimmung des Kundenmix-Teilgewichtungsfaktors	212
6.4.3	Bestimmung des Wäscheart-Teilgewichtungsfaktors	212
6.4.4	Bestimmung des Verschmutzungsart-Teilgewichtungsfaktors	213
6.4.5	Bestimmung des individuellen Gesamtgewichtungsfaktors.....	213
6.4.6	Bewertung eines anonymen Wäschereibetriebes mit dem individuellen Gesamtgewichtungsfaktor.....	215
6.4.6.1	Bewertung der Energieeffizienz.....	215
6.4.6.2	Bewertung der Chemieeffizienz.....	216
6.4.6.3	Bewertung der Wassereffizienz	217
6.4.6.4	Bewertung der Transporteffizienz	217
6.4.6.5	Bewertung der Verarbeitungsqualität	219
6.4.6.6	Bewertung des Werterhalts eines anonymen Wäschereibetriebes	223
6.4.6.7	Zusammenfassung der Bewertung des anonymen Wäschereibetriebes	229
6.5	Darstellung der Ergebnisse der 40 Stichproben-Betriebe	230
7	Diskussion.....	245
7.1	Methodik.....	245
7.1.1	Beurteilung des gewählten multikriteriellen Bewertungsverfahrens des Analytischen Hierarchieprozesses	245
7.1.2	Die Korrekturfaktoren.....	248
7.1.3	Mathematische Abhängigkeiten zwischen den Unterscheidungskriterien	248

7.1.4	Vor- und Nachteile der Methodik des branchenunabhängigen Benchmarksystems hinsichtlich ausgewählten Ansätzen der kennzahlenbezogenen Umweltleistungsbewertung.....	249
7.1.5	Vor- und Nachteile der entwickelten Methodik hinsichtlich der Methode der ökologischen Knappheit	250
7.1.6	Vor- und Nachteile der entwickelten Methodik hinsichtlich des Organisation Environmental Footprints.....	251
7.1.7	Vor- und Nachteile der entwickelten Methodik hinsichtlich des Organisational Life Cycle Assessments.....	252
7.2	Ergebnisdiskussion	253
7.2.1	Die wissenschaftliche Präzision des betriebsindividuellen Benchmarksystems	253
7.2.2	Die Ausprägungstiefe der Datenabfrage des betriebsindividuellen Benchmarksystems.....	254
7.2.3	Das Unterscheidungskriterium Maschinenausstattung des betriebsindividuellen Benchmarksystems.....	255
7.2.4	Das Unterscheidungskriterium Kundenmix des betriebsindividuellen Benchmarksystems.....	255
7.2.5	Das Unterscheidungskriterium Wäscheart des betriebsindividuellen Benchmarksystems.....	257
7.2.6	Weitere mögliche Einflussfaktoren des Ressourcen- und Energieverbrauchs des betriebsindividuellen Benchmarksystems	257
7.2.7	Die Anpassung der Bewertungskriterien mit dem individuellen Gesamtgewichtungsfaktor im Rahmen des betriebsindividuellen Benchmarksystems	258
7.2.8	Interpretation der Ergebnisse des betriebsindividuellen Benchmarksystems	259
8	Schlussbetrachtung und Ausblick	263
9	Zusammenfassung	269
	Literaturverzeichnis	273
	Anhang.....	285

