



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Wirtschaftswissenschaften

DRESDNER BEITRÄGE ZUR LEHRE DER BETRIEBLICHEN UMWELTÖKONOMIE

Nr. 37/2009

Günther, E. (Hrsg.)

Life Cycle Costing - Systematisierung bestehender Studien

Höhne, C.

Umwelleistungsmessung

Herausgeber:



Lehrstuhl für
Betriebswirtschaftslehre
Betriebliche Umweltökonomie

ISSN 1611-9185

Prof. Dr. Edeltraud Günther
Dipl.-Volksw. Christoph Höhne

Technische Universität Dresden
Fakultät Wirtschaftswissenschaften
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre,
insbes. Betriebliche Umweltökonomie
01062 Dresden

Telefon: (0351) 463-3 4313

Telefax: (0351) 463-3 7764

E-Mail: bu@mailbox.tu-dresden.de

www.tu-dresden.de/wwbwlbu

Als wissenschaftliches elektronisches Dokument veröffentlicht auf dem Hochschulschriftenserver der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) unter:

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-26558>

Diplomarbeit eingereicht: 2009

Veröffentlicht: 2009

Vorwort

Die Bedeutung der natürlichen Umwelt in den Wirtschaftswissenschaften hat in den vergangenen Jahren kontinuierlich zugenommen: Durch die zunehmende ökologische Knappheit entwickelt sie sich zu einem ökonomisch knappen und somit entscheidungsrelevanten Parameter. Das Forschungsprogramm des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insb. Betriebliche Umweltökonomie an der Technischen Universität Dresden spiegelt sich auch im Aufbau der Lehre wider. So fließen die gewonnenen Erkenntnisse aus theoretischer und praktischer Forschung direkt in die einzelnen Lehrveranstaltungen ein. Die vorliegenden „Dresdner Beiträge zur Lehre der Betrieblichen Umweltökonomie“ sollen diesen Prozess der Verzahnung unterstützen. Inhalt der Schriftenreihe sind in erster Linie ausgewählte Diplomarbeiten des Lehrstuhls für Betriebliche Umweltökonomie, durch die der Leser Einblick in die Arbeitsschwerpunkte und Transparenz über die Arbeitsinhalte gewinnen soll.

Die Gestaltung der Schriftenreihe ist Frau Dr. Susann Silbermann zu verdanken, die Koordination der vorliegenden Schriftenreihe erfolgte durch Dipl.-Kffr. Kristin Stechemesser.

Die vorliegende Ausgabe untersucht Wesensmerkmale des Life Cycle Costing (LCC, dt. Lebenszykluskostenrechnung) und dessen Anwendung veröffentlicht in Fachzeitschriften. Aufgrund der langen Historie des LCC seit Beginn der 30er Jahre, gibt es zu dem Forschungsthema bereits eine Vielzahl theoretischer und empirischer Studien. Dennoch existiert bis heute keine einheitliche Definition oder ein standardisierter methodischer Rahmen. Das Ziel dieser Arbeit ist es, LCC zu charakterisieren und eine sinnvolle Methode für die Klassifizierung der vorhandenen Forschungsarbeiten zu identifizieren um methodische und inhaltliche Unterschiede darzustellen.

Angewandt wird die Methodik des Literature Review, respektive einer Mischform explorativ-induktiver, qualitativer und quantitativer Inhaltsanalyse. Den Prozess der Charakterisierung und Systematisierung leiten folgende Fragestellungen: Was sind die Motivatoren der Anwendung von LCC in Firmen? Gibt es ein standardisiertes Konzept analog zur Ökobilanz (LCA)? Was sind die wesentlichen Vorteile von LCC? Was ist momentan unbefriedigend erforscht? Wo und in welcher Form wird LCC angewandt? Ergeben sich aus F-1 bis F-4 spezifische Anwendungsbereiche? Zu Beginn erfolgt im Sinne der Vision des Life Cycle Thinking eine Erörterung möglicher Motivationen einer Zuwendung zu LCC aus unternehmerischer Entscheidungsperspektive. Dem folgt eine umfangreiche Analyse und Diskussion der wesentlichen Charakterzüge. Ausgehend dieser Erkenntnis ist ein Analyseraster abgeleitet um die zu bewertenden Studien geeignet zu kategorisieren.

Ein direktes Ergebnis stellt die Evaluierung von 34 Studien zu LCC dar. Als mittelbare Ergebnisse der Systematisierung gelten die Erkenntnisse zur Wahl einer optimierten Suchstrategie und die Schaffung eines Startpunkts für Forscher, die sich zukünftig mit Detailfragen des LCC beschäftigen.

Edeltraud Günther

Die wissenschaftliche Fundierung der Diplomarbeit basiert auf den Ergebnissen der gleichnamigen Diplomarbeit von Herrn Dipl.-Volksw. C. Höhne an der TU Dresden, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Betriebliche Umweltökonomie. Hochschullehrer/ Betreuer: Prof. Dr. Edeltraud Günther. Für den Inhalt dieses Beitrages ist selbstverständlich allein der Autor verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen	III
Verzeichnis der Tabellen	IV
Verzeichnis der Abkürzungen	V
Vorwort	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Kontext und Gegenstand der Untersuchung	1
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen	3
1.3 Methodisches Vorgehen	4
1.4 Struktur der Arbeit	7
2 Problematik	8
2.1 Nachhaltiges Wirtschaften und Systemdenken.....	8
2.1.1 Veränderungsdruck von außerhalb des Unternehmens	10
2.1.2 Veränderungsdruck im Unternehmen.....	11
2.1.3 Handlungsoptionen der betrieblichen Umweltökonomie.....	13
2.1.4 Herausgegriffen: Kostenbeeinflussbarkeit und Kostenstruktur.....	14
2.2 Andere Akteure der Nachhaltigkeit	15
2.3 Fazit.....	17
3 Charakterisierung des Life Cycle Costing	18
3.1 Angewandte Methodik.....	18
3.2 Versuch einer Definition von LCC	19
3.2.1 Typische Arbeitsschritte	24
3.2.2 Zielsetzung des LCC	28
3.2.3 Lebenszyklusmodell und Systemgrenzen	34
3.2.4 Kostenallokation und Lebenszykluskostenmodellierung	38
3.2.5 Mögliche Ergebnisse von LCC	46
3.2.6 Methodenverknüpfung und Integration ins Entscheidungssystem.....	49
3.2.7 Stärken und Schwächen des Verfahrens	50
3.2.8 Hemmnisse der Anwendung von LCC.....	51
3.3 Begriffsabgrenzung zu anderen Verfahren.....	52
3.4 Zwischenfazit und Aufstellung des Analyserasters.....	54

4	Forschungsstand Life Cycle Costing	63
4.1	Angewandte Methodik.....	63
4.2	Deskriptive Beschreibung des Literaturpools.....	64
4.3	Kategorisierung des Literaturpools.....	66
4.3.1	Nach Methodik und Interessenschwerpunkt der Studien.....	66
4.3.2	Nach Definition von LCC und Systemgrenzen.....	67
4.3.3	Nach Produkttyp und Branchenzugehörigkeit.....	69
4.3.4	Nach Ablaufschritten und Kostenmodellierung.....	69
4.3.5	Nach Art des LCC.....	71
4.4	Fazit.....	72
5	Diskussion und Zusammenfassung	75
5.1	Zusammenfassende Ergebnisse.....	75
5.2	Ausblick.....	77
	Appendix	IX
	Verzeichnis der zitierten Literatur	XXVII
	Ehrenwörtliche Erklärung	XLI
	Erklärung zu Nutzungsrechten	XLII
	Abstract	XLIII

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2-1: Das unternehmerische Umfeld und die Stakeholder.	10
Abbildung 2-2: Life Cycle Thinking, LCM und LCC.	14
Abbildung 2-3: Beispielhafte Verteilung der Lebenszykluskosten bei Produkten.	14
Abbildung 2-4: Kostenbeeinflussbarkeit über den Lebenszyklus.	15
Abbildung 3-1: Erweiterter Produktlebenszyklus.....	35
Abbildung 3-2: Betrachtungsperspektiven des LCC.	37
Abbildung 3-3: Beispielhafte Kostengliederung für den Hochbau.	42
Abbildung 3-4: Mögliche Beziehungen von Erst- und Folgekosten.	46
Abbildung 3-5: Die vier Bereiche des Analyserasters (Auszug).	55
Abbildung 3-6: Bereich I „Deskriptive Beschreibung ...“ des Analyserasters.	55
Abbildung 3-7: Bereich II „Kategorien zur groben Beschreibung ...“ des Analyserasters.....	57
Abbildung 3-8: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil I des Analyserasters.....	58
Abbildung 3-9: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil II des Analyserasters.	59
Abbildung 3-10: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil III des Analyserasters.	60
Abbildung 3-11: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil IV des Analyserasters.	61
Abbildung 3-12: Bereich IV „Verfügbarkeit...“ des Analyserasters.	62
Abbildung 4-1: Zunahme der Veröffentlichungen zu LCC.	65
Abbildung 4-2: Zielsetzungen der Studien.	67
Abbildung 4-3: Bedachte Lebenszyklusphasen der Studien.....	68
Abbildung 4-4: Ablaufschritte des LCC in den Studien.	70
Abbildung 4-5: Typen des LCC in den Studien.	72
Abbildung A-5-1: Schematische Darstellung der Such- und Forschungsmethodik.	X
Abbildung A-5-2: Suchtreffereffizienz für „life cycle cost“ in Bibliothekskatalogen.....	XXVI
Abbildung A-5-3: Suchtreffereffizienz für „life cycle cost“ in Hosts/ Fachdatenbanken. .	XXVI

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3-1: Für Life Cycle Costing verwendete Begriffe.	20
Tabelle 3-2: Übersicht der Definitionen von LCC der Stichprobe.	23
Tabelle 3-3: Übersicht der Ablaufschritte des LCC der Stichprobe (Teil I).	25
Tabelle 3-4: Übersicht der Ablaufschritte des LCC der Stichprobe (detailliert).	27
Tabelle 3-5: Übersicht der Zielsetzungen von LCC der Stichprobe.	33
Tabelle 3-6: Übersicht möglicher Ergebnisse des LCC.	48
Tabelle 3-7: Übersicht einer SWOT-Analyse des LCC.	51
Tabelle 4-1: Absolute deutsch- und englischsprachige Suchtreffer.	64
Tabelle 4-2: Beschreibung des Literaturreferenzpools nach Relevanzprüfung.	65
Tabelle 4-3: Übersicht der Produkttypen und Branchen der Studien.	69
Tabelle A-5-1: Typische Arbeitsschritte (vollständig).	XIV
Tabelle A-5-2: Liste der untersuchten Studien (58).	XX

Verzeichnis der Abkürzungen

Im DUDEN¹ verzeichnete Abkürzungen wie „z. B.“ oder „bzw.“ werden hier nicht gesondert aufgeführt, sondern als üblich und verständlich vorausgesetzt. Eigennamen und Konzepte sind groß geschrieben.

ABC	= Activity-Based Costing
AG	= Aktiengesellschaft
ANSI	= American National Standards Institute
APME	= PlasticsEurope – Association of Plastics Manufacturers Europe
ASME	= American Society of Mechanical Engineers
ASTM	= American Society for Testing and Materials
BS	= British Standards
BSI	= British Standards Institution
CBA	= Cost-Benefit Analysis (dt. Kosten-Nutzen-Analyse)
CBS	= Cost Breakdown Structure (dt. Kostenstrukturplan)
CEI	= Commission Electrotechnique Internationale (siehe IEC)
CEN	= Comité Européen de Normalisation (Europäisches Komitee für Normung)
CO ₂	= Kohlenstoffdioxid
CSR	= Corporate Social Responsibility
DESTATIS	= Portal des Statistischen Bundesamts Deutschland (hier: für Behörde)
DfE	= Design for Environment (Ökodesign)
DG	= Directorate-General (Generaldirektion) der Europäischen Kommission ²
DIN / DIN®	= Deutsches Institut für Normung e. V. / Deutsche Industrie-Norm(en)
DIN V	= Vornorm DIN
EC	= European Commission (Europäische Kommission, s. EU COM)
E DIN	= Normentwurf DIN
EG	= Europäische Gemeinschaft
EMAS	= Eco-Management and Audit Scheme (dt. Öko-Audit)
EN	= Europäische Normen
EPLCA	= European Platform on Life Cycle Assessment
EU	= Europäische Union

¹ Vgl. DUDENREDAKTION (HRSG.) (1996), o. S.

² Alle europäischen Generaldirektionen werden in dieser Diplomarbeit mit dem englischen Namen zitiert.

EU COM	= Europäische Kommission (European Commission)
EUROSTAT	= Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften
FuE	= Forschung und Entwicklung
GmbH	= Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRI	= Global Reporting Initiative
ICC-Charta	= International Chamber of Commerce-Charta as of 1991
IEC	= International Electrotechnical Commission
IEEE	= Institute of Electrical and Electronic Engineers
ISO	= International Organization of Standardization
ISO 14040	= DIN EN ISO 14040 (als Beispiel für Abkürzung)
ISO SC	= ISO Sub Committee (dt. untergeordneter Fachausschuss)
ISO TC	= ISO Technical Committee (dt. Fachausschuss)
ISO TR	= ISO Technical Report (dt. Technischer Bericht)
ISO TS	= ISO Technical Specification (dt. Technisches Forderungsdokument)
IT	= Information Technology (dt. Informationstechnologie)
LCA	= Life Cycle Assessment (dt. Evaluierung über den Lebenszyklus)
LCC	= Life Cycle Costing (dt. Lebenszykluskostenrechnung) ³
LCCA	= Life Cycle Cost Analysis (dt. Lebenszykluskostenanalyse)
LCD	= Life Cycle Design (dt. lebenszyklusorientiertes Gestalten / Design)
LCE	= Life Cycle Engineering (dt. Ganzheitliche Bilanzierung)
LCI	= Life Cycle Inventory (dt. Sachbilanz über Lebenszyklus)
LCIA	= Life Cycle Impact Assessment (dt. Wirkungsbilanz über Lebenszyklus)
LCM	= Life Cycle Management (dt. lebenszyklusorientiertes Management)
LCO	= Lowest Cost of Ownership
LCPD	= Life Cycle Product Design (dt. lebenszyklusorientiertes Produktdesign)
LCT	= Life Cycle Thinking (dt. lebenszyklusorientiertes Denken)
LLCC	= Least Life-Cycle Costs
NAGUS	= Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes im DIN e. V.
Net.LZD	= Netzwerk Lebenszykluskosten (Forschungsprojekt des ITAS-ZTS)

³ Hinweis: LCC kennzeichnet in der Literatur sowohl „life cycle costs“ (dt. Lebenszykluskosten) als auch „life cycle costing“ (dt. ~rechnung). In dieser Diplomarbeit definiert die Abkürzung LCC allein „life cycle costing“.

NRO / NGO	= Nicht-Regierungsorganisation (Non-Governmental Organisation)
OECD	= Organisation for Economic Co-operation and Development
PD	= Published Document (Kennzeichnung des BSI)
PDF	= Portable Document Format
prEN	= Europäische Norm-Entwurf (pre)
RCO	= Real Cost of Ownership
SAI	= Social Accountability International
SCEA	= Society of Cost Estimating and Analysis
SETAC	= Society of Environmental Toxicology and Chemistry
SLCC	= Societal LCC (dt. gesellschaftsorientiertes LCC)
SLUB	= Sächsische Landesbibliothek, Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
TBO	= Total Benefits of Ownership
TCO	= Total Cost of Ownership
TLC	= Total Life Cost
TLM	= Through Life Management
TOC	= Total Ownership Cost
UNEP	= United Nations Environment Programme
UNIFE	= Union des Industries Ferroviaires Européennes
USDOD	= U. S. Department of Defense (Verteidigungsministerium der USA)
USDOE	= U. S. Department of Energy (Energieagentur der USA)
USDOT	= U. S. Department of Transport (Verkehrsministerium der USA)
USEPA	= U. S. Environmental Protection Agency (Umweltschutzagentur der USA)
USGAO	= U. S. Government Accountability Office (Vgl. Bundesrechnungshof)
VDMA	= Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
VDI	= Verein deutscher Ingenieure e. V.
WBCSD	= World Business Council for Sustainable Development
WBS	= Work breakdown Structure (dt. Projektstrukturplan)

Vorwort

„Die Wissenschaft besteht nur aus Irrtümern. Aber diese muß man begehen.
Es sind die Schritte zur Wahrheit.“ JULES VERNES

Allen Menschen, die mich auf den Weg hierher begleiteten, die ich lieben und schätzen gelernt habe, gehört ganz am Anfang dieser Arbeit ein großes Dankeschön.

Danken möchte ich dennoch in erster Linie meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, meiner Schwester, meinen Großeltern und engsten Freunden. Ihr beweist nicht nur Geduld und Verständnis. Vielmehr gebt ihr mir Kraft und zeigt mir jeden Tag, wie der sorgfältige Umgang mit Mitmenschen und Natur gelebt werden kann. Ich bin euch für diese Erkenntnis, diese Lebenserfahrung, sehr dankbar. Ebenfalls danke ich Frau Prof. Dr. Edeltraud Günther für das entgegengebrachte Vertrauen entlang des Weges zu dieser Diplomarbeit.

Ein besonderer Dank geht an Nadja.

1 Einleitung

“To be educated, a person doesn't have to know much or be informed, but he or she does have to have been exposed vulnerably to the transformative events of an engaged human life.” THOMAS MORE

Diese Diplomarbeit fügt sich in die Forschungsausrichtung zur „ökologisch-ökonomischen Optimierung (O³) in Organisationen“⁴ des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Betriebliche Umweltökonomie, der Technischen Universität Dresden ein.

Gegenstand dieser Arbeit ist die Systematisierung des Forschungsstands zum Life Cycle Costing (LCC, dt. *Lebenszykluskostenrechnung*)⁵. LCC kann i. w. S. als ökonomisches Bindeglied zur ökologischen Bewertung unternehmerischen Wirkens angesehen werden. Eine konkrete Zuordnung des LCC zu den Forschungsschwerpunkten des Lehrstuhls⁶ wird an dieser Stelle nicht erfolgen. Sie stellt ein mittelbares Ergebnis der Diplomarbeit dar und ist auf den nächsten Seiten diskutiert.

Die Einleitung besteht aus der Hinführung zum Gegenstand und der Formulierung der Zielsetzung, der Kurzbeschreibung der Methodik sowie der Vorstellung der Struktur der Arbeit.

1.1 Kontext und Gegenstand der Untersuchung

Eine fiktive Situation in einem mittelständischen Unternehmen in Deutschland:

Für einen Verantwortlichen im Bereich Beschaffung klingt die Idee des Life Cycle Costing, deren Abhandlung er kürzlich in einer bekannten Fachzeitschrift las, insofern banal und einleuchtend, dass er sich auf einer Betriebsfeier – beschwingt vom zuvor konsumierten Rotwein – zu folgendem Urteil hinreißen lässt: summiere alle Kosten zweier Vorproduktalternativen über deren gesamten Lebenszyklus, diskontiere sie, stelle sie vergleichend gegenüber und entscheide dich als rationales Wirtschaftssubjekt für die Alternative mit den geringsten Kosten. Teuer eingekauft, kann demnach im Laufe des Produktlebenszyklus billiger sein. So einfach. Fragen?

Die erste Frage eines kritischen Zuhörers aus dem Bereich der Produktentwicklung lautet, warum es nur zwei nicht aber viele Produktalternativen gibt. Ein zweiter, ein Controller, bohrt mit der Frage, warum nur Kosten und nicht Erlöse Entscheidungsgrundlage seien. Sein Kollege wirft ein statt Kosten, Ein- und Auszahlungen zu vergleichen. Ein Ingenieur stöhnt von hinten, dass ihm Qualitätskriterien fehlen. Sein Gegenüber aus dem betrieblichen Umweltschutz findet die Idee gut, es bedürfe aber einer zusätzlichen Ökobilanz. Er hätte kürzlich seine Waschmaschine nach Kriterien des LCC gekauft – und sich ebenfalls für das in der Anschaffung teurere Produkt entschieden. Seine Familie habe, betont er, zur Optimierung der Lebenszykluskosten auch das Verhalten hinsichtlich Waschtrommelbefüllung, Wahl des Waschmittels und der Wassertemperatur geändert. Der Bereichsleiter der Beschaffung weist auf die schiefe Marktlage, sein geschmolze-

⁴ Vgl. LEHRSTUHL FÜR BWL, INSB. BETRIEBLICHE UMWELTÖKONOMIE - TU DRESDEN (2008), o. S.

⁵ In der Folge wird die Abkürzung LCC in dieser Diplomarbeit für den Begriff des Life Cycle Costing (dt. Lebenszykluskostenrechnung) konsistent verwendet. Ferner wird LCC sachlich (*das* LCC) dekliniert. Die resultierende sprachliche Problematik im Hinblick auf Verständnis und Verwechslungsgefahr erörtert u. a. das Kapitel 3.2.8 sowie 3.3.