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i>	Makroökonomische Entwicklungsstufen der Ökoeffizienz eines Unternehmens (Zuber, 2008, S. 48)....	21
<i>Abbildung 2:</i>	Elemente der Ökoeffizienz und deren Beurteilung (Zuber, 2008, S. 50).....	22
<i>Abbildung 3:</i>	Umweltaspekte und Umweltleistung (Pape, 2002, S. 33) .	31
<i>Abbildung 4:</i>	Klassifizierung von Umweltkennzahlen (eigene Darstellung)	35
<i>Abbildung 5:</i>	Systematik, Rahmen und Ablauffolge der Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040: 2009	37
<i>Abbildung 6:</i>	Charakterisierung von Kohlenstoffdioxid und Methan (eigene Darstellung in Anlehnung an Albrecht, 2010)	40
<i>Abbildung 7:</i>	Die Grundzüge des Organisation Environmental Footprints (eigene Darstellung in Anlehnung an Pant et al., 2013, S. 7).....	46
<i>Abbildung 8:</i>	Ablaufschritte des Organisation Environmental Footprints (Pant et al., 2013, S. 11)	48
<i>Abbildung 9:</i>	Geltungsbereich bzw. Systemgrenzen im Rahmen der OEF-Methode (Pant et al., 2013, S. 11)	49
<i>Abbildung 10:</i>	Wirkungskategorien der OEF-Methode (eigene Darstellung in Anlehnung an Pant et al., 2013, S. 14)	50
<i>Abbildung 11:</i>	Durchschnittliche Tagesleistungen gewerblicher Wäschereien in Deutschland (GG (B), 2013).....	54
<i>Abbildung 12:</i>	Verteilung der Kundengruppen gewerblicher Wäschereien in Deutschland (Intex, 2012).....	55
<i>Abbildung 13:</i>	Prozesslandkarte der gewerblichen Wiederaufbereitung von Textilien (in Anlehnung an Beeh, 2013, S. 8)	56
<i>Abbildung 14:</i>	Unterschiedliche Waschprozesse mit gleicher Waschqualität (eigene Darstellung in Anlehnung an Henning (2006), S. 14)	57
<i>Abbildung 15:</i>	Desinfizierende Wirkung einer erhöhten Waschtemperatur (Kelsey, et al., 1969).....	63
<i>Abbildung 16:</i>	Quellen der Abwasserbelastung (Education and Culture (B), 2007, S. 4)	72

<i>Abbildung 17:</i>	Der Wäschereibetrieb als Direkt- oder Indirekteinleiter (Education and Culture (C), 2007, S. 9)	74
<i>Abbildung 18:</i>	Darstellung der Wäscherei im Rahmen der Sachbilanzerstellung (Mielecke, 2006, S. 90)	79
<i>Abbildung 19:</i>	Darstellung der Waschmittel-Herstellung im Rahmen der Sachbilanzerstellung (Mielecke, 2006, S. 90)	79
<i>Abbildung 20:</i>	Das Werterhaltmodell.....	89
<i>Abbildung 21:</i>	Konzept des individuellen Gesamtgewichtungsfaktors	94
<i>Abbildung 22:</i>	Kriterienhierarchie beim Kauf eines PKWs (in Anlehnung an Geldermann, 2013, S. 7)	100
<i>Abbildung 23:</i>	Entscheidungsunterstützung bei Mehrfachzielsetzung (in Anlehnung an Ruhland, 2004, S. 10; Von Nitzsch, 1992, S. 30)	104
<i>Abbildung 24:</i>	Vorgehensweise bei der Nutzwertanalyse (Bechmann, 978, S. 29)	110
<i>Abbildung 25:</i>	Zielhierarchie der NWA beim Autokauf	111
<i>Abbildung 26:</i>	Modellhierarchie „Wahl des optimalen PKWs“ (eigene Darstellung in Anlehnung an Meixner, 2012, S. 239)	117
<i>Abbildung 27:</i>	Sensitivitätsanalyse des Kriteriums „Design“	119
<i>Abbildung 28:</i>	Sensitivitätsanalyse des Kriteriums „Verbrauch“	120
<i>Abbildung 29:</i>	Ablaufschema des AHP (eigene Darstellung)	127
<i>Abbildung 30:</i>	Hierarchie des AHP (eigene Darstellung)	128
<i>Abbildung 31:</i>	Die Kriteriengewichtungen in der Software Expert Choice.....	133
<i>Abbildung 32:</i>	Intransitivität im Rahmen einer konsistenten Entscheidung	134
<i>Abbildung 33:</i>	Eine vollständig transitive Entscheidung.....	134
<i>Abbildung 34:</i>	Generierung von relativen Wichtigkeiten durch Paarvergleiche der Unterscheidungskriterien	149
<i>Abbildung 35:</i>	Generierung von Kriteriengewichtungen durch Paarvergleiche der entsprechenden Sub-Unterscheidungskriterien	150
<i>Abbildung 36:</i>	Das Ausnahme-Unterscheidungskriterium: Maschinenausstattung.....	154
<i>Abbildung 37:</i>	Die betriebsindividuellen Spezifika im Rahmen der Generierung eines Teilgewichtungsfaktors	155
<i>Abbildung 38:</i>	Die Generierung eines Teilgewichtungsfaktors.....	156
<i>Abbildung 39:</i>	Ermittlung des individuellen Gesamtwichtungsfaktors.....	159

<i>Abbildung 40:</i>	Abfrage der ressourcen- und energiebezogenen Verbrauchsmengen im Wäscherei-Fragebogen	171
<i>Abbildung 41:</i>	Bewertung der Verarbeitungsqualität anhand der Kriterien der sekundären Waschwirkung	174
<i>Abbildung 42:</i>	Auszug der Arbeitspapiere des Arbeitskreises Benchmarking (Hohenstein Institute, 2010).....	176
<i>Abbildung 43:</i>	Die Ermittlung der Teilgewichtungsfaktoren (Übersichtsdarstellung; Detailansichten nachfolgend)	178
<i>Abbildung 44:</i>	Stückkosten der Wiederaufbereitung in Abhängigkeit zur Ausbringungsmenge	184
<i>Abbildung 45:</i>	Maschinenausstattung-Betriebsgrößen-Cluster mit entsprechenden Durchschnitts-tangenten	187
<i>Abbildung 46:</i>	Paarvergleich mit Ausprägungsabfrage zur Generierung der relativen Wichtigkeiten.....	189
<i>Abbildung 47:</i>	Paarvergleich mit Ausprägungsabfrage zur Ermittlung von Kritierengewichtungen des Unterscheidungskriteriums Kundenmix	190
<i>Abbildung 48:</i>	Aufstellung des Zielsystems und Verarbeitung der gemittelten Prioritäteneinschätzungen zur Ermittlung der relativen Wichtigkeiten	193
<i>Abbildung 49:</i>	Abfrage der „relativen Tonnagenanteile“ der Kundenmixe	195
<i>Abbildung 50:</i>	Abfrage der „relativen Tonnagenanteile“ der Wäschearten	195
<i>Abbildung 51:</i>	Abfrage der „relativen Tonnagenanteile“ der Verschmutzungsarten	196
<i>Abbildung 52:</i>	Generierung des individuellen Gesamtgewichtungsfaktors.....	200
<i>Abbildung 53:</i>	Bewertungsablauf der Verarbeitungsqualität.....	222
<i>Abbildung 54:</i>	Zusammensetzung des Werterhalts aus Waschen und Trocknen.....	223
<i>Abbildung 55:</i>	Punktzahl-Ermittlung der Trocknungsarten	224
<i>Abbildung 56:</i>	Bewertungsstufen des Werterhalts einer gewerblichen Wäscherei	228
<i>Abbildung 57:</i>	Summe der Teilgewichtungsfaktoren der Stichproben-Betriebe klassifiziert nach Größencluster in Abhängigkeit der Jahrestonnage.....	234
<i>Abbildung 58:</i>	Maschinenausstattungs-Teilgewichtungsfaktoren der Stichprobenbetriebe klassifiziert nach Größencluster in Abhängigkeit der Jahrestonnage.....	235

<i>Abbildung 59:</i>	Kundenmix-Teilgewichtungsfaktoren der Stichprobenbetriebe klassifiziert nach Größencluster in Abhängigkeit der Jahrestonnage.....	236
<i>Abbildung 60:</i>	Wäscheart-Teilgewichtungsfaktoren der Stichprobenbetriebe klassifiziert nach Größencluster in Abhängigkeit der Jahrestonnage.....	241
<i>Abbildung 61:</i>	Verschmutzungsart-Teilgewichtungsfaktoren der Stichprobenbetriebe klassifiziert nach Größencluster in Abhängigkeit der Jahrestonnage.....	242