⁶ Vgl. LEHRSTUHL FÜR BWL, INSB. BETRIEBLICHE UMWELTÖKONOMIE - TU DRESDEN (2008), o. S.

nes Budget und Finanzierungsprobleme für die Alternative mit höherem Anschaffungspreis hin. Der Präsident liebäugelt unterdessen mit der Idee und fragt, warum LCC nur allein in der Beschaffung anzuwenden sei. Von hinten schallt die Frage der Marketingabteilungsleiterin, ob der Produktlebenszyklus dem Marktzyklus entspreche, in den Raum. Später flüstert ihm sein Kollege aus der Beschaffung ins Ohr, ob er seines Zeichens verrückt sei. Er würde durch LCC seiner Abteilung die variablen Prämien kürzen, weil deren Bemessungsgrundlage seit Bestehen der Firma der Einkaufspreis sei. Je billiger, desto mehr Boni lautet das Credo. Er solle als *Verantwortlicher* auch entsprechend handeln.

Diese fiktive Geschichte deutet Diskussionen von Praktikern zum Konzept des LCC an. Das LCC ist in erster Linie ein Rechenverfahren, das alle Kosten und Erlöse des betrachteten Produktsystems über den gesamten Lebenszyklus, die als Lebenszykluskosten bezeichnet werden, berücksichtigt.⁷ Erstmals wurden in den frühen 30er Jahren Lebenszykluskosten (engl. *life cycle costs*) als Bemessungsgrundlage einer Wirtschaftlichkeitsbeurteilung in der Beschaffung und knapp 40 Jahre später bei der Planung komplexer Großprojekte der öffentlichen Hand⁸, der Luft- und Raumfahrt sowie innerhalb des Militärs in den USA hinzugezogen.⁹ Die aus heutiger Sicht als klassisches LCC¹⁰ bezeichneten Verfahren verstanden als Lebenszykluskosten i. d. R. neben den Anschaffungs-, die Betriebs- und Folgekosten¹¹ – seltener Entwicklungs- und Entsorgungskosten. Zu den Motivatoren der Anwendung des LCC zählte u. a. die Erkenntnis, dass sich Betriebs- und Folgekosten auf ein Vielfaches der Anschaffungskosten belaufen konnten.¹² Zu Beginn sei LCC¹³ eher ein Ergebnis spezifischer Anwendungen statt eines theoriebasierten Modellrahmens gewesen – was sich bis heute nicht wesentlich geändert hat.¹⁴ Im Laufe der Zeit ist LCC von Anwendungen der öffentlichen Hand auf verschiedene Branchen und technologische Produkte des Privatsektors übertragen wurden. Zeitgleich fand das vormals ingenieurwissenschaftlich geprägte LCC Zutritt in die Betriebswirtschaft.¹⁵ Neben ausgesprochenen Spezialanwendungen (z. B. dem LCC einzelner Produktkomponenten) mit einer möglichst genauen Abbildung aller Lebenszykluskosten existieren heute breitere Ansätze wie dem des *Whole Life-Cycle Costing* (WLCC) in teilweiser standardisierter Form für das Baugewerbe.¹⁶ Normen wie die DIN ISO 15226:1999, die DIN EN

⁷ Zur Definition des Lebenszyklus, der Kosten und des Produktsystems siehe Kapitel 3.2.

⁸ Darunter fallen insbesondere öffentliche Bauwerke. Motiviert u. a. durch die Energiekrise von 1973 galt das Augenmerk auf energieeffizientere Bauweisen zur Einsparung des Energieverbrauches (respektive der Betriebskosten).

⁹ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1-2, UHL, H. (2002), S. 1-153. Seit den 70ern erforderten Richtlinien für die Beschaffung von Waffensystemen und im Baumanagement der öffentlichen Hand eine Berücksichtigung von Lebenszykluskosten. Bereits gute Übersichten zur Entwicklung des LCC bieten WÜBBENHORST, K. L. (1984), S. 14 ff., LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1 ff. und ZEHBOLD, C. (1996), S. 78 ff.

¹⁰ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 4 ff., insb. Tabelle 1.1. Ins Deutsche kann „*conventional*“ als klassisch bzw. üblich übersetzt werden. Weitere Ausführungen zur Unterscheidung von Typen des LCC in Kapitel 3.2.2.

¹¹ Folgekosten im Sinne dieser Auffassung beinhalteten Wartungs- und Instandhaltungskosten.

¹² Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 2. Zuvor waren letztere gegenüber ersten beiden überbewertet oder vielfach gar nicht beachtet worden. Darüber hinaus fielen eine verbesserte Haushaltsplanung und der einfache Antrieb der Verschwendungsvermeidung eine Rolle. Externe Faktoren wie der Kalte Krieg oder die Ölkrise von 1973 lenkten die Aufmerksamkeit der Entscheider auf Rüstungsausgaben, respektive Energiekosten.

¹³ „LCC has developed more as a result of specific applications rather than hypothetical models.“ SHERIF, Y. S. und KOLARIK, W. J. (1981), S. 287-296.

¹⁴ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 3.

¹⁵ Das angelsächsische Managementkonzept Terotechnology markierte den Beginn. Vgl. ZEHBOLD, C. (1996), S. 100 ff..

¹⁶ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 3. Sie spricht jedoch von einem Nachholbedarf für ein generisches Modell i. S. der ISO 14044:2006 und fügt an: „... one can raise the question of why this intriguing and simple concept was never broadly established in industry and public sector, as for instance quality management approaches were.“

60300-3-3:2005, die VDI-Richtlinie 2884:2005 oder das VDMA-Einheitsblatt 34160:2006 institutionalisieren in den letzten Jahren das LCC insbesondere im Investitionsgüterbereich. Einige Forscher sehen eine strategische Ausrichtung des gesamten Unternehmens entlang des Lebenszyklus i. S. eines Life Cycle Management (LCM)¹⁷ oder LCC als Teil einer umfassenden Nachhaltigkeitsmessung¹⁸.

In welcher Art beschäftigen sich Akademiker¹⁹ mit LCC? In seinem Buch „Life-Cycle Costing: Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks“ stellt EMBLEMSVÅG 2003 fest: „only a dozen books have been published concerning LCC.“²⁰ Seine nicht näher spezifizierte Suchanfrage bei Buchhandlungen ergab eine Vielzahl Treffer hoch spezialisierter Literatur, jedoch wenige Standardwerke zum Konzept des Life Cycle Costing (LCC) – für den Autor war das der Auslöser zur Anfertigung seines Buches im Jahr 2003. Elf Jahre zuvor erschien im Vorwort der Dissertation „Stochastische Modelle zur Prognose von Lebenszykluskosten komplexer Systeme“, dass sich „trotz eines ständig wachsenden Interesses an den Methoden und Techniken ... die Wissenschaft mit dieser Thematik so gut wie nicht beschäftigt. So stößt man bei Literaturrecherchen nur auf wenige, meist sehr allgemein gehaltene Abhandlungen. Publikationen über wichtige Detailfragen, ... insbesondere zur Prognoseproblematik, sucht man – zumindest in deutschen Bibliotheken – vergebens.“²¹ Diese beiden Aussagen sind Anlass genug, sich der Forschung über LCC zuzuwenden.

Seit 2003 ist die Menge vorhandener Literatur zu LCC gewachsen. Eine beispielhafte Anfrage mit GoogleTM²² und dem Business Searching Interface von EBSCO Industries²³ ergibt mithilfe des Suchbegriffs „(life cycle cost)“ am 19. Januar 2009 je 155.000 bzw. 612 Treffer einer Freitextsuche. Dieselbe Anfrage drei Monate später erzielt respektive 157.000 bzw. 622 Treffer – mithin ein Plus von 2.000 (+1,29%) bzw. 10 (+1,6%).²⁴

1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Für diese wachsende Fülle an – anscheinend schwierig zu homogenisierenden – Literaturreferenzen soll eine Systematisierung zu Konzepten und Ansätzen von Lebenszykluskosten erarbeitet werden, um einen definierten Ausschnitt des aktuellen Forschungsstands aufzuzeigen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine sinnvolle Methode für die Klassifizierung der vorhandenen Forschungsarbeiten zu eruieren, anzuwenden und transparent für den Leser darzustellen. Die Systematisierung soll eine valide Vergleichbarkeit der in ihrer Anwendung und wissenschaft-

¹⁷ Vgl. REBITZER, G. und HUNKELER, D. (2003), S. 253-256. oder auch SWARR, T. und HUNKELER, D. (2008), S. 77-90.

¹⁸ Vgl. KLÖPFER, W. (2008), S. 157-162. Auch RABL, A. und HOLLAND, M. (2008), S. 81-105.

¹⁹ Wenn in dieser Diplomarbeit vermehrt die männliche Form personenbezogener Begriffe verwendet wird, dann ist dies ausschließlich sprachökonomisch begründet. Die weibliche Form ist im Ausarbeitungsprozess stets mitgedacht worden.

²⁰ EMBLEMSVÅG, J. (2003), S. ix. EMBLEMSVÅG spricht von „highly specialized“.

²¹ FÜRNROHR, M. (1992), S. I.

²² GOOGLETM Deutschland, <http://www.google.de/> © 2009.

²³ EBSCO Industries, Inc., <http://search.ebscohost.com/> © 2009.

²⁴ Zu bemerken ist, dass GoogleTM Deutschland lediglich „ungefähre“ Suchtreffer angibt und der quantitative Zuwachs dazu keine qualitative Verbesserung per se umschließt. Ebenfalls kann an dieser Stelle nicht gesagt werden, ob die Zunahme z. B. durch Digitalisierungsarbeiten vergangener Artikel, durch eine bessere Indizierung durch Schlagwörter, durch einen optimierten Suchalgorithmus oder tatsächlich neu verfasste Arbeiten zu Life Cycle Costing verursacht ist.

lichen Untersuchung unterschiedlichen Verfahren des LCC ermöglichen. Sie schafft gleichzeitig mittelbar eine Datenbasis archivierter Literaturreferenzen zu LCC.²⁵ Die Ergebnisse der Systematisierung können so einen Startpunkt für Forscher bilden, die sich zukünftig mit Detailfragen des LCC beschäftigen. Die Diplomarbeit wird abschließend mögliche Einschränkungen der Systematisierung im Speziellen und der Methodik des LCC im Allgemeinen diskutieren.

Innerhalb der vorliegenden Diplomarbeit werden zusammenfassend folgende leitende Fragestellungen²⁶ (F) beantwortet, die in ihrer Art die vorangegangenen Diskussionspunkte bündeln:

F-1: Was motiviert Unternehmen LCC anzuwenden?

These 1: Aktuelle Entwicklungen im Unternehmensumfeld erfordern LCC

F-2: Gibt es ein standardisiertes Konzept analog zur Ökobilanz (LCA)²⁷?

These 2: LCC ist nur für Einzelanwendungen genormt, daher schlecht sichtbar.

F-3: Was sind die wesentlichen Vorteile von LCC?

These 3: Bestimmte Merkmale sprechen für eine Anwendung von LCC

F-4: Was ist momentan unbefriedigend erforscht?

These 4: LCC ist ein noch nicht in allen Belangen fertiges Konzept bzw. Instrument.

F-5: Wo und in welcher Form wird LCC angewandt?

These 5: Vermutlich wird LCC bereits weit verbreitet angewandt

F-6: Ergeben sich aus F-1 bis F-4 spezifische Anwendungsbereiche?

These 6: Trotz Vorteilen liegen Unkompatibilitäten von Anreizsystemen vor.

Angesichts der bestehenden Vielfalt an wissenschaftlichen Abhandlungen und Fallstudien zu LCC versteht sich diese Arbeit als Versuch, die gefühlte Informationsflut geeignet zu kategorisieren.²⁸ Die bereitgestellten Informationen könnten Wissen generieren²⁹ und bestenfalls Kompetenz über ein Instrument für nachhaltigeres Entscheiden in Privathaushalten, Unternehmen und Forschungseinrichtungen anbieten.

1.3 Methodisches Vorgehen

Historisch betrachtet existieren seit dem Bestehen der Wirtschaftswissenschaften verschiedenste Ansätze, wie diese Wissenschaft zu betreiben und ihre Vorgehensweise zu legitimieren

²⁵ Dies ist auch dann der Fall, wenn die Analyse durch Ausschlusskriterien auf einen kleineren Literaturpool reduziert ist.

²⁶ Die Art der Fragestellungen erlaubt keine exakte Bezeichnung i. e. S. einer empirischen Forschungsfrage sondern müssen formaler, semantischer, methodologischer und wissenschaftstheoretischer Art sein. Vgl. KORNMEIER, M. (2007), S. 96 f.

²⁷ Vgl. DIN EN ISO 14040:2006 und DIN EN ISO 14044:2006.

²⁸ Im Verlauf der Untersuchung ist die Zielsetzung dieser möglichst breiten Abbildung des Forschungsstandes, für LCC im Bereich der Konsumgüter, Anlagengüter und des Bauwesens, als größte Herausforderung identifiziert.

²⁹ Vgl. GLÜCKSTEIN, A. (2002), S. 23.

sei.³⁰ Das Forschungsdesign soll in diesem Zusammenhang transparent das methodische Vorgehen ebenso wie bestimmte Vorstellungen zu Sprache³¹, Ziel und Erkenntnisprinzipien dokumentieren. Dies umfasst alle Teilaspekte des wissenschaftlichen Fortgangs einer empirischen Fragestellung, wie z. B. die Art der Indikatoren (Kategorien), der Datenerhebung und der Stichprobengröße.³²

In dieser Untersuchung werden Mischformen wissenschaftlicher Methoden einer Meta-Analyse i. w. S.³³ genutzt und angewandt. Diese umfassen das Verfahren des Literature Review sowie die explorativ-induktive, qualitative und quantitative Inhaltsanalyse³⁴. Ausgangspunkt der Untersuchung bildet das Literature Review³⁵. Dieser ist eine systematische, explizite und reproduzierbare Gestaltung, um die existierende Gesamtheit aller aufgenommenen Dokumente zu identifizieren, bewerten und interpretieren.³⁶ Das Literature Review bedient sich dabei dem Instrument der Inhaltsanalyse. Folgende fünf Arbeitsschritte erfolgen sequentiell: (LR-1) Formulierung der Problemstellung, (LR-2) Auswahl der Medien und Daten (Suchmethodik) (LR-3) Definition von analytischen Kategorien, (LR-4) Erstellen eines Analyserasters (engl. *coding schedule*), (LR-5) Datenaufbereitung und (LR-6) Interpretation.³⁷

Eine **Differenzierung** der methodischen Vorgehensweise erfolgt entlang der Arbeitsschritte sowohl kapitelübergreifend auf einer Metaebene als auch innerhalb der Kapitel auf Mikroebene.³⁸ Mögliche Detaillierungen der spezifischen Charakteristika der Methodik finden sich jedem Kapitel vorangestellt und als Verweis zu den jeweiligen Unterkapiteln gesondert im Appendix. An dieser Stelle folgt eine Übersicht der wissenschaftlichen Arbeitsmethoden und Annahmen, die für alle Kapitel übergreifend gelten. Abschließend sind Metakriterien aufgeführt, die als Bemessungsgrundlage für die wissenschaftliche Arbeit der gesamten Diplomarbeit hinzugezogen werden.

Im Allgemeinen beschränkt sich die Diplomarbeit sprachlich auf deutsche und englische Literaturreferenzen. Begriffe, die für das Verständnis der Arbeit wesentlich sind, finden sich er-

³⁰ Im Sinne eines Erkenntnisprinzips sei bemerkt, dass die Systematisierung vorhandener Literaturreferenzen zu LCC Wissen über Eigenschaften und Annahmen des Verfahrens LCC als auch den Kontext des Anwendungsumfelds voraussetzt. Dies impliziert jedoch ein wesentliches Dilemma des Untersuchungsplans: ihm liegen sogenannte Hilfstheorien ex ante zu Grunde.³⁰ Diese postulierten Annahmen über das konkrete Forschungsvorhaben können erst durch genaue Kenntnisse während der Durchführung³⁰ des Plans präzisiert werden. Der explorativ-induktive, qualitative Charakter einer Inhaltsanalyse gewährt zumindest einen ergebnisoffenen Prozess zur Kontrolle und Integration neuer Erkenntnisse, kann das Problem aber nicht vollständig bereinigen. Weiterführende Literatur: BORTZ, J. und DÖRING, N. (2006), S. 897 ff.; KORNMEIER, M. (2007).

³¹ Vgl. KORNMEIER, M. (2007), S. 96. Dies umfasst die sprachliche Exaktheit, Tiefe und Operationalisierbarkeit.

³² Vgl. RAGIN, C. C. (1994), S. 191. Als Meta-Methode aufgefasst, kann „Methode“ das Forschungsdesign umfassen. Die erste Unterscheidung i. S. von „design is not method“ bleibt, wenn „method“ die Art der Datenerhebung umschreibt. Es gilt „how the data is collected is irrelevant to the logic of the design.“ DE VAUS, D. A. (2006), S. 9.

³³ Vgl. KORNMEIER, M. (2007), S. 137 ff. und SCHULZE, R. (2005), in: VDI Nachrichten, o. S.

³⁴ Vgl. BORTZ, J. und DÖRING, N. (2006), S. 50 ff, 149 ff.

³⁵ Vgl. COOPER, H. (1998), S. 3. Andere Bezeichnungen, die so in z. T. falsch definierter Anwendungsbreite verwendet werden: „research review, integrative research review, research synthesis“ und Metaanalyse. Allen Verfahren ist gemein, dass sie vergangene Forschung (Primärforschung) zusammenfassend bewerten um zukünftige Forschung zu dirigieren.

³⁶ Vgl. BORTZ, J. und DÖRING, N. (2006), S. 50 ff, 149 ff. und COOPER, H. (1998), S. 3.

³⁷ Die Inhaltsanalyse (IA) fügt sich nahtlos als Prozessmodellansatz in vier Schritten an: (IA-1) Materialsammlung (Abgrenzung der Gesamtmenge und Stichprobe), (IA-2) Beschreibende Analyse, (IA-3) Auswahl von Kategorien, sowie (4) Materialbewertung (in Bezug auf die Forschungsfrage). Einen Überblick bietet auch Abbildung A-5-1 auf Seite X.

³⁸ Einerseits wird das Konzept des Literature Review zur Gewinnung eines Analyserasters in Kapitel 3.4 fast vollständig angewandt (Mikroebene). Andererseits nutzt Kapitel 4 übergreifend dieses Raster für einen zweiten Literature Review auf Metaebene der Diplomarbeit zur Systematisierung einer größeren Stichprobe.

örtert bzw. kurz definiert in Kapitel 2 und 3 wieder. Das Ziel der Untersuchung ist im vorigen Kapitel hinreichend erläutert. Für das Verständnis der Datenerhebung mit der Methode des Literature Review ist grundsätzlich zwischen der Grundgesamtheit und der in der Diplomarbeit verwendeten Stichprobe verfügbarer Literaturreferenzen zur Thematik LCC zu unterscheiden. Die Gesamtheit kann als jedwede Form einer schriftlichen oder elektronischen, wissenschaftlichen Auseinandersetzung zu LCC, einem dem LCC gleichartigen Alternativverfahren oder einem wesensnahen Forschungsgebiet definiert werden.³⁹ Die Stichprobengesamtheit definiert eine Teilmenge dieser Gesamtheit. Sie ist deutlich kleiner und wird schrittweise auf den für den Autor ermittelten, verfügbaren, gesichteten und bearbeiteten Literaturreferenzpool durch das „*Sampling*“⁴⁰ reduziert. Die Stichprobe soll i. S. der wissenschaftlichen Repräsentativität die gleiche relative Struktur von Merkmalen und Merkmalausprägungen aufweisen. Dies kann i. d. R. nur durch zufällige Auswahl und einer geeignet großen Stichprobengesamtheit garantiert werden. Ersteres trifft für diese Diplomarbeit nicht zu.⁴¹ Das Vorgehen ist aufgrund des explorativ-qualitativen Charakters dennoch gerechtfertigt, wenn der allgemeine Erkenntnisgewinn gegenüber dem Anspruch auf Repräsentativität höher zu bewerten ist. Insofern muss dennoch Vorsicht bei der Interpretation der Erkenntnisse gewahrt werden.