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1:</i>	Auflistung gängiger Wirkungskategorien (Albrecht, 2010)	39
<i>Tabelle 2:</i>	Durchschnittliche Mitarbeiterzahlen gewerblicher Wäschereien in Deutschland (GG (B), 2013).....	54
<i>Tabelle 3:</i>	Hauptinhaltsstoffe und Eigenschaften industrieller Waschmittel (eigene Darstellung)	61
<i>Tabelle 4:</i>	Flecken- und Schmutzentfernung im Rahmen verschiedener Aufbereitungsverfahren (Hohenstein Academy, 2012b, Kapitel 8, S. 22)	66
<i>Tabelle 5:</i>	Beispiel eines Verfahrensaufbaus für Weißwäsche (Hohenstein Academy, 2012b, Kapitel 8, S. 23)	67
<i>Tabelle 6:</i>	Sachbilanz OP-Kittel mit allen Lebenszyklusphasen (Mielecke, 2006, S. 103)	80
<i>Tabelle 7:</i>	Die Zusammensetzung der Kundengruppen (Hohenstein Institute, 2010).....	84
<i>Tabelle 8:</i>	Ergebnismatrix der NWA beim Autokauf.....	111
<i>Tabelle 9:</i>	Bewertungsschema der NWA beim Autokauf.....	112
<i>Tabelle 10:</i>	Entscheidungsmatrix der NWA beim Autokauf.....	112
<i>Tabelle 11:</i>	Bewertungsschema zur Gewichtung der Kriterien der NWA beim Autokauf	113
<i>Tabelle 12:</i>	Gewichtung der Bewertungskriterien (obere Hälfte der Prioritätsmatrix).....	113
<i>Tabelle 13:</i>	Gewichtung der Bewertungskriterien (gesamte Prioritätsmatrix).....	114
<i>Tabelle 14:</i>	Gewichtung der Kriterien	114
<i>Tabelle 15:</i>	Ermittlung der gewichteten Teilnutzen beim Autokauf...	115
<i>Tabelle 16:</i>	Bestimmung des Gesamtnutzenwerts der Alternativen ...	115
<i>Tabelle 17:</i>	Relevanter Ausschnitt der Entscheidungsmatrix der NWA für die Sensitivitätsanalyse.....	117
<i>Tabelle 18:</i>	Ranking der Alternativen	120
<i>Tabelle 19:</i>	Ergebnismatrix des AHP beim Autokauf	128
<i>Tabelle 20:</i>	Die Bewertungsskala des AHP (in Anlehnung an Haedrich et al., 1986, S. 123)	129

<i>Tabelle 21:</i>	Vereinfachtes Verfahren des AHP – Kriteriengewichtung	129
<i>Tabelle 22:</i>	Vereinfachtes Verfahren des AHP – Normierung	130
<i>Tabelle 23:</i>	Vereinfachtes Verfahren des AHP – relative Gewichtung	130
<i>Tabelle 24:</i>	Exaktes Verfahren des AHP – Kriteriengewichtung	131
<i>Tabelle 25:</i>	1. Iterationsschritt des AHP	132
<i>Tabelle 26:</i>	2. Iterationsschritt des AHP	132
<i>Tabelle 27:</i>	3. Iterationsschritt des AHP	132
<i>Tabelle 28:</i>	Paarweiser Vergleich der Alternativen für Kriterium K_1 (Design)	135
<i>Tabelle 29:</i>	Gewichtung der Alternativen für Kriterium K_1 (Design)	136
<i>Tabelle 30:</i>	Paarweiser Vergleich und Gewichtung der Alternativen für Kriterium K_2 (Verbrauch)	136
<i>Tabelle 31:</i>	Paarweiser Vergleich und Gewichtung der Alternativen für Kriterium K_3 (Sicherheit)	137
<i>Tabelle 32:</i>	Paarweiser Vergleich und Gewichtung der Alternativen für Kriterium K_4 (Qualität/Zuverlässigkeit)	137
<i>Tabelle 33:</i>	Ermittlung der gewichteten Teilnutzen im AHP	138
<i>Tabelle 34:</i>	Ermittlung des Gesamtnutzenwerts im AHP	138
<i>Tabelle 35:</i>	Berechnung der Durchschnittsmatrix	140
<i>Tabelle 36:</i>	R-Werte nach Saaty (Meixner et al., 2012, S. 237)	141
<i>Tabelle 37:</i>	Tabelle 37: Die Kriteriengewichtungen	141
<i>Tabelle 38:</i>	Ermittlung des Konsistenzwertes	142
<i>Tabelle 39:</i>	Rangfolge der Alternativen	143
<i>Tabelle 40:</i>	AHP-Abfragekasten eines Paarvergleichs	151
<i>Tabelle 41:</i>	Die Maschinenausstattung-Betriebsgrößen-Cluster gewerblicher Wäschereien nach Jahrestonnagen	185
<i>Tabelle 42:</i>	Jahresdurchschnittstonnagen der Maschinenausstattung-Betriebsgrößen-Cluster gewerblicher Wäschereien	186
<i>Tabelle 43:</i>	Durchschnittssteigungen der Jahrestonnagensdurchschnittswerte innerhalb der Maschinenausstattung-Betriebsgrößen-Cluster gewerblicher Wäschereien	186
<i>Tabelle 44:</i>	Generierung von Prioritäteneinschätzungen aus Jahresdurchschnittstonnagen der Maschinenausstattung-Betriebsgrößen-Cluster	186