Für **Kapitel 2 und 3** ist vorhandenes Wissen konzentriert dargestellt oder neu gewonnen.⁴² Letzteres geschieht durch ein abgewandeltes Verfahren des Literature Review. Für diesen ersten Arbeitsschritt der Erzielung von Vorwissen ist die Stichprobengesamtheit der Literaturreferenzen bewusst klein gewählt. Sie beschränkt sich auf drei Standardwerke zu LCC und das Lehrbuch von GÜNTHER 2008⁴³. Mit dem Instrument der explorativ-induktiven, qualitativen Inhaltsanalyse⁴⁴ werden Merkmale und Merkmalsausprägungen der des LCC identifiziert, um ein Analyseraster (aus Merkmalskategorien) für die spätere Systematisierung des Literaturpools zu bilden.⁴⁵

Für **Kapitel 4** ist das Verfahren des Literature Review auf eine größere Stichprobengesamtheit bezogen. Eine Übersicht der tatsächlich ersuchten Referenzen findet sich auszugsweise im Appendix A-4.1 auf Seite XIV und vollständig in einer separaten Microsoft Excel® 2003 Arbeitsmappe. Das Analyseraster aus Kapitel 3.4 wird mithilfe Mischform induktiver, qualitativer und deduktiver, quantitativer Inhaltsanalyse „befüllt“⁴⁶. Im Anschluss können die im Analyseraster aufbereiteten Literaturreferenzen (binär) kodiert und Häufigkeitsanalysen unterzogen werden.⁴⁷ Dabei werden Merkmale und Merkmalsausprägungen – soweit möglich – über die Stichprobengesamtheit „addiert“ und anschaulich dargestellt.⁴⁸

In **Kapitel 5** ist kein spezielles Verfahren angewandt.

³⁹ Mögliche Ausschlusskriterien finden sich in den späteren Ausführungen der jeweiligen Kapitel.

⁴⁰ Vgl. BORTZ, J. und DÖRING, N. (2006), S. 50 ff, 149 ff.

⁴¹ Vielmehr erfolgt die Stichprobenziehung durch eine selektierende Suche mithilfe von Suchbegriffen.

⁴² Um einen Lerneffekt und Wissensgewinn zu erzielen LIEVROUW, L. A. (2001), S. 13 ff.

⁴³ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 387.

⁴⁴ Vgl. BORTZ, J. und DÖRING, N. (2006), S. 50 ff, 149 ff. Im Ergebnis soll ein Analyseraster, nicht eine Zusammenfassung im Sinne MAYRINGS 1989 oder der Globalauswertung nach LEGEWIE 1994 entstehen.

⁴⁵ Weitere Ausführungen finden sich in Kapitel 3.1 und dem Appendix A-3.1.

⁴⁶ Den gebildeten Merkmalskategorien werden Merkmale und -ausprägungen der einzelnen Literaturreferenzen zugeordnet

⁴⁷ BORTZ, J. und DÖRING, N. (2006), S. 50 ff, 149 ff.

⁴⁸ Weitere Ausführungen finden sich in Kapitel 4.1 und dem Appendix A-4.1.

1.4 Struktur der Arbeit

Nach der vorangegangenen gedanklichen Einordnung dieser Diplomarbeit in die Forschungsarbeit des Lehrstuhls für BWL, insb. Betriebliche Umweltökonomie im Speziellen, wird im **zweiten Kapitel** die mögliche Motivation und Notwendigkeit einer Anwendung des LCC auf betrieblicher Ebene im Allgemeinen erörtert. Im anschließenden **dritten Kapitel** erfolgt eine Charakterisierung des LCC. Ausgehend von Systemgrenzen, Zielsetzung und üblichen Arbeitsschritten des LCC wird eine begriffliche Abgrenzung von wesentlichen Termini und Alternativverfahren gegeben. Das Kapitel erarbeitet wichtiges Wissen für die Bildung eines Analyserasters anhand von Merkmalen sowie Merkmalsausprägungen zur Systematisierung in Kapitel 4. Im **vierten Kapitel** folgt zuerst ein Überblick der identifizierten Literaturreferenzen in Form einer deskriptiven Beschreibung. Hierfür werden bibliographische und autografische Merkmale des Literaturreferenzpools anschaulich dargestellt. In einem zweiten Schritt wird die Stichprobe, basierend auf einer Merkmalszuweisung entlang des zuvor erarbeiteten Analyserasters bewertet und klassifiziert. Das **fünfte Kapitel** bildet den Abschluss der Arbeit. Es fasst die Ergebnisse Bezug nehmend auf die formulierten Forschungsfragen zusammen und stellt Anregungen für weitere Forschung dar.

2 Problematik

„Wovon wir Abstand nehmen müssen – und das zeigt die aktuelle Krise –, ist die Fixierung auf einen möglichst hohen Gewinn. Das eigentliche Unternehmensziel kann nie nur die Rendite, sondern muss die langfristige Existenzsicherung sein.“⁴⁹ FRANZ FEHRENBACH, BOSCH-GRUPPE

In der eingangs des ersten Kapitels formulierten Geschichte und der angeschlossenen, kurzen Diskussion spiegeln sich Zweifel und Interesse am Instrument des LCC gleichermaßen wieder. Aus Sicht des LCC als ein Entscheidungsinstrument stellt sich einerseits die Frage, ob und wie sich das gesamte Entscheidungssystem geändert hat um eine Nutzung von LCC zu erfordern. Andererseits interessiert, ob und inwiefern andere (traditionelle) Instrumente und Methoden weniger oder nicht geeignet sind, den Wirtschaftsakteuren rationales Handeln unter Maßgabe der Änderungen und neuen Anforderungen zu ermöglichen. Dieses Kapitel beantwortet knapp die erste Forschungsfrage:

F-1: Was motiviert Unternehmen LCC anzuwenden?

These 1: Aktuelle Entwicklungen im Unternehmensumfeld erfordern LCC

2.1 Nachhaltiges Wirtschaften und Systemdenken

Die gegenwärtige Debatte um die Wirtschaftskrise verdeckt an der medialen Oberfläche das in den letzten Jahren gewachsene öffentliche und politische Interesse an Nachhaltigkeit.⁵⁰ Nachhaltigkeit i. S. einer nachhaltigen Entwicklung ist laut dem Brundtland-Bericht des Jahres 1987 der Art zu bezeichnen, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“⁵¹ Demnach kann Nachhaltigkeit als Vision verstanden werden. Nachhaltige Strategien zielen auf Effizienz, Konsistenz und Suffizienz in drei Ebenen: der sozialen, ökonomischen und ökologischen.⁵²

LCC scheint zwei Grundideen der Nachhaltigkeit auf dem ersten Blick zu genügen: Denken in Systemen und langfristigen Lebenszyklen. Auf einen zweiten Blick ermöglicht LCC die Berücksichtigung der Kriterien der (ökonomischen) Effizienz und Suffizienz⁵³. Wie kann LCC als ein Entscheidungsinstrument eine nachhaltige Entwicklung im oben genannten Sinne des Unternehmens fördern? Wie kann LCC der Effizienz auf allen drei Ebenen gerecht werden? Gibt es Entwicklungen im Unternehmensumfeld und dem täglichen Leben, die eine Tendenz zu mehr Nachhaltigkeit oder langfristigen Entscheidungen fördern?

⁴⁹ FRANK, S. und SCHWAB, F. (2009), in: FOCUS, S. 103.]

⁵⁰ Als ein aktueller politischer Erfolg im Bereich der Nachhaltigkeit kann die Erklärung der amerikanischen Umweltagentur (USEPA) über die Akzeptanz der wissenschaftlichen Kenntnisse zum Klimawandel vom 17.04.2009 gewertet werden. Diese Veröffentlichung führte mittlerweile

⁵¹ Übersetzt aus BRUNDTLAND, G. H. (1987), S. 24.

⁵² Vgl. BEHRENDT, S. (1998), S. 261 ff.

⁵³ LCC zielt im Wesentlichen auf eine Vermeidung von Verschwendung.

In Beantwortung der ersten Frage verlangt Nachhaltigkeit ein „Umdenken“⁵⁴ und Wahrnehmung. In erster Linie muss ein Unternehmen direkt oder mittelbar über Stakeholder durch Umweltschäden oder soziale Missstände Betroffenheit fühlen.⁵⁵ Die Konkretisierung der abstrakten Vision einer nachhaltigen Entwicklung führt über unternehmerische Leitbilder und Leitlinien bis in das unternehmensspezifische Zielsystem – je nach Intensität der Betroffenheit.⁵⁶ Systemisches Denken⁵⁷ verlangt einen Paradigmenwechsel des Verständnisses von Geschäftsprozessen: über das Einzelne (Prozess, Einkaufspreis, Emissionen innerhalb der engen Unternehmensgrenzen) hinaus sind die mit vorgelagerten (engl. *Upstream*) und nachgelagerten Märkten (engl. *Downstream*) verbundene Produktion, Nutzung sowie Entsorgung von Relevanz. Es ist ein Hinwenden zum Denken in Systemen, weniger in einzelnen Geschäftseinheiten.⁵⁸

Der Begriff des systemischen Denkens verdeutlicht auch, dass neben dem Gewinn⁵⁹ andere Unternehmensziele⁶⁰, strukturiert nach Präferenzen, existieren. Dieses Zielbündel ist das Ergebnis eines Zielbildungsprozess, der i. a. R. stetig das Unternehmen zwingt über die eigene Zielfunktion nachzudenken und entstehende Zielkonflikte zu diskutieren. Die letztgenannten Wechselbeziehungen⁶¹, die Präferenzstruktur sowie die zeitliche und hierarchische Differenzierung nach Formal- und Sachzielen entscheiden über die einzelnen Zielausprägungen. Zu typischen Formalzielen zählen der Erfolg, das Erfolgspotential und die Liquidität.⁶² Die Ökologieorientierung als auch analog nachhaltiges Unternehmertum fällt tendenziell unter eine Form der Mittel-Zweck-Beziehung, namentlich den Sachzielen, wenn beide eine Rolle über das gesetzlich vorgeschriebene Maß hinaus einnehmen.⁶³

Ausgehend von diesen Überlegungen dient LCC als ein Instrument zur Zielerreichung. LCC soll dem handelnden Akteur, respektive Unternehmer, durch geeignete Informationsbeschaffung und -verdichtung ermöglichen, Maßnahmen oder Entscheidungen bezüglich bestimmter Bewertungsobjekte auf operativer bzw. strategischer Ebene im Sinne des Zielsystems durchzuführen bzw. zu fällen.⁶⁴ Im Unternehmen werden hierfür noch zwei weitere Schritte notwendig um ökologieorientiert und nachhaltig zu agieren: die Funktionenanalyse nach DIN 12973⁶⁵ sowie die Bildung von Unternehmensstrategien.⁶⁶ Die Frage der Integration ökonomischer

⁵⁴ GÜNTHER, E. (2008), S. 3.

⁵⁵ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 6 und 14. Ausgangspunkt ist die ökologische Knappheit, die eine bestimmte als kritisch anzusehende Nutzungsgrenze einer Ressource bzw. eines Verschmutzungsmediums (Tragfähigkeit) durch das Ausmaß der Gesamtheit der Nutzungen beschreibt.

⁵⁶ Vgl. GÜNTHER, E. und SCHUH, H. (1999), S. 1-25. bzw. GÜNTHER, E. (2008), S. 14.

⁵⁷ Vgl. REBITZER, G.; HUNKELER, D.; JOLLIET, O. (2003), S. 242.

⁵⁸ Auf Kostenebene gilt ein Umdenken weg von Stückkosten hin zu den gesamten Vollkosten einer Aktivität.

⁵⁹ Die Gewinnerzielungsabsicht – ob maximal oder „angemessen“ PACIOLI 1992 - ist eine Notwendigkeit, deren Ursache im Unternehmenszweck zu finden ist. Unternehmer produzieren aus betriebswirtschaftlicher Sicht allein aus Gründen der langfristigen Erwirtschaftung eines Gewinns größer Null. Ohne Gewinne können ebenfalls keine anderen Formal- wie Sachziele erarbeitet werden. Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 13.

⁶⁰ Eine Ökologieorientierung zählt darunter. Grundsätzlich sollten Ziele dem Anspruch der Messbarkeit genügen um eine kontinuierliche Steuerung und Verbesserung durch die Entscheider überhaupt zu ermöglichen.

⁶¹ Zielantinomie, -konkurrenz, -indifferenz, -komplementarität und -identität. Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 16.

⁶² Vgl. GÄLWEILER, A. (1986), S. 132.

⁶³ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 13. Insbesondere werden die Auswirkungen einer Ökologieorientierung auf die Formalziele diskutiert.

⁶⁴ Analog zur Überlegung in GÜNTHER, E. und SCHUH, H. (1999), S. 13.

⁶⁵ Vgl. DIN EN 12973:2000.

⁶⁶ Letztere aufgefasst als Umsetzung der Unternehmensziele.

mischer, ökologischer und sozialer Bewertungskriterien innerhalb des LCC beantworten die Kapitel 3 und 4. In den folgenden Unterkapiteln ist erläutert, welche konkreten Änderungen innerhalb und außerhalb des Unternehmensumfeldes das Entscheidungs- und Zielsystem gegenwärtig hin zu mehr Nachhaltigkeit, respektive der Anwendung von LCC, beeinflussen.⁶⁷

2.1.1 Veränderungsdruck von außerhalb des Unternehmens

Treibende Kraft für die Notwendigkeit nachhaltigen Denkens und Handelns im Unternehmen liegt in der Dynamik einer offensichtlich geschädigten Umwelt, den resultierenden⁶⁸ Konsequenzen und eines wachsenden Verursacherbewusstseins bei vielen Stakeholdern des Unternehmens. Der Stakeholderansatz⁶⁹, verknüpft mit dem Fünf-Kräfte-Modell⁷⁰, beschreibt den Einfluss verschiedener Akteure im Unternehmensumfeld (siehe Abbildung 2-1).

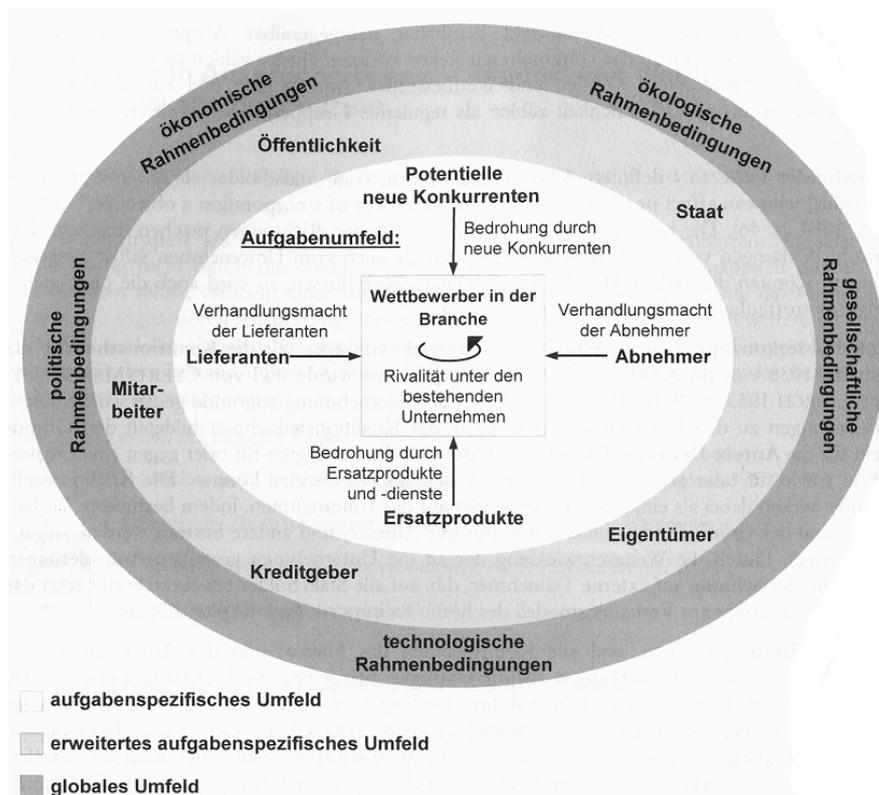


Abbildung 2-1: Das unternehmerische Umfeld und die Stakeholder.

(Quelle: GÜNTHER, E. (2008), S. 96.)

Alle Anspruchsgruppen oder Menschen wirken als Akteure im Entscheidungsprozess und können direkt oder mittelbar in Abhängigkeit von ihrer Machtbefugnis Einfluss nehmen.⁷¹ Nachhaltige Unternehmen sollen in dieser Sichtweise der ökonomischen wie ökologischen Knappheit Rechnung tragen und Entscheidungen i. S. einer Vermeidung von Umweltschäden, sozia-

⁶⁷ Im Sinne der vorigen Ausführungen durch Wahrnehmung und Betroffenheit.

⁶⁸ Die den zukünftigen Entscheidungsspielraum des Unternehmers erheblich beeinträchtigen oder zumindest verändern werden.

⁶⁹ FREEMAN, A. M. (1994), S. 516.

⁷⁰ Vgl. PORTER, M. E. (1999) sowie PORTER, M. E. und KRAMER, M. R. (2006), S. 78-92.

⁷¹ Vgl. auch Kapitel 3.2.8 Hemmnisse der Anwendung von LCC. Der Einfluss der Stakeholder ist nicht zuletzt durch die rechtliche Organisationsstruktur des Unternehmens charakterisiert: Shareholder spielen für eine mittelständische GmbH im Vergleich zu Aktiengesellschaften eine zu vernachlässigende Rolle.

len Verwerfungen und hohem Ressourcenverbrauch verantworten. Unter den Schlagworten Energieeffizienz und Vermeidungsstrategien von CO₂ findet sich beispielhaft eine Antwort aus dem deutschen Maschinenbau.⁷²

Aber auch ohne den Gedanken einer nachhaltigen Entwicklung zu „überreizen“, findet sich in der Literatur eine lange Liste von Entwicklungen, die Unternehmen ohne weitreichender Ökologieorientierung zur Anwendung von LCC motivieren könnten. Ausgangspunkt ist i. d. R. die zunehmende Globalisierung, der Wandel zu einem nachfrageorientierten Absatzmarkt und der resultierende gestiegene internationale Wettbewerbsdruck.⁷³ Dies führt zu einem erhöhten Preis- und Innovationswettbewerb⁷⁴ mit folgenden (nicht hierarchisch sortierten) Konsequenzen:

- Verkürzte Marktpräsenz und -zyklen von Produkten⁷⁵
- Verkürzte Produktionsvorbereitung⁷⁶
- Trend zur Vermarktung von Serviceleistungen
- Zunehmende Individualisierung der Kundenwünsche
- Erhöhte Produktvielfalt
- Zunehmende Komplexität

Das Unternehmensumfeld ist von steigender Unsicherheit, Komplexität und Interdependenz gekennzeichnet. Gerade Punkt b) und f) sprechen für eine Zuwendung zu LCC. Das Zusammenspiel von verschiedener Gestaltungsvariablen unter dem Einfluss der Komplexität und Schnelllebigkeit ist nicht zuletzt durch Haftungsrisiken und -schäden motiviert.⁷⁷ Das Beispiel des im Juni 2009 abgestürzten Airbus A330-200 zeigt, dass entstehende Schadensersatzforderungen i. H. v. 750 Millionen US-Dollar Unternehmen an den Rand der Existenz führen können. LCC kann helfen durch ein strukturiertes Verfahren diese externen Unsicherheiten messbar zu erfassen um der Unternehmensführung strategische, langfristige Entscheidungen zu ermöglichen.

2.1.2 Veränderungsdruck im Unternehmen

„Das Gebot ist mehr Produktivität und höhere Verfügbarkeit bei geringeren Kosten. Es gilt, verborgene Leistungspotenziale zu nutzen. Dazu bedarf es genau abgestimmter, intelligenter Instandhaltungskonzepte, die mit gezielten Modernisierungsmaßnahmen und langfristigen

⁷² „Das Thema Energieeffizienz war für den Maschinen- und Anlagenbau schon immer ein Riesenthema. Auch wenn die Investitionskosten zunächst steigen sollten - wichtiger sind die Lebenszykluskosten, die sich verringern und am Schluss für günstigere Produkte sorgen.“ HERDAN, T. und VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU E. V. (VDMA) (HRSG.) (2007), o. S.

⁷³ Vgl. FELDHUSEN, J. und GEBHARDT, B. (2008), S. 13 ff.

⁷⁴ Im Sinne einer strategischen Ausrichtung auf Kostenführerschaft oder der Produktdifferenzierung.

⁷⁵ Dies gilt neben Konsumgütern mittlerweile auch für bestimmte Investitionsgüter wie z. B. Automobile.

⁷⁶ Obwohl der Innovationswettbewerb einen erhöhten Bedarf an umfangreicher Forschung und Entwicklung fordert, steht dies dem Ziel einer kurzen „time-to-market“-Zeitspanne entgegen. Vielmehr werden Produktionsvorbereitungskosten eingespart bzw. die Phase verkürzt mit der Folge, dass fehlerhafte Produkte in den Marktkreislauf gelangen, die kostspielige Rückrufaktionen oder hohe Garantieleistungen erfordern.

⁷⁷ Vgl. WÜBBENHORST, K. L. (1992), S. 245-272.