<i>Tabelle 45:</i>	Kriteriengewichtungen der Sub-UK der Maschinenausstattung einer gewerblichen Wäscherei.....	187
<i>Tabelle 46:</i>	Auszug der Prioritäteneinschätzungen der Branche	191
<i>Tabelle 47:</i>	Kriteriengewichtungen des Unterscheidungskriteriums Maschinenausstattung.....	206
<i>Tabelle 48:</i>	Kriteriengewichtungen des Unterscheidungskriteriums Kundenmix	206
<i>Tabelle 49:</i>	Kriteriengewichtungen des Unterscheidungskriteriums Wäscheart	207
<i>Tabelle 50:</i>	Kriteriengewichtungen des Unterscheidungskriteriums Verschmutzungsart	208
<i>Tabelle 51:</i>	Tonnagenanteile des Unterscheidungskriteriums Maschinenausstattung.....	209
<i>Tabelle 52:</i>	Tonnagenanteile des Unterscheidungskriteriums Kundenmix	209
<i>Tabelle 53:</i>	Tonnagenanteile des Unterscheidungskriteriums Wäscheart	210
<i>Tabelle 54:</i>	Tonnagenanteile des Unterscheidungskriteriums Verschmutzungsart	211
<i>Tabelle 55:</i>	Korrigierte Teilgewichtungsfaktoren des anonymen Wäschereibetriebes	213
<i>Tabelle 56:</i>	Relative Wichtigkeiten des anonymen Wäschereibetriebes	214
<i>Tabelle 57:</i>	Tonnagenanteile des Unterscheidungskriteriums Kundenmix des anonymen Wäschereibetriebes	226
<i>Tabelle 58:</i>	Tonnagenanteile des Unterscheidungskriteriums Wäscheart des anonymen Wäschereibetriebes	226
<i>Tabelle 59:</i>	Die Teilgewichtungsfaktoren der Stichprobe	231
<i>Tabelle 60:</i>	Darstellung der Kundenmixe.....	237
<i>Tabelle 61:</i>	Kundenmix-Tonnagenanteile großer Wäschereien	237
<i>Tabelle 62:</i>	Kundenmix-Tonnagenanteile mittlerer Wäschereien	238
<i>Tabelle 63:</i>	Kundenmix-Tonnagenanteile kleiner Wäschereien	238

Abkürzungsverzeichnis

AETP	Aquatic Ecological Toxicity Potential
AHP	Analytische Hierarchie Prozess
ANOVA	Analysis of Variance
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
AP	Acid Potential
BCSD	Business Council for Sustainable Development
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BK	Bewertungskriterium
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktor sicherheit
BS	Betriebsspezifisches Spezifikum
BSB	Biologische Sauerstoffbedarf
CI	Consistency Index
CR	Consistency Ratio
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
CSD	Commission for Sustainable Development
CSR	Corporate Social Responsibility
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DNK	Deutscher Nachhaltigkeitskodex
DTV	Deutscher Textilreinigungs-Verband e.V.
EFFAS	European Federation of Financial Analysts Societies
EHS	Environment, Health and Safety-Management
ELECTRE	Elimination Et Choice Translation Reality
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EP	Eutrophierungspotenzial
ESG	Environmental, Social, Governance
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FWL	Fachverband für Wäscherei-, Textil- und Versorgungsma- nagement e.V.
GG	Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e.V.
GGF	Gesamtgewichtungsfaktor
GRI	Global Reporting Initiative
GRTS	Grenzrate der technischen Substitution