Migrationsmodellen die Wettbewerbsfähigkeit während des gesamten Kraftwerks-Lebenszyklus sicherstellen - bei möglichst geringem finanziellen Aufwand und schnellem ROI (*Return on Investment*).⁷⁸ Dies sei beispielhaft für eine allein auf ökonomische Rentabilität ausgerichtete Argumentation im deutschen Kraftwerksbereich zitiert. Neben der Prozessoptimierung⁷⁹ ist das Beschaffungsmanagement als Mittel zur Kostensenkung in den letzten Jahrzehnten in das Blickfeld geraten. Triebfeder für das LCC ist z. B. die Erkenntnis, dass Entscheidungen allein aufgrund des niedrigen Anschaffungspreises im Sinne einer *Total Cost of Acquisition* (TCA) zu suboptimal höheren Folgekosten führen können.⁸⁰ LCC kann helfen, durch die ganzheitliche Betrachtung verschiedener Anschaffungsalternative Trade-offs zwischen Erst- und Folgekosten zu erkennen.⁸¹ Beispielhaft gewinnt das Thema Energieeffizienz zur Kostenreduktion eine vergleichsweise hohe Aufmerksamkeit.⁸² Neue Dienstleistung und Finanzierungsmodelle bilden sich, Energieeinsparpotentiale werden sichtbar und beworben. So wird geschätzt, dass allein durch Umrüstung aller 30 Millionen Antriebe in Deutschland nach dem Stand der Technik rund 27 Mrd. kWh pro Jahr eingespart werden könnten.⁸³

Neben dem von außen induzierten Kostendruck wirkt die herausgestellte Wettbewerbsintensität (Kapitel 2.1.1) vor allem durch verändernde Kundenanforderungen auf die am Markt agierenden Unternehmen. Eine Wandelung vom Produzenten hin zum Lösungsanbieter („Solution Seller“) scheint aufgrund der individualisierten Nachfrage unumgänglich. Die damit einhergehende Zunahme der Komplexität auf Anbieterseite erfordert Änderungen in den Denkprinzipien, Methoden und Verfahrensweisen der Unternehmensführung. Als eine Antwort auf diese Erfordernisse ist die Führungsphilosophie „*Lean Management*“ (dt. schlanke Unternehmensführung) zu verstehen. Im Kernprinzip des *Lean Management* „Werte ohne Verschwendung schaffen“ wird bereits die Umorientierung hin zu einer nachhaltigen Unternehmensführung deutlich. Diese manifestiert sich in der einhergehenden Ablösung der Erfolgsfaktoren Zeit, Qualität und Kosten durch die zukünftigen Erfolgsfaktoren Verfügbarkeit, Qualität, Kosten und Individualität.⁸⁴

⁷⁸ HOLZAPFEL, J. und BELLMER, M. (2005), S. 1-12. Auch ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR (HRSG.) (2009), o. S.

⁷⁹ Vgl. SCHÖNHEIT, M. (1997), S. 5 ff.

⁸⁰ Vgl. GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1999), S. 236. Nichtqualitätskosten führen häufig zu hohen Ausfallraten oder geringer Lebensdauer. Dazu versprechen technologisch höherwertige, energieeffiziente Produkte und Anlagen eine über die Zeit kumulierte niedrigere Ausgabenlast i. S. geringerer Betriebskosten.

⁸¹ Vgl. FRIEDRICH, P. (2008), S. 6.

⁸² Welche durch die Volatilität der Preise für die Energiebereitstellung in Abhängigkeit vom geografischen Standort selbst starken Schwankungen unterworfen ist. Bspw. sei der zwischenzeitliche Höchststand für Kraftstoff und Öl im Jahr 2008.

⁸³ Vgl. ZENTRALVERBAND ELEKTROTECHNIK- UND ELEKTRONIKINDUSTRIE E.V. (ZVEI) (HRSG.) (2008), S. 1-3. „Im Fokus stünden zum Beispiel elektrisch angetriebene Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren und Zentrifugen. 30 Millionen Antriebe, so schätzt der ZVEI, könnten allein in Deutschland auf drehzahlgeregelte Antriebe oder Energiesparmotore umgerüstet werden. Damit könne man ein Einsparpotenzial von über 27 Mrd. kWh pro Jahr erschließen. Das entspräche einer Kapazität von elf Kohlekraftwerken der 400 Megawatt-Klasse. GIERSE betonte, neben dem positiven Umwelteffekt könnten auch die Anwender profitieren. Häufig würden die Investitionen in wenigen Monaten bis Jahren amortisiert, denn Energiekosten machten oft mehr als 90 Prozent der gesamten Lebenszykluskosten von Antrieben aus.“

⁸⁴ Vgl. ZENTRALVERBAND ELEKTROTECHNIK- UND ELEKTRONIKINDUSTRIE E.V. (ZVEI) (HRSG.) (2005), S. 1-6.

2.1.3 Handlungsoptionen der betrieblichen Umweltökonomie

Eine ökonomische Grundmaxime eines jeden Unternehmers sollte sein, langfristig, d. h. „nachhaltig“, Erfolg⁸⁵ zu haben. Eine Umsetzung der Nachhaltigkeit im Sinne des Kapitels 2.1 erfordert jedoch eine völlige Neuorientierung der Strategien, Strukturen, Systeme und Kulturen des Unternehmens.⁸⁶ Vor diesem Hintergrund sind zahlreiche institutionelle oder formelle Ansätze der Promotion von Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene geschaffen worden: z. B. die Global Reporting Initiative⁸⁷, das CSR Europe, die ICC-Charta oder der Frankfurt-Hohenheimer-Leitfaden.⁸⁸

Für das LCC kann das Konzept des *Life Cycle Thinking* (LCT, dt. „Denken in Lebenszyklen“) visionär als Überbau der Unternehmensführung Pate stehen.⁸⁹ Das abgeleitete Life Cycle Management (LCM, dt. *Lebenszyklusmanagement*) bietet einen ganzheitlichen Ansatz, der die Abbildung und Implementierung lebenszyklusorientierter, ökonomischer und ökologischer Aspekte in alle Transaktionen des Unternehmens mit dessen engerer und erweiterter Umwelt einschließt. Im Sinne der Zielsetzung einer ökologieorientierten Steuerung von Unternehmen sollen internalisierte Effekte ebenso wie externe Effekte, die mit dem Wirken des Unternehmens ursächlich in Beziehung stehen, in das Zielsystem der Organisation integriert werden. Dafür werden in aller Regel zusätzliche Informationen für die Konsequenzen der eigenen Leistungserstellung benötigt. Diese können durch ein ökologieorientiertes LCC bereitgestellt werden. Die Abbildung 2-2 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Die Einbettung des LCC in ein integriertes Life Cycle Management ist notwendig, um der übergeordneten Vision des LCT gerecht zu werden.⁹⁰ Daneben können andere ökologieorientierte betriebliche Instrumente, wie z. B. Ökobilanzen (LCA, engl. *Life Cycle Analysis*) parallel oder Hybridform

⁸⁵ Die zeitliche Beziehung von Erfolgspotenzial, Erfolg und Liquidität unterstellend. Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 18.

⁸⁶ Vgl. MEFFERT, H.; KIRCHGEORG, M. (1993), S. 333.

⁸⁷ Das GRI wurde 1997 gegründet, um einen global anerkannten und anwendbaren Leitfaden für Nachhaltigkeitsberichte zu verfassen.

⁸⁸ Vgl. BALDERJAHN, I. (2003), S. 130-135. BALDERJAHN, I. (2004), S. 26 ff.

⁸⁹ Vgl. FIVE WINDS INTERNATIONAL u. a. (2009), o. S.

⁹⁰ Vgl. BAUER, C. und POGANIETZ, W. (2007), S. 10. Der Autor veranschaulicht diese Erweiterung der Betrachtungsweise zudem wie folgt: „Der Strom kommt nicht mehr nur aus der Steckdose oder dem nächsten Kraftwerk, sondern plötzlich müssen der Steinkohleabbau in Südafrika und die Erdgasförderung in Sibirien mit berücksichtigt werden.“

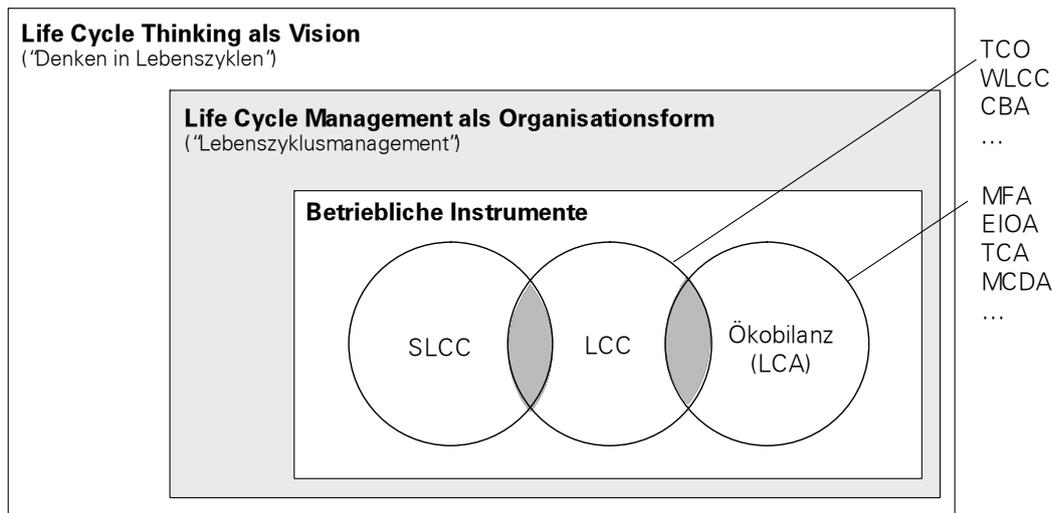


Abbildung 2-2: Life Cycle Thinking, LCM und LCC.

(Eigene Darstellung)

2.1.4 Herausgegriffen: Kostenbeeinflussbarkeit und Kostenstruktur

Nicht überraschend ist es, die Frage der Kosten aufzugreifen.⁹¹ Allgemeines Argument für die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten ist die Tatsache, dass die Anschaffungskosten bzw. die Anschaffungsinvestitionssumme häufig um ein Vielfaches von Folgekosten der Nutzungs- und Entsorgungsphase überstiegen werden (siehe Abbildung 2-3).

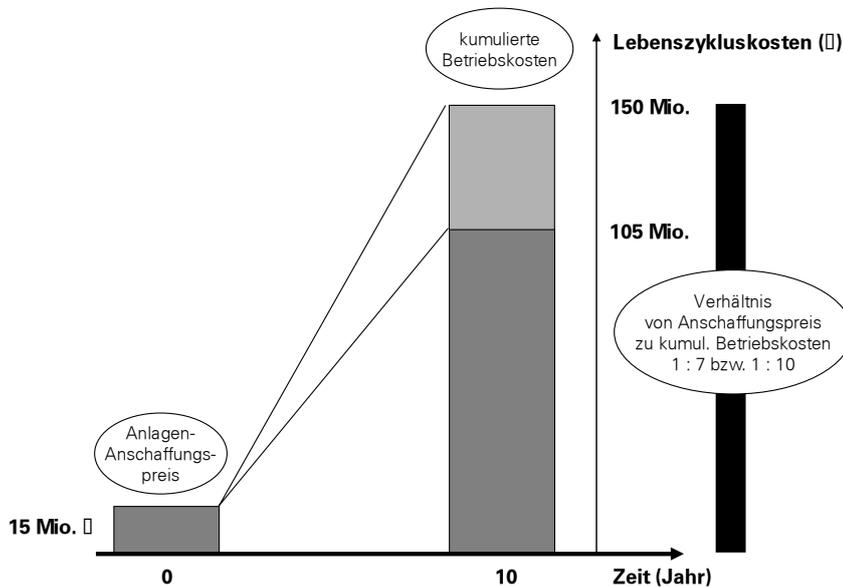


Abbildung 2-3: Beispielhafte Verteilung der Lebenszykluskosten bei Produkten.

(In Anlehnung an: UHL, H. (2002), S. 106.)

Zweitens ist bekannt, dass LCC als vorausschauendes Instrument bereits in der Planung Kosten vermeidet statt sie nachträglich zu reduzieren. Ein Großteil der Folgekosten wird während

⁹¹ Auch wenn ein umfassendes LCC Erlöse bzw. positive Einzahlungen (engl. *cash flows*) ebenfalls integriert.

der Produktentwicklungs- bzw. Designphase festgelegt. In der Literatur schwanken die Angaben zwischen 70 und 85 Prozent.⁹² Die daraus resultierende stark abnehmende Beeinflussbarkeit der Kosten im Verlauf eines Lebenszyklus ist in Abbildung 2-4 skizziert. Schwierigkeiten bereitet allein die hohe Unsicherheit über zukünftige Kosten.

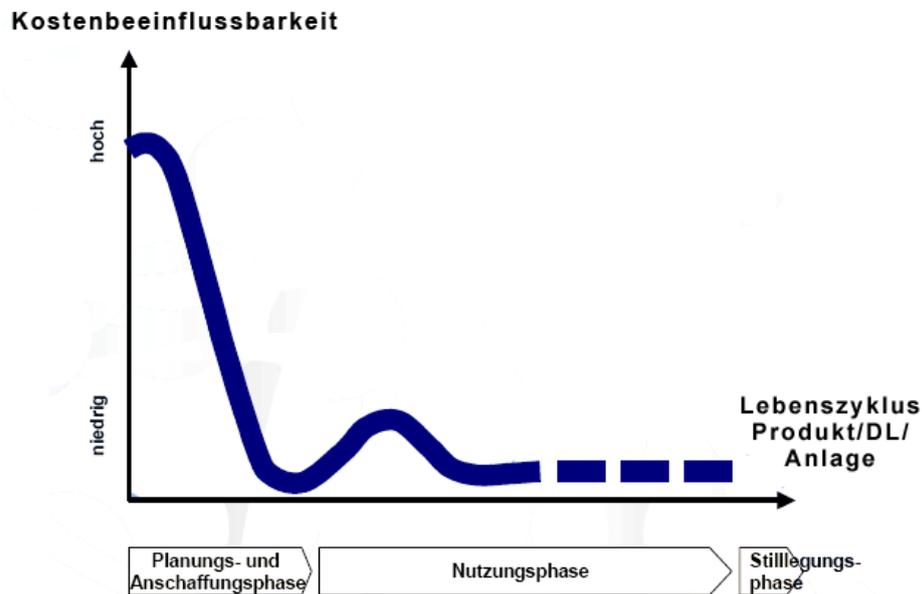


Abbildung 2-4: Kostenbeeinflussbarkeit über den Lebenszyklus.

(Quelle: UHL, H. (2002), S. 32.)

Der durch die sich verkürzenden Produktlebenszyklen bedingte starke Anstieg der Vorlauf- und Nachlaufkosten erfordert zudem eine periodenübergreifende Sicht in der Kostenrechnung. Mittels einer periodisch orientierten Kostenrechnung ist die direkte Kostenzurechnung zu Produkten nicht möglich, sondern die Kosten können nur als Gemeinkosten umgelegt werden.⁹³ Neben den angesprochenen Besonderheiten spricht für die Zuwendung zu LCC die Unzulänglichkeit traditioneller Kostenrechnungsverfahren dem Entscheider präzise Informationen über Kostenverläufe, Kostenursache und Kostenentstehungszeitpunkte bereit zu stellen⁹⁴.

2.2 Andere Akteure der Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit wirkt auf allen Akteure des Unternehmensumfelds. Diese stehen vor ähnlichen Herausforderungen oder wirken als Anspruchsgruppen mittelbar auf unternehmerische Entscheidungen.

Nachhaltiger Konsum stellt ein wichtiges Handlungsfeld dar. Die Beschaffung der öffentlichen Hand stellt mit knapp 150 Mrd. Euro Auftragsvolumen einen volkswirtschaftlich signifikanten Akteur bezüglich der ökologischen und nachhaltigen Wahlentscheidung im Kaufpro-

⁹² Nach empirischen Ergebnissen werden 80-90 Prozent der Herstellkosten eines Produkts bereits in den Phasen vor dem Produktionsbeginn festgelegt. Vgl. COENENBERG, A. G.; FISCHER, T.; SCHMITZ, J. (1994), S. 1-38. o.a. ASI EDU, Y. und GU, P. (1998), S. 883.

⁹³ Vgl. UHL, H. (2002), S. 8.

⁹⁴ Vgl. SCHÖNHEIT, M. (1997), S. 103.

zess. Das Umweltbundesamt (UBA) bietet speziell für diesen Bereich ein LCC-Tool.⁹⁵ Häufig unbewusst findet die Grundidee des LCC in Privathaushalten bereits Anwendung. Der Kauf einer neuen Waschmaschine wird z. B. aufgrund einer Bewertung durch unabhängige Institute, wie z. B. der Stiftung Warentest gekauft, deren Evaluation LCC oder LCA integrieren.⁹⁶ Der Kauf von Dieselfahrzeugen schien lang von ähnlicher Motivation angeregt: vermutete der Käufer letztlich die teure Anschaffung durch einen geringeren Kraftstoffpreis auszugleichen.⁹⁷ Kundenwünsche sind, wie die voranstehenden Erörterungen zeigen, oftmals Treiber von Innovationen und der Hinwendung zu LCC i. S. eines „Consumer-to-Consumer“ Prozesses.⁹⁸

Nachhaltiges Bauen ist u. a. von der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“⁹⁹ bereits 1998 empfohlen. In der Bauindustrie wird LCC bereits lange angewandt.¹⁰⁰ Ursachen liegen einerseits in Objektcharakteristika langen Lebensdauer und den damit verbundenen Überlegungen von hohen Folgekosten.¹⁰¹ Andererseits gilt die Bauwirtschaft als Bereich mit hoher Hebelwirkung für Nachhaltigkeit, Klimawandel, Energieeffizienzmaßnahmen. Dies ist alleine schon den immensen Stoff- und Energieströmen des Baugewerbes geschuldet. Auffallend ist, dass der Fokus der Betrachtungen der Bauwirtschaft kaum über die Nutzung von Bauobjekten hinausgeht, obwohl die Entsorgungskosten wie z. B. bei Asbestsanierungen signifikante Ausmaße annehmen können.¹⁰²

Nachhaltige Politik ist eine treibende Kraft der nachhaltigen Entwicklung.¹⁰³ Darunter kann die Gestaltung nationaler und internationaler Politik sowie der Legislative fallen. Die erste Anwendung von LCC gestaltete ebenfalls eine amerikanische Behörde, das General Accounting Office (USGAO).¹⁰⁴ Die Beschaffung von Traktoren mithilfe einer lebenszykluskostenorientierten Investitionsrechnung setzte den Beginn einer Normierungs- und Regulierungswelle in den 60er und 70er Jahren in den USA, Großbritannien, später Kontinentaleuropa zur Berücksichtigung von Lebenszykluskosten in der Beschaffung und Planung von Großprojekten der öffentlichen Hand. Eine geeignete Legislative bzw. Anreizstruktur für Unternehmen könnte folglich erhebliche Umweltschadenspotenziale vermeiden und damit Kosten für die gesamte Volkswirtschaft direkt oder indirekt einsparen. Politik kann i. d. S. Innovationsanreize setzen oder verbindliche Verfahren einfordern. Das gilt auch für die Festlegung von Vergabekriterien im Bereich der *Public Private Partnerships* (PPP).

⁹⁵ Vgl. UMWELTBUNDESAMT (UBA) (HRSG.) (2008), S. 56 ff. Das UBA bietet ein „Berechnungstool für Lebenszyklus-Kostenrechnung“.

⁹⁶ Vgl. RÜDENAUER, I.; EBERLE, U.; GRIEBHAMMER, R. (2006), S. 1-147.

⁹⁷ Vgl. BÜNTING, F. (2009), S. 36.

⁹⁸ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 5.

⁹⁹ KOHLER, N.; HASSLER, U.; PASCHEN, H. (1999).

¹⁰⁰ In Deutschland bereits seit den siebziger Jahren. Vgl. SCHUB, A. und STARK, K. (1985), S. 12 ff.

¹⁰¹ Etwa 80 bis 90 Prozent der Kosten im Bau entstehen in der Nutzungsphase. Vgl. HERZOG, K. (2005), S. 1.

¹⁰² Vgl. PREISIG, H. und KASSER, U. (2008), S. 15.

¹⁰³ Das deutsche Grundgesetz enthält seit 1994 mit dem Artikel 20a GG [Natürliche Lebensgrundlagen] einen zwar unkonkreten, nicht einklagbaren, aber verpflichtenden Handlungsauftrag zur Verantwortung gegenüber künftigen Generationen.

¹⁰⁴ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 2 ff.

2.3 Fazit

Nachhaltige Entwicklung verspricht eine nicht nur in normativer Sicht gerechtere Zukunft, sondern kann auch als gegenwärtige Chance aufgefasst werden. LCC kann dabei ein operatives Bindeglied zur Beurteilung von Einzel- oder Programmentscheidungen zur Umsetzung abgeleiteter, nachhaltiger Strategien sein. In allen Bereichen, ob Unternehmen, Privathaushalt, Baugewerbe oder Politik, ergeben sich Möglichkeiten durch die Anwendung von LCC nachhaltig Verbesserungspotentiale aufzudecken und durch Entscheidungsträger umzusetzen.

3 Charakterisierung des Life Cycle Costing

“If all attributes and consequences of a decision concerning a structure can be expressed in monetary terms then an optimal decision will be the one that minimises the life-cycle cost of the structure.” DIMITRI V. VAL¹⁰⁵

Ausgehend von den Überlegungen einer nachhaltigen Unternehmensführung durch Integration ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte in dessen Zielsystem stellt sich die Frage, was LCC ist und was es in diesem Rahmen aber auch davon unabhängig zu leisten vermag. Dieses Kapitel dient neben diesem Grundverständnis für LCC der Erarbeitung eines Analyserasters für die spätere Systematisierung. Nach einer kurzen Beschreibung der angewandten Methodik (Kapitel 3.1) werden die Grundzüge des LCC charakterisiert (Kapitel 3.2). Die Charakterisierung umfasst die Definition, Zielsetzung, theoretische Grundlagen bzw. Systemgrenzen, Arbeitsschritte, angewandte Methoden bzw. Instrumente und mögliche Ergebnisse. Daran knüpft sich eine Darstellung möglicher offener Fragen bezüglich identifizierter Schwächen und potenzieller Hemmnisse im Umgang mit LCC an. Das Kapitel schließt mit einer kurzen Zusammenfassung und Darstellung des Analyserasters als Ausgangspunkt für Kapitel 4 ab.

F-2: Gibt es ein standardisiertes Konzept analog zur Ökobilanz (LCA)¹⁰⁶?

These 2: LCC ist nur für Einzelanwendungen genormt, daher schlecht sichtbar.

F-3: Was sind die wesentlichen Vorteile von LCC?

These 3: Bestimmte Merkmale sprechen für eine Anwendung von LCC

F-4: Was ist momentan unbefriedigend erforscht?

These 4: LCC ist ein noch nicht in allen Belangen fertiges Konzept bzw. Instrument.

3.1 Angewandte Methodik

Für diesen Arbeitsschritt wird die Methodik des Literature Review und das Instrument einer explorativ-induktiven, qualitativen Inhaltsanalyse genutzt.¹⁰⁷ Das Ziel ist die detaillierte Darstellung wesentlicher Charakterzüge des LCC sowie die Gewinnung eines Analyserasters für die Systematisierung des Forschungsstandes zu LCC in Kapitel 4. Für das nun folgende Kapitel ist die Stichprobe der Grundgesamtheit auf ein Lehrbuch sowie drei Standardwerke zu LCC stark reduziert.¹⁰⁸ Wo notwendig und sinnvoll, wird auf zusätzliche Literaturquellen und einschlägige Normen verwiesen. Aus Gründen der Sprachökonomik werden die Sammelwerksbeiträge in Tabellenübersichten ohne Nennung des Herausgebers, alle anderen Quellen

¹⁰⁵ VAL, D. V. und STEWART, M. G. (2003), S. 344.

¹⁰⁶ Vgl. DIN EN ISO 14040:2006 und DIN EN ISO 14044:2006.

¹⁰⁷ Vgl. Kapitel 1.3.

¹⁰⁸ Die ausgewählten Literaturreferenzen stellen in ihrer Art als Aufsatzsammlungen HUNKELER u. a. 2008 und SCHWEIGER u. a. 2009 vermutlich hinreichend gute und umfassende Informationen für die Erstellung des Analyserasters dar. Dies ist in Appendix A-3.1 auf Seite XI diskutiert. Punktuell stützen Erkenntnisse der Gesamtstichprobe aus Kapitel 4 die Argumentation.

durch Nennung des Erstautors, verkürzt zitiert.¹⁰⁹ Mithilfe der Suchbegriffe „*life cycle cost(ing)*“ bzw. „Lebenszykluskosten(rechnung)“ werden in einem ersten Schritt ausgewählte Sprach- und Sachwörterbücher nach möglichen Definitionen zu LCC untersucht.¹¹⁰ In einem zweiten Schritt werden die erstgenannten Monographien zu LCC Schritt für Schritt, wie im Appendix A-3.1 auf Seite XI erörtert, analysiert.

3.2 Versuch einer Definition von LCC

Die Suche in Sprach- und Sachwörterbüchern deutet an, dass die Verbreitung des Begriffs „Life Cycle Costing“ bzw. der Lebenszykluskostenrechnung¹¹¹ im deutschen Sprachgebiet nicht sehr hoch ist. Eine Definition findet sich nur in 3 von 18 deutschsprachigen Quellen.¹¹² Die Vermutung, dass ein unsachgemäßer Suchbegriff Ursache für den geringen Befund sei, kann bei Sichtung der in der Stichprobe verwendeten Begriffe für LCC nicht belegt werden.¹¹³ Tendenziell unterstützt eine Umfrage in Schweizer Unternehmen aus dem Jahr 1994 diese Erkenntnis: 36 Prozent kannten, respektive 7 Prozent nutzten LCC bereits.¹¹⁴ Zu vermuten ist, dass neben der Dynamik neuer Kostenrechnungs- und Kostenmanagementmethoden i. S. dieser Untersuchung, Normen wie die DIN EN 60300-3-3:2005, die VDI-Richtlinie 2884:2005 und das VDMA-Einheitsblatt 34160:2006 im Ingenieurbereich zu einer höheren Kenntnis zu LCC verholfen haben.

Zu in aller Regel synonym zu LCC gebrauchten Bezeichnungen gehören *Total Cost of Ownership* (TCO)¹¹⁵, *Terotechnology*, *Whole Life Costing* (WLC) oder *Whole Life Cycle Costing* (WLCC), analog zu verschiedenen deutschen Abwandlungen (Lebenszykluskostenanalyse, Lebenszyklusanalyse, Lebenszyklusrechnung).¹¹⁶ Zu bemerken ist, dass LCC sowohl „*Life Cycle Costing*“, „*Life-cycle costing*“, „*Lifecycle costing*“ als auch „*Life-Cycle-Costs*“ (dt. Lebenszykluskosten) definiert.¹¹⁷ Aus erläuterten sprachökonomischen Gründen wird in dieser Arbeit LCC dennoch konsistent als Life Cycle Costing aufgefasst. Lebenszykluskosten i. S. der aggregierten Zahlungsströme über den Lebenszyklus (nicht des Verfahrens bzw. Denkansatzes) werden hingegen stets ausgeschrieben.

¹⁰⁹ D. h. es wird stets nur der erste Autorenname inklusive des Jahres gegebenenfalls mit Initialen und dem Suffix „u. a.“ genannt. Der Hinweis „In: HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008)“ wird nicht angeführt. Analog wird bezüglich des Erstautors bei FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 384. verfahren. Vgl. Appendix A-3.1.

¹¹⁰ Oft rationalisiert die Verwendung eines Index oder eine alphabetischen Sortierung der Einträge die Suche deutlich.

¹¹¹ Eine Übersicht bietet das Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblatt „matrix_quan“ der Arbeitsmappe „DA_literatur_CH“. Auch die Begriffe „life cycle cost(s)“ bzw. Lebenszykluskosten sind demnach nicht etabliert.

¹¹² Respektive finden sich in 2 von 6 englischsprachigen Quellen Definitionen. Eine detaillierte Aufschlüsselung der Suchergebnisse findet sich in der beigelegten MS Excel© 2003 Arbeitsmappe.

¹¹³ Diese Erkenntnis wird durch Testverfahren während der Formulierung geeigneter Suchbegriffe für die Auswahl der Literatur innerhalb der Suchmethodik des Kapitels 4.1 bestätigt. Siehe auch Appendix A-4.1.1.1.

¹¹⁴ BREDE, H. (1994), S. 344.

¹¹⁵ Die starke Präsenz von TCO in der Stichprobe resultiert aus der Darstellung der Einzelaufsätze des Herausgeberbands von Schweiger, S. 2009. TCO ist in der Investitionsgüter- und Softwareindustrie ein gängiger Begriff.

¹¹⁶ Eine Abgrenzung und Definition der oftmals synonym verwendeten Verfahren des TCO, Terotechnology, WLC und WLCC finden sich u. a. im Kapitel 3.3 Begriffsabgrenzung zu anderen Verfahren.

¹¹⁷ Die Groß- und Kleinschreibung von Life Cycle Costing oder anderen englischsprachigen Konzepten wie TCO ist nicht unstrittig. Diese Bezeichnungen werden in dieser Arbeit durchgehend als Eigennamen aufgefasst und groß geschrieben.

In der untersuchten Fachliteratur finden sich unterschiedliche Begriffe für LCC (siehe

Tabelle 3-1).

Autor	Bezeichnung
Günther, E. (2008)	Life Cycle Costing, Lebenszykluskostenrechnung
Hunkeler, D. J. u. a. (Hrsg.) (2008) ¹¹⁸	Life Cycle Costing (LCC), wobei: conventional, environmental, societal LCC
Fabrycky, W. J. u. a. (1991)	Life-cycle cost analysis, Life-cycle costing
Schweiger, S. (2009)	Total-Cost-of-Ownership (TCO), Life-Cycle-Costs (LCC), TCO/LCC
Bünting, F. (2009) ¹¹⁹	Lebenszykluskostenberechnung, Total-Cost-of-Ownership (TCO), Lebenszykluskosten (LCC)
Albrecht, V. u. a. (2009)	Maintenance-Total-Cost-of-Ownership (M-TCO)
Abele, E. u. a. (2009)	Lebenszyklusanalyse
Köllner, T. u. a. (2009)	Lebenszykluskosten (LCC)
Boge, C. (2009)	Life-Cycle-Costs (LCC), Total-Cost-of-Ownership (TCO), Lebenszykluskostenanalyse (LCA) ¹²⁰
Noske, H. u. a. (2009)	Lebenszykluskosten, Life-Cycle-Costs (LCC), Total-Cost-of-Ownership (TCO)
Lay, G. u. a. (2009)	Total-Cost-of-Ownership (TCO)
Ausgewählte Normen ¹²¹	DIN EN 60300-3-3:2005 „Lebenszykluskosten (Life cycle costing, LCC)“ VDI-Richtlinie 2884:2005 „Life Cycle Costing (LCC)“ VDMA-Einheitsblatt 34160:2006 „Lebenszykluskosten (Life cycle costing, LCC)“
Andere Autoren ¹²²	Whole Life Costing, (WLC), Whole Life-cycle Costing (WLCC), Terotechnology, Through Life Management (TLM), Total Cost Assessment (TCA) ...

Tabelle 3-1: Für Life Cycle Costing verwendete Begriffe.

(Eigene Darstellung)

Welche Definitionen folgen diesen Bezeichnungen? Tabelle 3-2 gibt einen Überblick, der in der Stichprobe verwendeten Definitionen. GÜNTHER 2008 sieht LCC als ein „Verfahren zur lebenszyklusorientierten Bewertung von Investitionsalternativen“.¹²³ Kosten i. S. der Investitionsrechnung umschließen laut dieser Definition jedoch Zahlungsströme, so dass der Begriff der Kosten „insofern irreführend“¹²⁴ sei. Dennoch sind Kosten (engl. *cost* bzw. *costs*) in den angeführten Zitaten präsent. FABRYCKY 1991 definieren LCC als eine Menge von Instrumenten, die Teil einer umfassenden Lebenszykluskostenanalyse¹²⁵ sind. Letztere sei ein systematischer, analytischer und iterativer Prozess der Bewertung von Handlungsalternativen mit

¹¹⁸ Dieser Herausgeberband verwendet einheitlich den Begriff Life Cycle Costing (LCC) in allen Kapiteln.

¹¹⁹ Frank Bünting ist Vertreter des VDMA e. V. und stellt in seinem Beitrag das Prognosemodell des VDMA-Einheitsblatts 34160:2006 (inklusive dessen Berichtigung 1 aus dem Jahre 2007) vor.

¹²⁰ Vermutlich liegt hier eine sprachliche Ungenauigkeit des Autors vor.

¹²¹ Die angeführten Normen stellen lediglich eine Auswahl dar. Eine ausführliche Darstellung bietet Kapitel 4.3.4.

¹²² WLC, WLCC, Terotechnology und TLM sind Begriffe des britischen Sprachraumes (Vgl. BOUSSABAINÉ, H. A. und KIRKHAM, R. J. (2006), S. XII, 246. TCA u. a. Verfahren werden in GLUCH, P. und BAUMANN, H. (2004), S. 571-580. und in Kapitel 3.3 zu LCC abgegrenzt.

¹²³ GÜNTHER, E. (2008), S. 258.

¹²⁴ GÜNTHER, E. (2008), S. 258.

¹²⁵ Benutzt wird der Begriff „*life-cycle cost analysis*“.

dem Ziel der nutzenmaximierenden Verwendung knapper Betriebsmittel.¹²⁶ Die Autoren integrieren dabei das Konzept von Lebenszykluskosten und ökonomischer Lebenszyklusanalyse in ein systemtheoretisches Entscheidungsmodell.¹²⁷

ABELE 2009¹²⁸ grenzen den Schwerpunkt von „Lebenszyklusanalysen“ auf die „ökonomische Bewertung von Investitionsgütern anhand der gesamten über deren Lebenszyklus hinweg entstehenden Kosten“, die durch „Bewertung der mit der Nutzung des Investitionsgutes erzielbaren Leistung ... sowie um qualitative Faktoren“ ergänzt werden, ein.¹²⁹ BÜNTING 2009 definiert lediglich die Lebenszykluskosten.¹³⁰ Deren Grundidee sei nicht nur unmittelbare Kosten der Beschaffung eines Investitionsgutes, sondern Kosten des Betriebs, der Wartung und Instandhaltung zu berücksichtigen. ALBRECHT 2009 versteht unter M-TCO eine „ganzheitliche Betrachtung der für den Betreiber anfallenden Instandhaltungskosten einer Produktionsanlage.“¹³¹

GLUCH 2004 betont, dass LCC trotz des Wortstamms „life cycle“ (Lebenszyklus) eine grundsätzliche Ökologieorientierung nicht per se impliziert.¹³² LICHTENVORT 2008 unterscheiden daher drei Typen von LCC: das klassische, ökologieorientierte und gesellschaftlich-orientierte LCC.¹³³ Während klassisches LCC ein etabliertes Verfahren¹³⁴ zur wirtschaftlichen Beurteilung aller Kosten, die einem Produkt oder Produktsystem direkt zurechenbar über dessen Lebenszyklus¹³⁵ entstehen,¹³⁶ trifft dies auf die beiden anderen Typen aktuell nicht zu. Methodische Unterschiede zueinander bestehen in der Variation des Produktlebenszyklus, der Betrachterperspektive, der Systemgrenzen bezüglich der integrierten Kosten sowie des Bewertungsobjektes, der angewandten Kostenmodelle und Diskontierungsform.¹³⁷ ZEBOLD 1996 unterteilt das klassische LCC ferner aufgrund der möglichen Berücksichtigung von Erlösen.¹³⁸ Laut REBITZER 2008 sei die Form des ökologieorientierten LCC keine Methode der Finanzbuchhaltung oder innerbetrieblichen Rechnungswesens.¹³⁹ Vielmehr sei es ein spe-

¹²⁶ Vgl. FABRYCKY, W. J.; BLANCHARD, B. G. (1991), S. 125.

¹²⁷ Vgl. FABRYCKY, W. J.; BLANCHARD, B. G. (1991), Kap. 2, insb. S. 22 ff. sowie S. 125.

¹²⁸ ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 54 ff.

¹²⁹ ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 54.

¹³⁰ ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 54.

¹³¹ ALBRECHT, V. und WETZEL, P. (2009), S. 83.

¹³² „... emphasise that a “traditional” LCC does not become an environmental accounting tool just because it contains the words life cycle. This fact may seem trivial, but since LCC is often used in an environmental context it cannot be enough emphasised since ambiguity is one reason why individuals make bad or at least irrational decisions”

¹³³ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1 ff.

¹³⁴ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1. Sprechen von einer „well-established technique“ mit Anfängen der Anwendung in den 30er Jahren.

¹³⁵ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1. Die klassische Sicht reduziert den Betrachterblick i. A. auf Hersteller und Nutzer und vernachlässigt die Entsorgungsphase. Es existiert bereits eine Anzahl von Standardwerken (z. B. RIEZLER 2002, ZEBOLD 1996, DHILLON 1989) und Normen (z. B. IEC 60300-3-3:2005 etc.) für die klassische LCC Methode.

¹³⁶ Vgl. S. 4

¹³⁷ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1. Ebenso folgen im gleichen Sammelwerk von HUPPES 2008 sowie REBITZER 2008 ausführliche Erläuterungen der Unterschiede des ökologieorientierten LCC zu den beiden anderen Typen.

¹³⁸ Laut ZEBOLD, C. (1996), S. 3. wird die Erlösseite im klassischen LCC nur zum Teil explizit berücksichtigt. ZEBOLD 1996 unterscheidet folglich eine Lebenszykluskostenrechnung im engeren und weiteren Sinne. S. 4: „Unter Lebenszykluskostenrechnung im weiteren Sinne ist eine objektorientierte, aperiodische und langfristig ausgerichtete Kosten-, Erlös- und Ergebnisrechnungskonzeption zu verstehen, für die das Gesamtkosten- und Gesamrentabilitätsdenken hinsichtlich eines Objektes charakteristisch ist.“ Die verkürzte Sicht (LCC i. e. S.) ohne Erlösberücksichtigung kann insbesondere aus wertorientierter Sicht des Kostenmanagements als für unternehmerische Entscheidungen ungeeignet bezeichnet werden.

¹³⁹ REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 35 ff.

zifisches, definiertes Instrument des Kostenmanagement im Rahmen eines nachhaltigen Managementsystems.¹⁴⁰

Beispielhaft für den Baubereich ist „*life-cycle cost analysis*“ im amerikanischen NIST Handbook 135¹⁴¹ als ein ökonomisches Instrument der Bauprojektevaluierung unter Berücksichtigung aller aus dem Besitz, der Nutzung, der Instandhaltung und Entsorgung resultierenden Kosten definiert.

Autor	Definition
Günther, E. (2008) [S. 258]	„Das Instrument des Life Cycle Costing ... stellt ein Verfahren zur lebenszyklusorientierten Bewertung von Investitionsalternativen, d.h. von der Herstellung, über die Verwendung bis hin zur Entsorgung dar.“
Lichtenvort, K. u. a. (2008) ¹⁴² [S. 1-2 und 4]	„Life cycle costing (LCC) ... is defined as a precise tool with 3 variants.“ „Conventional LCC ... is a well-established technique ... the assessment of all costs associated with the life cycle of a product that are directly covered by the main producer or user in the product life cycle“ „Environmental LCC: the assessment of all costs associated with the life cycle of a product that are directly covered by 1 or more actors in the product life cycle ... with the inclusion of externalities that are anticipated to be internalized...“ „Societal LCC: the assessment of all costs ... that are covered by anyone in the society, whether today or in the long-term future.“
Rebitzer, G. u. a. (2008) [S. 35 und 40]	„It is, rather, a specific, defined, and to-be-standardized tool ...“ „Environmental LCC is not a method of financial or managerial accounting ... Rather, it is a cost management method within the sustainability framework ...“
Swarr, T. u. a. (2008) [S. 78]	„Life cycle costing is neither a financial accounting nor a means to convert indirect to direct costs, as is, for example activity-based costing.“
Fabrycky, W. J. U. a. (1991) [S. XIV und 125]	„... life-cycle cost and life-cycle economic analysis are merged ... to provide a complete treatment of the subject, originating with the identification of a need and ending with phaseout and disposal.“ „Life-cycle cost refers to all costs associated with the product or system as applied to the defined life cycle“ „The accomplishment of life-cycle costing ... is realized through ... life-cycle cost analyses. A life-cycle cost analysis may be defined as a systematic analytical process of evaluating various alternative courses of action with the objective of choosing the best way to employ scarce resources.“
Schweiger, S. (2009) [S. 17]	„... welche Investitionsentscheidungen unter Beachtung von Gesamtlebenszykluskosten und -leistungen möglich machen.“
Bünting, F. (2009) [S. 36]	„Die Grundidee von Lebenszykluskosten (LCC) ist, nicht nur die unmittelbaren Kosten, die mit dem Erwerb eines Investitionsgutes zusammenhängen, sondern auch die Kosten für den Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung zu berücksichtigen“
Abele, E. u. a. (2009) [S. 52]	„Die Beachtung der Lebenszykluskosten in Relation zum Erstinvest, sowohl bei der Beschaffung eines neuen Investitionsgutes als auch bei der Produktentwicklung ...“

→ Tabelle wird fortgeführt

¹⁴⁰ REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 35 ff.

¹⁴¹ FULLER, S. K.; PETERSEN, S. R. (1996), S. 1. auch in PELZETER, A. (2007), S. 117.

¹⁴² Vgl. Ebenda. Die Tabelle beinhaltet eine ansprechende Übersicht zu Unterschieden und Gemeinsamkeiten der 3 Typen.