GWP	Global Warming Potential
HTP	Human Toxicity Potential
ICC	International Chamber of Commerce
Intex	Industrieverband Textil-Service e.V.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
KF	Korrekturfaktor
KG	Kriteriengewichtung
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
KPI	Key Performance Indicator
kWh	Kilowattstunde
LKW	Lastkraftwagen
MADM	Multi Attributive Decision Making
MAUT	Multi Attributive Utility Theory
MCDM	Multi Criteria Decision Making
MODM	Multi Objective Decision Making
NWA	Nutzwertanalyse
ODP	ozone depletion potential
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PE	Produktionseinheit
POCP	Photochemical Ozone Creation Potential
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation
RAL	Reichsausschuss für Lieferbedingungen
RKI	Robert-Koch-Institut
RNE	Rat für nachhaltige Entwicklung
RW	Relative Wichtigkeit
TA	Tonnagenanteile
TEPT	Terrestrial Ecotoxicity Potential
TGF	Teilgewichtungsfaktor
TKF	Teilkorrekturfaktor
UK	Unterscheidungskriterium
UN	United Nations
UN DESA	United Nations Department of Economic and Social Affairs
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNEP	United Nations Environment Programme
VK	Verbrauchskriterien
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

WBGU	Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WCED	World Commission on Environment and Development
WGK	Waschgangkontrollgewebe
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WIRTEX	Wirtschaftsverband Textil-Service
XML	Extensible Markup Language

Kurzzusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie eine repräsentative und aussagekräftige Vergleichbarkeit hinsichtlich der Nachhaltigkeitsleistung (Ökoeffizienz) von Unternehmen branchenunabhängig gewährleistet werden kann trotz der Problematik der Definition repräsentativer Bewertungskriterien der Nachhaltigkeit, sowie der Heterogenität der zu bewertenden Branchen. Bisherige Konzepte zu Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsystemen (z.B. EMAS, ISO 14000, ISO 26000, EMASplus), zur Umweltleistungsmessung sowie zur Nachhaltigkeitsbewertung und -berichterstattung (z.B. DNK, GRI) sind mit ihren branchenunabhängigen Formulierung zu allgemein gehalten, um für eine konkrete effizienzorientierte Messung nachhaltigen Wirtschaftens von Unternehmen geeignet zu sein.

Folglich besteht kein System zur Messung der Umweltleistung, um den Forschungsbedarf der Herstellung einer aussagekräftigen Vergleichbarkeit der Ressourcen- und Energieverbräuche der Betriebe einer heterogenen Branche zu begegnen. Angesichts dessen wurde im Rahmen der Arbeit eine allgemeine und branchenunabhängig anwendbare aber dennoch -spezifische Methodik zur Herstellung der Vergleichbarkeit von Unternehmen einer Branche hinsichtlich der Ressourcen- und Energieeffizienz entwickelt. Dabei stellt der Kern der Methodik die Generierung eines betriebsindividuellen Gesamtgewichtungsfaktors dar (GGF-Konzept), welcher als Operationalisierung der Vergleichbarkeit angesehen werden kann und damit der Problematik der Heterogenität begegnet. Die Ermittlung von Kriteriengewichtungen im Rahmen des GGF-Konzeptes kann in Analogie zu einem Entscheidungsproblem bei Mehrfachzielsetzung (Multi Criteria Decision Making – MCDM) gesehen werden, da mehrere Kriterien und Subkriterien zueinander in Relation gesetzt werden mussten. Infolgedessen stellte sich der Analytische-Hierarchie-Prozess als das geeignete Verfahren im Rahmen der Methodikentwicklung heraus. Anwendung fand die Methodik in einem ersten empirischen Test anhand einer ausgewählten Stichprobe von 40 Wäschereibetrieben. Dabei zeigten die Ergebnisse auf, dass repräsentatives sowie aussagekräftiges betriebsindividuelles Benchmarking der Ressourcen- und Energieverbräuche völlig unterschiedlicher und bislang nicht vergleichbarer Betriebe möglich wurde. Hierfür mussten zunächst branchenspezifische repräsentative Bewertungskriterien der Ressourcen- und Energieeffizienz bestimmt werden. Abschließend konnten betriebsspezifische Brennpunkte identifiziert und somit

Handlungsempfehlungen zur Optimierung der Ressourcen- und Energieeffizienz der Wäschereibetriebe abgeleitet werden, sodass eine zielorientierte Reduzierung des Ressourcen- und Energieverbrauchs folgen kann.