Köllner, T. u. a. (2009) [S. 98]	„Um diese [Anm. d. V.: Betriebskosten] in der Investitionsentscheidung besser berücksichtigen zu können, eignet sich eine vollständige Betrachtung der so genannten Lebenszykluskosten (LCC) der eingesetzten Maschinen und maschinellen Anlagen.“
Boge, C. (2009) [S. 118]	„Zur quantitativen Abbildung dieser [Anm. d. V.: Nutzen durch Anwender eines Investitionsgutes über die Einsatzdauer] ganzheitlichen Nutzenbetrachtung sind die Verfahren der Lebenszykluskostenermittlung ... an die Belange der Produktionstechnik angepasst ...“
Woodward, D. (1997) ¹⁴³ [S. 336]	„LCC seeks to optimize the cost of acquiring, owning and operating physical assets over their useful lives by attempting to identify and quantify all the significant costs involved in that life, using the present value techniques.“
UK DTI (Hrsg.) (1977) ¹⁴⁴ [S. 2]	„A concept which brings together a number of techniques – engineering, accounting, mathematical and statistical – to take account of all significant net expenditures arising during the ownership of an asset.“
Fuller, S. K. u. a. (1995) ¹⁴⁵ [S. 1]	„... an economic method of project evaluation in which all costs arising from owning, operating, maintaining, and ultimately disposing of a project are considered to be potentially important to the decision.“
Pelzeter, A. (2007) ¹⁴⁶	„Owing to the lack of standardisation, there are many different expressions and definitions of LCC... Life cycle costing is the process of calculating LCC.“
DIN 60300-3-3:2005 [S. 5]	„Die Ermittlung der Lebenszykluskosten ist definiert als Prozess der wirtschaftlichen Analyse zur Abschätzung der gesamten Beschaffungs- und Besitz- und Entsorgungskosten eines Produkts.“

Tabelle 3-2: Übersicht der Definitionen von LCC der Stichprobe.

(Eigene Darstellung)

Zusammenfassend ist allen Literaturquellen gemein, dass LCC als ein zielgerichtetes, betriebliches Entscheidungsinstrument zur ganzheitlichen Beurteilung spezifischer Handlungsalternativen über einen festgelegten Lebenszyklus i. S. übergeordneter Unternehmensziele definiert wird. LCC ist folglich anwendungsspezifisch und zielabhängig. Darüber hinaus unterstellen alle Definitionen eine sachlogische und zeitliche Verknüpfung von Erst- und Folgekosten über den Lebenszyklus.¹⁴⁷ Kern des LCC Konzepts ist folglich das Systemdenken, welches die integrierte Betrachtung der entscheidungsrelevanten Systemelemente¹⁴⁸ Kosten, Leistung und Zeit (nebst Verfügbarkeit, Qualität, Individualität bzw. Umweltauswirkungen) fordert.¹⁴⁹

¹⁴³ WOODWARD, D. G. (1997), S. 336.

¹⁴⁴ UK DEPARTMENT OF INDUSTRY (HRSG.) (1977): Life-cycle costing the management of assets. London 1977. Zitiert aus BOUSSABAIN, H. A. und KIRKHAM, R. J. (2006), S. 5.

¹⁴⁵ FULLER, S. K.; PETERSEN, S. R. (1996), S. 1-210. Auch in PELZETER, A. (2007), S. 117.

¹⁴⁶ PELZETER, A. (2007), S. 116 f.

¹⁴⁷ Vgl. PELZETER, A. (2007), S. 117. "What all expressions and definitions have in common is that they combine initial and consequential costs throughout the life-span of a building."

¹⁴⁸ Oft werden in der Literatur des klassischen LCC die Systemelemente Kosten, Leistung und Zeit genannt. Dies mag aus klassischer betriebswirtschaftlicher Sicht dessen Anspruch genügen, gewinnmaximal unter der Restriktion der Zeit zu agieren. Eine Ökologieorientierung oder moderne Managementformen wie das *Lean Management* bedürfen jedoch zusätzlicher Erfolgs- oder Erfolgspotentialfaktoren wie z. B. Qualität, Verfügbarkeit oder eben Umweltauswirkungen. Ein ökologieorientiertes Unternehmen wird z. B. entweder die Entscheidungsvariable Umweltauswirkungen komplementär oder integrativ durch Zuordnung zu den drei Variablen zusätzlich nutzen.

¹⁴⁹ Vgl. PFOHL, H. und WÜBBENHORST, K. L. (1983), S. 146.

Die angeführten Definitionen zeigen aber auch, dass LCC in seiner Art und Anwendung vielfältig und von der Formulierung bestimmter Annahmen über das Bewertungssystem – Systemgrenzen, Bewertungsobjekt, Betrachtungsperspektive usw. – abhängig ist. Wirtschaftlichkeit stellt aus klassischer, betriebswirtschaftlicher Sicht die oberste Maxime, kann aber durch eine Vielzahl von Sekundärzielen ergänzt werden.¹⁵⁰ Das Zielsystem variiert sowohl um ökonomische als auch nicht-monetäre technische, ökologische oder soziale Zielparame- ter. Resultierend wird ebenfalls der Begriff der Kosten, respektive Lebenszykluskosten, verschieden aufgefasst und der Bilanzrahmen zur Erfassung der Kosten. Die Integration externer Kosten sowie Erlöse¹⁵¹ führt zu einer wertmäßigen¹⁵² Vergrößerung des Bilanzraumes.

Die folgenden Unterkapitel stellen, ausgehend von diesen Definitionen, die für das Verständnis notwendigen Wesensmerkmale der genannten Elemente des Konzeptes von LCC dar.

3.2.1 Typische Arbeitsschritte

Eine mögliche Annäherung an die Charakteristika von LCC besteht in der Analyse der typischer Weise vollzogenen Arbeitsschritte (eine Übersicht bieten zwei Tabellen auf der nächsten Seite bzw. am Ende dieses Kapitels – Tabelle 3-3 und Tabelle 3-4). Zu bemerken ist, dass trotz bestehender Normen kein allgemeingültiges Ablaufschema existiert.¹⁵³ Alle untersuchten Verfahren des LCC zeichnen sich durch eine Form des so genannten Kostenstrukturplans (engl. *Cost Breakdown Structure*, CBS), Kostenschätzung, Diskontierung und Inflationsbereini- gung¹⁵⁴ aus. Diese wichtigen Kriterien decken jedoch nur einen Teil der methodischen Anfor- derungen an den Ablauf eines LCC ab. LICHTENVORT 2008 formuliert vier (chro- no)logische Arbeitsschritte für das ökologieorientierte LCC¹⁵⁵:

- Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens (engl. *goal and scope*)
- Informationsbeschaffung (engl. *info gathering*)
- Identifizierung und Interpretation sogenannter “hot spots” (engl. *identification & interpretation of hot spots*)
- Sensitivitätsanalyse und Diskussion (engl. *sensitivity analysis and discussion*)¹⁵⁶

Zwei Bemerkungen sind für das Verständnis dieser Arbeitsschritte notwendig: Einerseits stel- len sie das Ergebnis eines Konsenses sowie einer Umfrage unter den an der Arbeitsgruppe SETAC-Europe Life Cycle Costing beteiligten Forschern dar. Andererseits orientieren sie sich stark an den vier Phasen einer Ökobilanz um einer möglichen Standardisierung in Analogie

¹⁵⁰ Vgl. Kapitel 2.1.

¹⁵¹ Vgl. ZEBOLD, C. (1996), S. 3. Laut der Autorin wird die Erlösseite nicht immer kalkuliert.

¹⁵² Zur Unterscheidung des monetären (i. e. S. pagatorisch) und wertmäßigen Kostenbegriffs siehe FREIDANK, C. und VELTE, P. (2007), S. 24.

¹⁵³ Vgl. GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1999), S. 247. Auch LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 4.

¹⁵⁴ Zur Berücksichtigung des Zeitwertes von Geld (engl. *time value of money*). Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLAN- CHARD, B. S. (1991), S. 131.

¹⁵⁵ Eine deutliche Parallele zu den vier Phasen der Ökobilanz nach ISO 14040:2006 ist deutlich erkennbar: Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Auswertung Diese annähernde Übereinstim- mung überrascht nicht, berücksichtigt man die Herkunft der Autorinnen und Autoren zur SETAC-Europe Working Group on LCC.

¹⁵⁶ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 12 f.

zur ISO 14040:2006 vorweg zu greifen. Aus Sicht des Verfassers wirken sie dadurch etwas intransparent. Denn tatsächlich stellen die ausführlichen Erläuterungen der Arbeitsschritte¹⁵⁷ klar, dass den einzelnen Arbeitsschritten eine hohe Anzahl Teilarbeitsschritte zugeordnet wird. Allein REBITZER 2008 führt für Schritt 2 eine weitere Detaillierung an: Ziel dieses Arbeitsschritts sei die Informationsbeschaffung, die Identifizierung der relevanten Kostendaten pro Prozesseinheit bzw. Subsystem des Produktsystems sowie der Aggregation der Lebenszykluskosten über alle Lebenszyklusphasen.¹⁵⁸ Grundsätzlich zeigt diese Beobachtung die Schwierigkeit, die sich mit der Festlegung bestimmter Arbeitsschritte verbinden. Der von FABRYCKY 1991 und WÜBBENHORST 1992 geforderte iterative Charakter des LCC verlangt darüber hinaus eine zeitliche Überlagerung von Teilschritten über den gesamten Planungsprozess¹⁵⁹, respektive eine Wiederaufnahme des gesamten Arbeitsablaufs in jeder einzelnen Lebenszyklusphase.¹⁶⁰

Autor	Günther, E. (2008)	Lichtenvort, K. u. a. (2008)	Fabrycky, W. J. u. A. (1991)
1	Zielfestlegung	Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens	Definition des Problems
2	Identifikation möglicher Alternativen	Informationsbeschaffung	Identifikation machbarer Alternativen
3	Erfassung der notwendigen Informationen	Identifizierung und Interpretation sogenannter "hot spots"	Entwicklung einer Cost Breakdown Structure
4	Festlegung der Zielkosten	Sensitivitätsanalyse und Diskussion	Auswahl eines Kostenmodells
5	Ergebnisanalyse		Entwicklung von Kostenschätzungen
6			Erstellung von Kostenprofilen
7			Durchführung einer Break-Even-Analyse
8			Identifikation von Kostentreibern
9			Sensitivitätsanalyse
10			Risikoanalyse
11			Handlungsempfehlung

Tabelle 3-3: Übersicht der Ablaufschritte des LCC der Stichprobe (Teil I).

(Eigene Darstellung)

Eine rein numerische (abzählende) Betrachtung der Arbeitsschritte ist somit nicht zielführend. Während LICHTENVORT 2008 nur vier Arbeitsschritte differenziert, unterscheidet GÜNTHER 2008 fünf, FABRYCKY 1991 elf, BOGE 2009 und ABELE 2009 sieben bzw. sechs,

¹⁵⁷ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 12 f.

¹⁵⁸ Vgl. REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 44 ff.

¹⁵⁹ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 326. und WÜBBENHORST, K. L. (1992), S. 258.

¹⁶⁰ Wobei die Strukturierung des Projekts – zeitlich in Lebenszyklusphasen und sachlogisch in Aktivitäten oder Produktsystemkomponenten – eine spezifische Anpassung der Teilarbeitsschritte in den Lebenszyklusphasen überhaupt erst erlaubt. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 326: „The analysis process is iterative in nature and can be applied to any phase of the system or product life cycle.“

BÜNTING 2009 und KÖLLNER 2008 sechs sowie PELZETER 2007 drei.¹⁶¹ Die Analyse der absoluten Anzahl von Arbeitsschritten ist irreführend, denn sie diskriminiert nicht nach inhaltlichen Kriterien.

Einen äußeren Rahmen für den Ablauf des LCC können u. a. Kostenmanagementverfahren darstellen.¹⁶² GÜNTHER 2008¹⁶³ folgt der Logik einer Zielkostenrechnung (engl. *Target Costing*, TC)¹⁶⁴ und benennt explizit die Festlegung der Zielkosten als Arbeitsschritt. In diesem Ansatz ist LCC als Instrument zur Kostenbestimmung der erlaubten Kosten (engl. *allowable costs*) in das benannte Verfahren integriert. Analog verfolgen FABRYCKY 1991 innerhalb ihrer Grundstruktur der Verallgemeinerung des ganzheitlichen, systemanalytischen Ansatzes eine Verknüpfung von LCC und dem „*Design-to-cost*“ (DTC)¹⁶⁵ und „*Concurrent Engineering*“¹⁶⁶ – nur aus Sicht des Produktentwicklers.¹⁶⁷ Der Beitrag von NOSKE 2009 folgt diesem Prinzip auch begrifflich: „*Design-to-Life-Cycle-Cost*“.¹⁶⁸ Weiterführende Diskussionen zur Verknüpfung des LCC mit anderen Methoden, z. B. der Prozesskostenrechnung (engl. *Activity-Based Costing*, ABC), finden sich in Kapitel 3.2.1.

BÜNTING 2009 fordert eine „klare Definition der Aufgabenstellung, die Spezifikation der Einsatzbedingungen und eines vergleichbaren Outputs für das Investitionsgut ... um eine Vergleichbarkeit der Leistungen“¹⁶⁹ zu gewähren – ein Bezug zu Schritt a). Als Grunddaten sind neben technischen Spezifikationen der Betrachtungszeitraum und das Belastungsprofil“ zu definieren¹⁷⁰ Dieser nach FABRYCKY 1991 „banale“ sogleich wichtige Arbeitsschritt ist von allen Autoren explizit oder implizit bedacht.¹⁷¹

ABELE 2009¹⁷² konzentrieren sich in ihrem Beitrag auf Schritt b)¹⁷³, der Informationsbeschaffung, denn eine qualitativ hochwertige Datenbasis sei „wesentliche“ Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung von LCC. Ihr Forschungsschwerpunkt am PTW Darmstadt

¹⁶¹ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 258 f.; FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327; ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 54 ff.; BÜNTING, F. (2009), S. 38 ff.; KÖLLNER, T.; WIESER, R.; STRIEFLER, M. (2009), S. 107 ff.; BOGE, C. (2009), S. 119 und PELZETER, A. (2007), S. 118 ff.

¹⁶² Vgl. Definition von REBITZER 2008 in Tabelle 3-2.

¹⁶³ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 258-259.

¹⁶⁴ Dieser Ansatz ist nicht unpopulär: weitere Ausführungen dazu z. B. bei COENENBERG, A. G.; FISCHER, T.; SCHMITZ, J. (1994) sowie WEGNER, M. (2001), SCHMIDT, F. R. (2000) und ZEBOLD, C. (1996), S. 136. „Durch den Einsatz der Zielkostenrechnung soll eine ständige Kostensenkung initiiert werden. Als marktbezogenes Konzept ist eine ideale Basis für produktbezogene Entscheidungen.“

¹⁶⁵ DTC ist das Entwerfen und Konstruieren unter Kostenzielen und gegebenen Rahmenbedingungen. Es kann somit Teil der Zielkostenrechnung auf Ingenieurebene der Produktentwicklung sein.

¹⁶⁶ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4.: *Concurrent Engineering* (dt. in etwa gleichzeitige Entwicklung) bezieht sich auf die simultane Verfolgung mehrerer Zielvariablen und der Überlagerung der Aktivitätenphasen (Marktanalyse, Designphase, Prototyp, Produktionsplanung, Vorserienfertigung) im Produktentwicklungsprozess. Im Speziellen umfasst es auch die Lebenszyklus übergreifende Sichtweise, dass neben dem Lebenszyklus des zu erstellenden Produkts ebenfalls der Lebenszyklus der Potentialfaktoren berücksichtigt werden muss. FABRYCKY und BLANCHARD zählen dazu diejenigen des Produktionsprozesses (z. B. Fertigungslinie für das Produkt) und des Produktunterstützungssystems (z. B. Instandhaltungsdienstleistung, Reparaturleistung). Heutzutage erfolgen viele dieser Verfahrensschritte mittels umfangreicher CAD/CIM-Lösungen.

¹⁶⁷ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327.

¹⁶⁸ Vgl. NOSKE, H. und KALOGERAKIS, C. (2009), S. 135 ff.

¹⁶⁹ BÜNTING, F. (2009), S. 38 ff.

¹⁷⁰ Vgl. BÜNTING, F. (2009), S. 38 ff.

¹⁷¹ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327.

¹⁷² Vgl. ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 65 und 78.; Maschinenstrukturmodell und Lebenszyklusdatenbank

¹⁷³ Von LICHTENVORT 2008

umfasst die Entwicklung einer ganzheitlichen Methodik zur Nutzung des LCC in Form einer einfach zu handhabenden Software für den Bereich des Werkzeugbaus.¹⁷⁴ Diese beinhaltet bzw. verknüpft ein Maschinenstrukturmodell, ein Bewertungsmodell, eine Lebenszyklusdatenbank und einen Baukasten LZK Analysen.¹⁷⁵ Letztere dient u. a. der Definition von Lastkollektivszenarien und der Bildung von Anwendungsroutinen. Das Baukastenprinzip unterstreicht den modularen, für den Einzelfall zu konkretisierenden Charakter des Ablaufs des LCC. ABELE 2009 empfehlen es zusätzlich aus Gründen der Bewältigung des Arbeits- und Zeitaufwands.¹⁷⁶ Die Norm DIN EN 60300-3-3:2005 bietet kein konkretes Ablaufschema, sondern reißt bestimmte „Themen“, die eine Rolle für das LCC spielen können, lediglich beispielhaft an.¹⁷⁷ Die Normen DIN 18960:2008 und DIN 276-1:2008 befassen sich lediglich mit der Kostengliederung¹⁷⁸ (Teilschritt von a) in LICHTENVORT 2008). Die VDI 2884:2005 bietet hingegen eine brauchbare Anleitung für den speziellen Fall der Beschaffung, dem Betrieb und der Instandhaltung von Produktionsmitteln.

Autor	Günther, E. (2008)	Lichtenvort, K. u. a. (2008)	Fabrycky, W. J. u. A. (1991)
1	Welche Leistung/ Funktion wird gefordert?	u. a. werden genannt: Identifizierung der Gesamtkosten der Akteure, Bewertung der Wettbewerbsfähigkeit des Produkts, Proaktive Steuerung der Kosten innerhalb des Unternehmens, Harmonisierung von LCC und Zielsystem des Unternehmens, Identifizierung möglicher Alternativen der Produktentwicklung und –marketings, Identifizierung von ökon. Du ökol. Win-Win- oder Trade-offs-Situationen, Adressierung von CSR, Identifizierung eines potenziellen Business Case, Langfristigen Wertbeitrag ermitteln, Trade-offs zwischen gegenwärtigen und zukünftigen, internen und externen Kosten, Definition von lebenszyklusorientierten Optimierungspotenzialen entlang der Lebenszyklusphasen (z. B. DfDS)	Definition des Problems um Zielsrichtung zu eruieren: soll LCC der Alternativenauswahl bezüglich Design, Investition oder der Optimierung eines Instandhaltungskonzeptes dienen? Im Sinne des „Consumer-to-Consumer-Process“ ¹⁷⁹ : was wird gewünscht?

Tabelle 3-4: Übersicht der Ablaufschritte des LCC der Stichprobe (detailliert).

(Eigene Darstellung)

¹⁷⁴ Vgl. ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 65 und 78. oder auch ABELE, E. und DERVISOPOULOS, M. (2008), S. 380-384.

¹⁷⁵ Vgl. Ebenda. ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 65 und 78.

¹⁷⁶ Vgl. ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 65 und 78.

¹⁷⁷ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (DIN) (HRSG.) (2005), S. 8.

¹⁷⁸ Vgl. HERZOG, K. (2005), S. 17.

¹⁷⁹ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327.

Zusammenfassend zeigt sich, dass es nicht *den einen* geeigneten, standardisierten Ablauf für LCC gibt.¹⁸⁰ Alle Autoren verwenden i. d. R. ein abweichendes Vorgehen. Normierte Verfahren wie das Prognosemodell des VDMA-Einheitblatts 34160¹⁸¹, die DIN 60300-3-3:2005 oder die VDI 2884:2005 bieten mehr oder weniger (pragmatische) Orientierung für einzelne Arbeitsschritte, können einen gesamten Ablauf des Verfahrens jedoch nicht vorzeichnen.¹⁸² Die Verfahrensschritte hängen von vielerlei Faktoren¹⁸³ ab, die in ihrer Vielschichtigkeit in den nächsten Kapiteln erarbeitet werden. Der Wunsch einer Standardisierung des Ablaufs, ausgedrückt durch die Normen, dient vor allem den Überlegungen, wichtige Elemente des LCC i. S. einer Checkliste nicht zu vergessen, eine transparente Grundlage für lebenszyklusorientierte, vertraglich geregelte Kooperationen zwischen Lieferanten, Herstellern und Kunden zu etablieren, respektive praktische Hinweise für die Kalkulation der Lebenszykluskosten reproduzierbar darzustellen und somit eine Vergleichbarkeit der Rechenergebnisse zu gewährleisten.

3.2.2 Zielsetzung des LCC

Allen Literaturreferenzen ist der erste Arbeitsschritt der Zielfestlegung bzw. Problemdefinition gemein. Rückbesinnend des Kapitel 2 ist das Primärziel des klassischen LCC unter der Bedingung ökonomischer Knappheiten eine für das Unternehmen¹⁸⁴ nutzenmaximale Alternative in einer Wahlsituation zu identifizieren und aufgrund der bestmöglichen Information eine Entscheidung herbeizuführen. Nutzenmaximal umschließt i. S. eines ökologieorientierten oder gesellschaftsorientierten LCC ein mehr oder weniger komplexes Zielsystem aus unterschiedlich gewichteten ökonomischen, ökologischen und sozialen Sach- und Formalzielen. Unter Maßgabe dieses Entscheidungsrahmens wird LCC als betriebliches Instrument eingesetzt um abgeleitete, spezifische Zielsetzungen zu verfolgen.

Wie die Übersicht am Ende des Kapitels in Tabelle 3-5 zeigt, sind diese mannigfaltig.¹⁸⁵ Eine einfache, einleuchtende Zielsetzung formuliert BÜNTING 2009, namentlich aus Sicht des

¹⁸⁰ Diese Erkenntnis deckt sich mit der zusammenfassenden Darstellung von Hemmnissen für die Entwicklung eines „truly universal LCC model“ nach SHERIF, Y. S. und KOLARIK, W. J. (1981), S. 292. Vgl. dazu auch Kapitel 3.2.8.

¹⁸¹ Vgl. BÜNTING, F. (2009), S. 35-50. bzw. VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU E. V. (VDMA) (2007)

¹⁸² Normen wie das VDMA-Einheitsblatt 34160 oder die VDI-Richtlinie 2884:2005 sind insbesondere vor dem Hintergrund der vertraglichen Gestaltung und dem Controlling von Betreiber-Hersteller-Verträgen im Maschinen- und Anlagenbau hilfreich – für kleine und mittelständische Unternehmen unablässig. Falsche Berechnungen von Lebenszykluskosten oder die Unterschätzung der Leistungsparameter des Vertragsgegenstands (die Verfügbarkeit der Anlage) können zu erheblichen finanziellen Belastungen für den Hersteller führen. Vgl. KÖLLNER, T.; WIESER, R.; STRIEFLER, M. (2009), S. 107. Der Wunsch nach einem universellen Lebenszykluskostenmodell i. S. von BÜNTING, F. (2009), S. 40 f. ist daher nachzuvollziehen um Transparenz und Vergleichbarkeit der den Verträgen zu Grunde liegenden Kalkulationen. Einzelne, große Unternehmen schlagen z. T. eigene Wege ein, wie z. B. die Daimler AG mit dem M-TCO Ansatz ALBRECHT, V. und WETZEL, P. (2009), S. 81-96. oder ZF Friedrichshafen KÖLLNER, T.; WIESER, R.; STRIEFLER, M. (2009), S. 97-116.

¹⁸³ Beispielsweise wird das VDMA-Einheitsblatt 34160 den Ansprüchen des ökologieorientierten LCC nach LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1-16.

¹⁸⁴ Gleichwohl gilt dies auch für andere Wirtschaftsakteure, wie z. B. dem Endverbraucher. Der Nutzen umschließt im letzteren Fall für ein Produkt, das „Maß der in der Vorkaufssituation erwarteten bzw. nach dem Kauf tatsächlich eingetretenen Bedürfnisbefriedigung durch Verbrauch und Inanspruchnahme des Produkts.“ BALDERJAHN, I. und SCHOLDE-RER, J. (2007), S. 23 ff.

¹⁸⁵ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327. „The possible applications of life-cycle cost analysis are numerous.“

Kunden die für ihn (langfristig) **kostengünstigste Variante** zu identifizieren.¹⁸⁶ Auch FABRYCKY 1991 betonen den sogenannten „Consumer-to-Consumer Process“.¹⁸⁷ Ein marktorientiertes Unternehmen wird folglich der Formulierung einer Zielsetzung die Ermittlung des Kundenwunsches und seiner Bedürfnisse voranstellen. Dies kann durch Marktanalysen operativ erfolgen und strategisch durch die Zielkostenrechnung (engl. *Target Costing*) in den Entscheidungsprozess integriert werden.¹⁸⁸

Grundsätzlich sind Zielsetzungen **sachlogisch zu unterscheiden**, ob Investitions- (GÜNTHER 2008, KÖLLNER 2009), Beschaffungs- (BÜNTING 2009, ALBRECH 2009), Optimierungs- (ABELE 2009, NOSKE 2009, SCHWEIGER 2009, GÜNTHER 2008) oder Vertriebs- bzw. Managemententscheidungen (LAY 2009, BOGE 2009, REBITZER 2008, SWARR 2008) zu fällen sind. GÜNTHER 2008 unterscheidet für die Investitions- und Beschaffungsentscheidung implizit zwei Typen¹⁸⁹ nach der Zeit: ein **planerisches** und ein **analytisches LCC**. Erster Typ erfolgt somit ex ante der tatsächlichen Entscheidung (Planung) für eine Investitions-, Beschaffungs-, aber auch Optimierungsalternative von z. B. Instandhaltungsstrategien. Der zweite Typ dient i. d. R. der nachträglichen oder konstruktionsbegleitenden Analyse von Lebenszykluskosten z. B. für einen Vergleich von Designalternativen aus Sicht des Ingenieurs, einen Vergleich von Produkten aus Sicht des Endverbrauchers oder der Produktoptimierung zukünftiger Fertigung. Beide Typen erscheinen plausibel, obwohl der Fokus der Autoren ein planungsorientiertes LCC zu favorisieren scheint. Unter der Einschränkung der dem Bewertungsobjekt spezifischen Unsicherheit über zukünftige Folgekosten impliziert dieses LCC das Vorsorgeprinzip.¹⁹⁰ In der frühen Planungsphase eines Produkts, eines Bauwerks oder einer Anlage werden unter Unsicherheit Lebenszykluskostenschätzungen durchgeführt um sich für die aus dieser Sicht langfristig günstigste Alternative, respektive derjenigen mit der größten Kostenvermeidung, zu entscheiden.¹⁹¹ FABRYCKY 1991 betont darüber hinaus, dass LCC die technisch-ökonomische Machbarkeit des Gesamtsystems bewerten soll, d. h. neben der Auswahl eines optimalen Produktdesigns auch die begleitenden Fertigungs- und Geschäftsprozesse in die Entscheidung zu integrieren.

SCHWEIGER 2009 und REBITZER 2008 ergänzen, dass LCC ein **vitales Instrument des aktiven Kostenmanagements** sein soll.¹⁹² Im Sinne der langfristigen Planung von GÜNTHER 2008 übernimmt LCC als Zielgröße die Erfolgspotentiale.¹⁹³ Wertorientierte oder strategische Steuerung von Entscheidung mit LCC sind i. d. S. vielfältig möglich. Für die strategische Produktpolitik kann LCC z. B. die grundsätzliche Frage nach der Aufnahme eines neu-

¹⁸⁶ Vgl. BÜNTING, F. (2009), S. 36.

¹⁸⁷ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327.

¹⁸⁸ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 258 ff.

¹⁸⁹ Analog differenziert LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 11 f. ein prospektives „LCC planning“ und retrospektives „LCC analysis“.

¹⁹⁰ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327.; GÜNTHER, E. (2008), S. 258 ff.

¹⁹¹ Vgl. HÄNGGI, M. (2008), S. 56. Demnach schließt LCC die von GRUBB kritisierte „Kluft“ zwischen dem Vorsorgeprinzip und der für makroökonomische Analyse zum Klimawandel typischen Kosten-Nutzen-Analysen. „Für Letztere ist eine Maßnahme dann zu ergreifen, wenn ihre mutmaßlichen Kosten geringer sind als der mutmaßliche Nutzen. Für Ersterer gibt es Risiken, die unter (fast) keinen Umständen eingegangen werden dürfen, auch wenn die Wahrscheinlichkeit des Risikos gering oder unbekannt ist. Zwischen diesen beiden Positionen, so GRUBB, klafft ein Graben“

¹⁹² Vgl. SCHWEIGER, S. (HRSG.) (2009), S. 24. und REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 35 ff.

¹⁹³ Vgl. ZEBOLD, C. (1996), S. 8.

en Produktes in das Produktprogramm, Timing-Entscheidungen für Markteintritt bzw. -austritt und die langfristige Preispolitik unterstützen.¹⁹⁴ SCHWEIGER 2009 benennt bspw. „... auf Basis des quantifizierten Nutzens ihrer Produkte höhere Preise zu realisieren ...“¹⁹⁵.

Bereits 1984 stellt WÜBBENHORST für die Bestimmung von Lebenszykluskosten vier **allgemeingültige Zielsetzungen**¹⁹⁶ als grundsätzlich heraus:

- das **Prognose-** (Lebenszykluskosten und -erlöse sowie nicht monetär erfassbare Folgewirkungen von Entscheidungsalternativen sind derart zu prognostizieren um Alternativen vergleichend beurteilen zu können),
- **Erklärungs-** (die Wirkbeziehungen während der Entstehung von Kosten und Erlösen sollen nicht nur identifiziert, sondern auch erklärt werden um aktive Wirkungen auf die Systemelemente zu realisieren),
- **Gestaltungs-** (zum frühestmöglichen Zeitpunkt des Entscheidungsprozesses sollen Möglichkeiten zur Optimierung und -beeinflussung von Kosten und Erlösen erkannt und Potenziale zur Kostensenkung genutzt werden.),
- und **Abbildungsziel** (die identifizierten Entscheidungsparameter erfordern eine Darstellung, die eine Entscheidungsfindung reell unterstützt).

Ebenfalls folgen GÜNTHER 1999¹⁹⁷, HERZOG 2005¹⁹⁸ und die VDI-Richtlinie 2004:2005¹⁹⁹ diesen Zielsetzungen. Jene finden sich in den Wortlauten der untersuchten Autoren ex- oder implizit wieder. Das Erklärungsziel deckt sich z. B. mit dem Anspruch von ABELE 2009 und LICHTENVORT 2008 zur Transparenz von Kostentreibern bzw. Entscheidungen.

LCC kann nach LAY 2009 ebenfalls **Grundlage neuer Geschäftsmodelle** sein.²⁰⁰ Die Identifikation von „Win-Win-Situationen“, der Senkung von Lebenszykluskosten mit Vorteilen für Hersteller und Nutzer, erfolgt laut den Autoren auf vier Pfaden: der Senkung der Betriebskosten, der Verringerung der Qualitätskosten, der Optimierung von Wartung- und Instandhaltung sowie die Reduktion von Investitionen in Investitionsgüter.²⁰¹ SCHWEIGER 2009 benennt bspw. „... auf Basis des quantifizierten Nutzens ihrer Produkte ... zusätzliche Serviceleistungen ... zu platzieren“²⁰². Dabei ist zu beachten, dass der rechtliche Rahmen die Art des Geschäftsmodells, somit den Einsatz von LCC, ganz wesentlich beeinflusst. Sind beispielsweise für den Hersteller keine Sanktionskosten mit ausfallenden Anlagekomponenten verbunden, könnte dies tendenziell zur Situation führen, in der dieser Hersteller durch mangelhafte Er-

¹⁹⁴ Vgl. ZEBOLD, C. (1996), S. 255.

¹⁹⁵ SCHWEIGER, S. (HRSG.) (2009), S. 24.

¹⁹⁶ Vgl. WÜBBENHORST, K. L. (1984), S. 2.

¹⁹⁷ Vgl. GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1999), S. 239.

¹⁹⁸ Vgl. HERZOG, K. (2005), S. 4.

¹⁹⁹ Vgl. VDI-Richtlinie 2884:2005, S. 4.

²⁰⁰ Vgl. LAY, G.; SCHRÖTER, M.; ARMBRUSTER, H. (2009), S. 157 ff.

²⁰¹ Vgl. auch STEWART, M. G. (2001), S. 266. Das Produkt oder Produktsystem begleitende Dienstleistungen (Reparatur-, Ersatzteil- oder Instandhaltungsleistungen) nehmen im Wertschöpfungsprozess der Branche des Maschinen- und Anlagenbaus einen zunehmenden Stellenwert ein. Dienstleistungen (Services) verlängern den durch kürzer werdende Marktzyklen des Produkts möglichen Zeitraum der Wertschöpfung, damit ein Gewinnpotential. Der Begriff des „Service Engineering“ fasst diesen Trend zusammen.

²⁰² SCHWEIGER, S. (HRSG.) (2009), S. 27.

satzteillieferung zumindest kurz- bis mittelfristig Gewinn erzielt.²⁰³ ALBRECHT 2009 zeigt, wie vertragliche Vereinbarungen hingegen die Verantwortung und Haftung zwischen Hersteller und Nutzer sinnvoll, d. h. mit Lebenszykluskosten senkenden Anreizen, regeln.²⁰⁴

Einhergehend mit den Zielsetzungen sind zusätzliche Zielvariablen in das Entscheidungssystem zu integrieren. Deren Anzahl ist prinzipiell endlos. Eingeschränkte Datenverfügbarkeit, Steuerungsfunktionalität und Transparenz begrenzen sie jedoch auf einzelne, durch messbare Indikatoren kontrollierbare Variablen. Die Beiträge des Sammelbands von SCHWEIGER²⁰⁵ als auch FABRYCKY 1991 ergänzen das klassische LCC i. a. R. um zusätzliche, technische Zielvariablen wie z. B. Qualität, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit.²⁰⁶ Eine ökologieorientierte Unternehmensführung erweitert das Zielsystem um relevante ökologische Aspekte und Umweltkosten der eigenen und durch z. B. Lieferanten bezogenen Leistungserstellung.²⁰⁷ Das Ökodesign oder die integrierte Produktentwicklung bieten Instrumente der Unternehmensführung. Nachhaltige Unternehmen integrieren darüber hinaus soziale bzw. gesellschaftliche Zielvariablen wie Bildungsniveau, Armut u. a. mit dem Makroziel Wohlfahrtssteigerung.²⁰⁸

Zusammenfassend definiert der erste Arbeitsschritt eines jeden LCC der Formulierung einer konkreten Zielsetzung, die unter den Zwängen der ökonomischen und ökologischen Knappheit, respektive des Zielvektors des Gesamtunternehmens an die spezielle Entscheidungssituation angepasst wird. Derartige Entscheidungen benötigen auch hinsichtlich ihrer langfristigen Wirkungen auf den Unternehmenserfolg eine wertmäßige Fundierung. Die Ziele fallen mit wachsender Anwendungsbreite und durch wechselnde Betrachtungsperspektiven vielfältig aus. Sie können wie folgt grob skizziert werden²⁰⁹:

- Entscheidung / Auswahl zwischen Investitionsobjekten, Designentwürfen, Lieferanten oder Beschaffungsobjekten, Produkten
- Optimierung des Produktdesigns
- Identifikation von Kostentreibern der Wartungs- und Instandhaltung, Abschätzung des Reparaturaufwands
- Vertragsgestaltung mit Lieferanten
- generelle Schwachstellenanalyse i. S. der Wertschöpfung

²⁰³ Langfristig wird dieses Geschäftsmodell gegebenenfalls durch Kundenschwund im Zuge mangelnder Kundenzufriedenheit im Markt nicht bestehen. Insbesondere im kundenorientierten, auftragsorientierten Investitionsgüterbereich.

²⁰⁴ ALBRECHT, V. und WETZEL, P. (2009), S. 81-96.

²⁰⁵ SCHWEIGER, S. (HRSG.) (2009), S. 188.

²⁰⁶ Eine genaue Erklärung der Wirkungszusammenhänge von Qualität, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und abgeleiteten Instandhaltungsstrategien entfällt an dieser Stelle. Operationalisiert und messbar werden diese Zielgrößen i. d. R. durch Kennzahlen (MTTF, MLD; MBTF) und schließlich in Form von Wartungs-, Instandhaltungs- und Ersatzteilkosten als Lebenszykluskostenelemente integriert. Vgl. DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (DIN) (HRSG.) (2005), S. 10 ff.

²⁰⁷ *Environmental Life Cycle Costing* (ELCC). Der dem Technische Ausschuss ISO/TC 207 „*Environmental Management* (Umweltmanagement)“ untergeordnete Ausschuss SC 5 „*Life cycle assessment* (Ökobilanz)“ verwendet das ähnliche Akronym *eLCC*. Vgl. NORMENAUSSCHUSS GRUNDLAGEN DES UMWELTSCHUTZES (NAGUS) IM DIN (2008), S. 8.

²⁰⁸ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 4 ff. und DAHLBO, H. u. a. (2007), S. 50.

²⁰⁹ In Anlehnung an KORPI, E. und ALA-RISKU, T. (2008), S. 242.

- Information des Kunden (Verkaufsargumentation).²¹⁰

LCC findet folglich überall dort Anwendung, wo periodenübergreifende Informationen zur Gestaltung des Entscheidungsvektors nötig sind. LCC kann vorsorglich (früh) Ressourcenverschwendung identifizieren und – z. B. auch durch Projektabbruch – für andere Wertschöpfungsaktiven frei machen.²¹¹ Zum Zweck der Zielerfüllung stellt der Entscheider bestimmte Forderung an das Instrument LCC. Er muss hinreichend präzise Informationen zeitnah und vollständig bewertet vorliegen haben um den Anspruch der vier allgemeingültigen Ziele²¹² gerecht zu werden. Dessen Ziele sollen für das LCC maßgebend sein: es sind namentlich das Prognose-, Erklärungs-, Gestaltungs- und Abbildungsziel. Die Banalität des Arbeitsschrittes der Formulierung der Zielsetzung täuscht über dessen Bedeutung hinweg: in den Augen von FABRYCKY 1991 kann er nicht hoch genug eingeschätzt werden.²¹³

Inwiefern LCC z. B. die Notwendigkeit der Messbarkeit²¹⁴ und quantitativen Bewertung von Alternativen zur Auswahl im Investitionsentscheidungsprozess unterstützt, folgt im nächsten Kapitel.

²¹⁰ Andere Ziele umfassen aus Herstellersicht Entscheidung zu Projektabbruch, *Make-or-Buy* und Preissetzung.

²¹¹ Vgl. GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1999), S. 241.

²¹² Vgl. VDI-Richtlinie 2884:2005, S. 4.

²¹³ Die Autoren führen aus „... the nature of the problem appears to be obvious, whereas the precise definition of the problem may be the most difficult part of the entire process.“ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 131.

²¹⁴ REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 35. „Without metrics and thresholds, aspects of sustainability cannot be managed and thus improved.“

Autor	Zielsetzung
Günther, E. (2008) [S. 258]	„Planung, Bewertung und Vergleich verschiedener Investitionsalternativen sowohl aus Beschaffungs- als auch aus Entwicklungsperspektive nach dem Prinzip des Gesamtkostendenkens“ [S. 258]
Lichtenvort, K. u. a. (2008) [S. 3 und 11]	„LCC has to ensure that all the costs of a product or system incurred over its entire life cycle are integrated into the decision-making process to make decisions transparent and to avoid environmental damage and social drawbacks at an early stage“ “The LCC process should also be differentiated with respect to when in the life cycle it is carried out.“
Rebitzer, G. u. a. (2008) [S. 35 und 38]	Environmental LCC: “... to provide an assessment that can be quantified and thus be used for measuring progress ... usually meant to be used for validated ... cost estimations in ... product development and marketing analysis.” „... to estimate decision-relevant differences between alternative products based on real monetary flows or to identify improvement potentials within one life cycle.
Swarr, T. u. a. (2008) [S. 79]	“Environmental LCC ... tries to capture any monetary flow anticipated in the decision-relevant future ... Improved understanding and management of these costs have a direct impact on the customer’s cost of ownership ... can be an effective tool to identify additional business opportunities by expanding the scope of financial analysis.”
Fabrycky, W. J. u. a. (1991) [S. 12 und 125]	„Life-cycle cost, when included as a parameter in the system development process, proves the opportunity to design for economic feasibility“ „... is employed in the evaluation of alternative system design configurations, alternative production schemes, alternative logistic support policies, and so on““
Schweiger, S. (2009) [S. 17 und 24]	“Mit TCO können unterschiedliche Prozess- und Investitionsalternativen miteinander verglichen werden mit dem Ziel, die insgesamt beste Lösung zu finden.“ „LCC/TCO leistet daher einen Beitrag zum aktiven Kostenmanagement in der Produktion“
Bünting, F. (2009) [S. 36]	„Zielsetzung der Käufer ist, dasjenige Investitionsgut herauszufinden, das ihm über einen definierten Zeitraum die geringsten Kosten verursacht.“
Albrecht, V. u. a. (2009) [S. 82]	„Nicht mehr die billigste Maschine sollte bei einem Angebotsvergleich den Zuschlag erhalten, sondern diejenige, die auch langfristig die beste Qualität und die niedrigste Instandhaltungskosten garantiert.“
Abele, E. u. a. (2009) [S. 66]	„Ziel ist dabei immer, die Transparenz über die Kostentreiber zu erhöhen, zum Beispiel durch bauteilbezogene Aufgliederung der Wartungskosten oder durch Szenario- und Sensitivitätsanalysen wie der Abbildung der Auswirkungen steigender Energiepreise über den Lebenslauf einer Maschine.“
Köllner, T. u. a. (2009) [S. 100]	„Die Auswahl der über den Lebenszyklus wirtschaftlichsten Maschine kann somit nur durch eine korrekte Erfassung der LCC realisiert werden“
Boge, C. (2009) [S. 119]	„... abgesicherte Investitionsentscheidung, erhöhte Anlagenverfügbarkeit, erhöhte Planungssicherheit des Produktionsprozesses und Produktionskosten, Aufbau einer engen, zuverlässigen Partnerschaft zwischen Hersteller/ Nutzer ...“
Noske, H. u. a. (2009) [S. 137]	„... eine frühe Identifizierung der Lebenszykluskostentreiber notwendig, um frühzeitig gegensteuern zu können oder Vergleichsstudien zur Entscheidungsunterstützung durchzuführen.“
Lay, G. u. a. (2009) [S. 157]	„...notwendigen Verhandlungsspielraum schaffen, damit die Anbieter und Kunden neuer Geschäftsmodelle gleichermaßen profitieren können (Win-Win-Situation).“

Tabelle 3-5: Übersicht der Zielsetzungen von LCC der Stichprobe.

(Eigene Darstellung)

3.2.3 Lebenszyklusmodell und Systemgrenzen

Ist das Ziel bekannt, stellt sich die Frage der Systemgrenzen des Entscheidungsraumes. Hin­führend sind zwei für Entscheidungsinstrumente wie dem LCC charakteristische Problemstel­lungen, die so genannte Ansatz- und Bewertungsproblematik, zu erläutern.²¹⁵

Die **Frage des Ansatzes** beantwortet, „welche Aspekte mit welchen Mengen in das Instru­ment aufgenommen werden sollen“.²¹⁶ Zur Wahrung des Grundsatzes der Vergleichbarkeit von Entscheidungsalternativen muss neben der gleichen Zahl von Aspekten (Datenverfügbar­keit), die Gleichartigkeit der Bestimmung der Mengen (Datenerhebung) gewährleistet sein. Erstes Prinzip muss stetig, d. h. für alle Arbeitsschritte des LCC übergreifend, durch festge­legte Systemgrenzen für das Entscheidungssystem gültig sein. Für die Datenerhebung unter­scheidet GÜNTHER 2008 drei Formen: die Messung nach anerkannten Methoden, die Be­rechnung – gegebenenfalls zur Konvertierung der gemessenen Werte – und die Schätzung. VOSS 2008²¹⁷ erweitert dieses Dreigestirn in einem Drachendiagramm aus vier Variablen um die Validierung.²¹⁸ Die **Frage der Bewertung** soll klären, „mit welchem Wert die Mengen in dem gewählten Instrument erfasst werden“²¹⁹. Eine Unterscheidungsmatrix differenziert dabei zwischen monetären und nicht-monetären, qualitativen und quantitativen, respektive ein- und mehrdimensionalen Bewertungen. Diesen Maßstäben muss das Instrument LCC ebenfalls methodisch bei jeder Anwendung gerecht werden.

Um der Frage des Ansatzes gerecht zu werden unterliegt LCC der Idee von **Lebenszyklus­modellen**.²²⁰ Jene dienen der (modellierten) Abstraktion eines Ausschnitts der für die Ent­cheidung relevanten Umwelt aus Sicht des Betrachters. Das Unternehmen ist in der betriebli­chen Umweltökonomie als vordergründiges System gesehen. Ein „Supersystem“, das Netz­werk der Wertschöpfungsbeziehungen mit der angrenzenden Umwelt z. B. zu Kunden, Liefe­ranten und Wettbewerbern, und das sogenannte „Umsystem“ Gesellschaft betten es ein.²²¹ Wiederum gliedert sich das System Unternehmung in vielfältige Subsysteme (wie z. B. Pro­zess- oder Produktsysteme). In erster Instanz muss folglich entschieden werden, welche Ele­mente des Subsystems, Systems, Supersystems und Umsystems für die Entscheidung relevant und einbezogen werden sollen. Während das in Kapitel 2.1 genannte Stakeholdermodell Be­ziehungen zwischen den Anspruchsgruppen und dem Unternehmen darstellt, stellen Lebens­zyklusmodelle die abstrahierten Wirkbeziehung²²² in zeitlicher und sachlogischer Art für das zu bestimmende Bewertungsobjekt innerhalb des Systems dar. Lebenszyklusmodelle sind so-

²¹⁵ GÜNTHER, E. (2008), S. 226.

²¹⁶ Ebenda. Hinweis: Der O-Ton „sollen“ beschreibt den normativen Aspekt dieser Problematik.

²¹⁷ VOSS, H. (2006), S. 34., Schätzwert, Empirisch, Methodisch

²¹⁸ Dieser vierte Baustein folgt der grundlegenden Überlegung, dass eine fehlerhafte Messung zu schlechteren Ergebnissen als eine sehr gute Schätzung führt.

²¹⁹ GÜNTHER, E. (2008), S. 226.

²²⁰ Der Begriff des „Lebenszyklus“ ist der Evolutionslehre entlehnt und durch die sinn­gemäße Abfolge bestimmter Entwicklungsphasen von der Geburt bis zum Tod definiert („*cradle-to-grave*“). Der Autor dieser Diplomarbeit verweist auf die umfangreichen Arbeiten zu Lebenszyklusmodellen von ZEBOLD, C. (1996), S. 16 ff., HÖFT, U. (1992), S. 15 ff. und UHL, H. (2002), S. 43 ff.

²²¹ Vgl. ZEBOLD, C. (1996), S. 16. Vgl. auch das Stakeholdermodell in Kapitel 2.

²²² Es werden z. B. für die jeweiligen Lebenszyklusphasen spezifische Funktionsverläufe von Umsatz, Rentabilität, Liquidität in Abhängigkeit von der Zeit angenommen. Vgl. GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1999), S. 238.

mit vom Zeitrahmen, den Systemgrenzen, dem Bewertungsobjekt sowie der Betrachtungsperspektive abhängig.²²³

Als **Bewertungsobjekt** können:

- Produkte, Produktkomponenten, Produktsysteme,
- Potentiale (Anlagen, Technologien, Personal, Ideen usw.)
- Bauwerke,²²⁴
- sowie ganze Organisationen oder einzelne Organisationseinheiten dienen.

Für das LCC kommen in erster Linie Produkte und Potentiale in Frage. Der **erweiterte Produktlebenszyklus**²²⁵ (siehe Abbildung 3-1) integriert Phasen des Entstehungs-, Beobachtungs-, den Markt-²²⁶ sowie den nachgelagerten Entsorgungszyklus.²²⁷

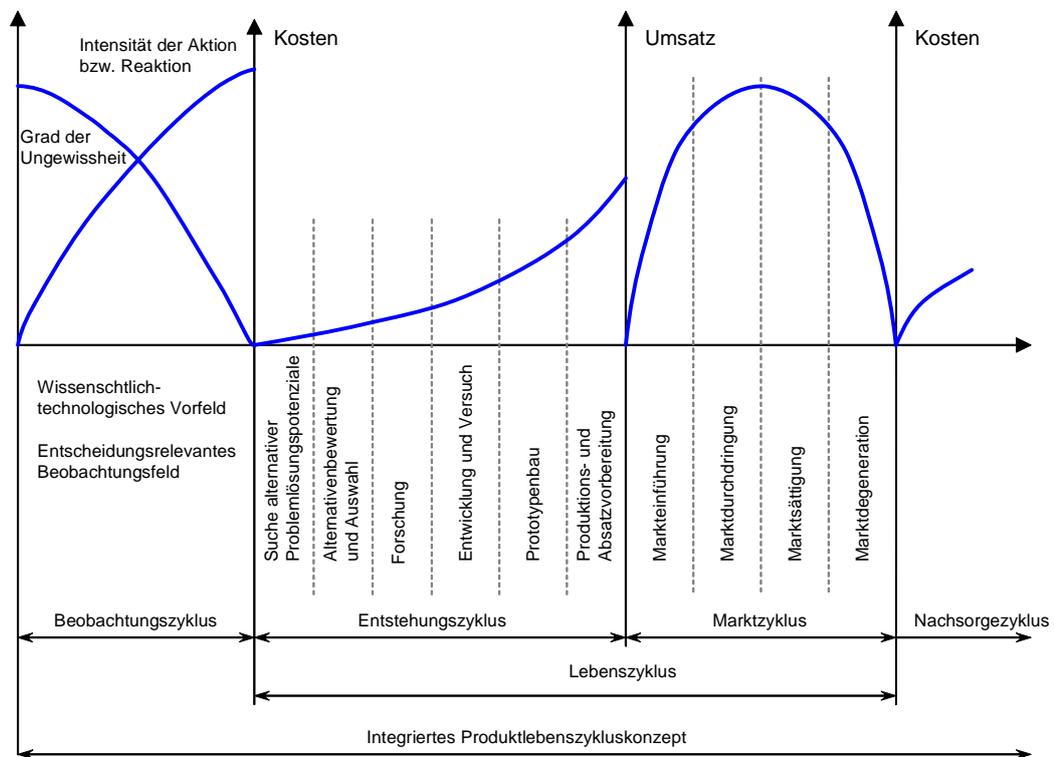


Abbildung 3-1: Erweiterter Produktlebenszyklus.

(Quelle: UHL, H. (2002), S. 47.)

Die DIN ISO 15226:1999-10²²⁸ definiert ihn als „Zeitabschnitt von der ersten Idee bis zur endgültigen Entsorgung des Produktes.“ Die **Lebenszyklusphasen** fassen dabei bestimmte,

²²³ Somit folgt, dass Lebenszyklusmodelle allenfalls eine subjektive Darstellung der Realität darstellen, deren Abstraktionsgrad von der Wirklichkeit stets kritisch zu diskutieren ist.

²²⁴ Bauwerke stellen einen Sonderfall dar: sie können einerseits als Produkt (aus Sicht des Hauseigentümers), andererseits als Potentialfaktor (Industriebau) betrachtet werden.

²²⁵ Der einfache Produktlebenszyklus ist in der Literatur als ungeeignet erörtert worden, weil er lediglich den Marktzyklus berücksichtigt. Vgl. GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1997), S. 238.

²²⁶ Bestehend aus Experimentier-, Expansions-, Ausbreitungs- und Stagnations- bzw. Rückbildungsphase.

²²⁷ Dieser wird ebenfalls von LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 3. verwendet.

²²⁸ Vgl. DIN ISO 15226:1999-10, S. 4

voneinander mehr oder weniger deutlich abgrenzbare Aktivitätenbündel zusammen, können jedoch beliebig untergliedert werden. Grundsätzliches Merkmal einer Lebenszyklusphase ist das Fällen einer Entscheidung an deren Ende. Sie können sich aus Unternehmersicht zeitlich überschneiden. Die DIN 60300-3-3:2005 teilt einen **Anlagenlebenszyklus** (Potentialfaktor) in die Vorlauf-, Nutzungs- und Nachlaufphase untergliedert in sechs Hauptphasen. Der **Gebäudelebenszyklus** ist z. B. durch die DIN ISO 15686-5:2004 in eine Anschaffungs-, Nutzungs- und Instandhaltungs-, Erneuerungs- und Anpassungs- sowie Entsorgungsphase gekennzeichnet.²²⁹

Während der Sammelband von SCHWEIGER 2009 i. a. R. Anlagenlebenszyklusmodelle i. S. der DIN 60300-3-3:2005 verfolgen, bezieht sich GÜNTHER 2008 und LICHTENVORT 2008 auf verschiedene Formen von Produktlebenszyklusmodellen. REBITZER 2008 weist auf die Besonderheiten der Kombination von Ökobilanz und ökologieorientiertem LCC hin.²³⁰ Unterschiede in den Systemgrenzen beider Verfahren können insofern bestehen, als dass die in aller Regel in der Ökobilanz vernachlässigte Initiierungs- und Planungsphase in das ökologieorientierte LCC integriert werden.²³¹ FABRYCKY 1991 erörtert die Schwierigkeit der Überlappung verschiedener Lebenszyklen.²³² Eine Produktinnovation impliziert eine parallele Technologieinnovation und Entwicklung produktbegleitender Potentialfaktorensysteme.²³³

Ferner ist von Interesse, aus welcher **Perspektive**²³⁴ der Lebenszyklus betrachtet wird:

- Produktionsperspektive (Lieferanten-, Hersteller-, Konstrukteurssicht)
- Marketingperspektive (Vertriebssicht)
- Kundenperspektive (Käufer-, Nutzer-, Betreiber-, Investorensicht)
- Gesellschaftsperspektive (Wohlfahrtssicht, Staat²³⁵)

Je nach Entscheidungsakteur reduziert oder erweitert sich der Bilanzrahmen für das LCC. Dies impliziert, dass bestimmte vorhandene Kostenaggregate nicht zwingend aufgeschlüsselt werden müssen oder ganz entfallen (siehe Abbildung 3-2). In der Abbildung ist ersichtlich, dass aus Kundensicht die Produktion gegebenenfalls als „Blackbox“ aufgefasst werden

²²⁹ Die GEFMA 100-1:2004 unterscheidet ferner eine Beschaffung- und Vermarktungsphase, gliedert die Anschaffungsphase in Konzeption, Planung und Errichtung, teilt in Betriebs- und Nutzungs-, Umbau- und Sanierungs-, Leerstands- und Verwertungsphase. Vgl. HERZOG, K. (2005), S. 32.

²³⁰ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 3. Sowie REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 37.

²³¹ Während die Ökobilanz diesen Phasen keine nennenswerten Umweltauswirkungen zuordnen kann, ist dies im Fall des LCC offensichtlich anders. Rückbesinnend der vorangegangenen Erkenntnisse ist die frühestmögliche Berücksichtigung von Lebenszykluskosten in der Designphase das Ziel der prospektiven LCC um dem Zusammenhang zwischen Kostendeterminierung und Kostenbeeinflussung gerecht zu werden.

²³² FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4.

²³³ „It must simultaneously embrace the life cycle of the manufacturing process as well as the life cycle of the product support system. This there are three coordinated life cycles processing in parallel.“ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4.

²³⁴ Diese können abstrahiert vom Beispiel des Produktionslebenszyklusmodells auf die einzelnen Bewertungsobjekte übertragen werden. Vgl. ZEBOLD, C. (1996), S. 19.

²³⁵ Im Idealfall übernimmt diese Rolle der Staat oder seine Repräsentanten. Sicher ist aber, dass letztere nie allein eine kollektive Rationalität verfolgen.

kann.²³⁶ REBITZER 2008²³⁷ empfiehlt eine Konzentration auf den Nutzer und Hersteller. Sie seien die Hauptakteure, denn die einen haben ein Bedürfnis (engl. *demand pull*), das respektive durch den anderen befriedigt wird (engl. *supply push*).²³⁸ Die Beiträge in SCHWEIGER diskutieren i. d. R. aus einer Mischung von Hersteller-, Betreiber- und Nutzersicht. Einzig LICHTENVORT 2008 und KLÖPPFER 2009 fordern die Gesellschaftsperspektive.²³⁹

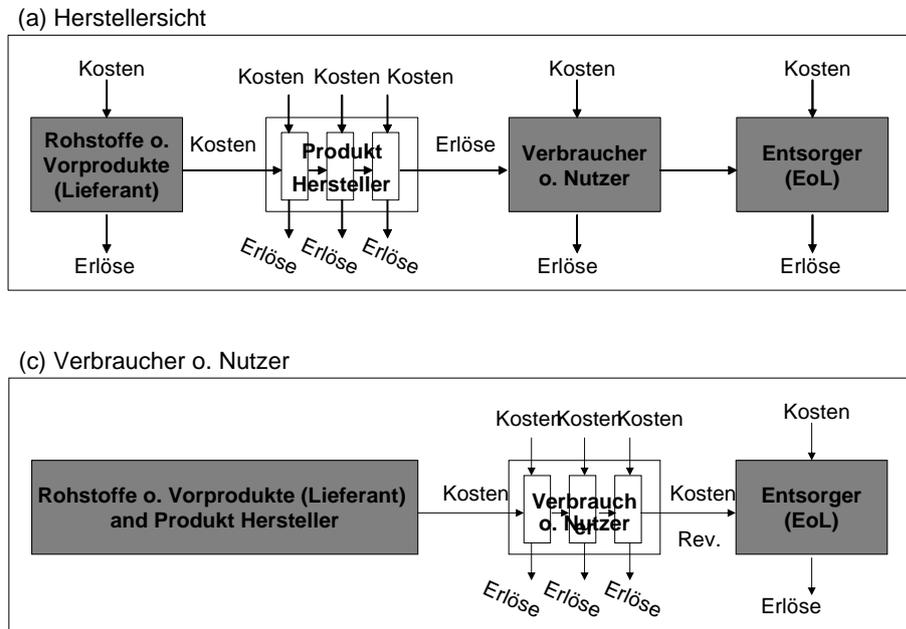


Abbildung 3-2: Betrachtungsperspektiven des LCC.

(Übersetzt aus: LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 11.)

Der Gesamtzeitraum des Lebenszyklus kann i. d. R. mit der **Lebensdauer** des Bewertungsobjekts gleichgesetzt werden. Die Lebensdauer eines Produkts unterscheidet sich technisch und wirtschaftlich. Einflussfaktoren sind u. a. die Belastungsintensität, Nutzungsintensität, sowie Qualitätsmerkmale und Charakteristik des Bewertungsobjektes selbst. Es können langlebige und kurzlebige Güter unterschieden werden²⁴⁰. Die physische Lebensdauer begrenzt die Lebenszeit eines Produkts aufgrund der technischen Belastbarkeit und der mit zunehmendem Alter steigenden Ausfallwahrscheinlichkeit.²⁴¹ Die wirtschaftliche Lebensdauer (auch **Nutzungsdauer**²⁴²) definiert eine mittlere Lebenszeit eines Produkts bis zu dem Zeitpunkt, bei dem es die Funktionen und den bestimmungsgemäßen Gebrauch gerade noch voll erfüllt bzw.

²³⁶ Umgekehrt kann den Hersteller einer Anlage durchaus interessieren, wie der Nutzer seine Anlage betreibt. Dies ist beispielsweise Gegenstand der vertraglichen Regelungen im Beitrag von ALBRECHT, V. und WETZEL, P. (2009), S. 81-96.

²³⁷ REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 38. analog GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1999), S. 237.

²³⁸ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4. Die Autoren fokussieren auch auf den Hersteller und Nutzer.

²³⁹ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 3. und KLÖPPFER, W. (2008), S. 157 ff.

²⁴⁰ „A distinction is made between consumption of the short-cycle and durable products.“ Dabei schwanken die Lebensdauern erheblich: Bauwerke haben z. B. eine erwartete Lebensdauer von 65 - 85 Jahren. Vgl. SARMA, K. C. und ADELI, H. (2002), S. 1452. und KROZER, Y. (2008), S. 310.

²⁴¹ Die technische Lebensdauer ist theoretisch unbegrenzt, da Ersatz- und Erweiterungsinvestition jederzeit das Produkt instand halten können.

²⁴² Vgl. HERZOG, K. (2005), S. 38.

die Ausfallwahrscheinlichkeit voraussichtlich seinen höchsten Wert erreicht.²⁴³ Die tatsächliche Nutzungsdauer kann im Prinzip kürzer oder länger sein.²⁴⁴

In einem letzten Schritt muss für den Fall von Produktvergleichen i. S. der Ansatzproblematik definiert werden wie die möglicher Weise multidimensional verschiedenen, einzelnen Alternativen vergleichbar einander gegenübergestellt werden können. Dies geschieht i. a. R. durch Definition einer **funktionalen Einheit**²⁴⁵ oder der Wichtung bestimmter Produkteigenschaften – unabhängig der Kosten bzw. Erlöse.

Zusammengefasst strukturieren Lebenszyklusmodelle den Bilanzrahmen des Entscheidungssystems zeitlich und sachlogisch. Somit ermöglichen sie eine (spätere) Zuordnung der mehrdimensionalen Systemelemente Kosten, Zeit, Leistung²⁴⁶, Umweltauswirkung und erfüllen im Sinne der Ansatzproblematik, welche Aspekte in die Entscheidung integriert werden. Diese Strukturierung hat den Nachteil, dass phasenübergreifende Aktivitäten und Prozesse eventuell nicht korrekt erfasst werden. Darüber hinaus ist in einem Unternehmen nicht ein einzelner Lebenszyklus aktiv, sondern vielmehr überlagern sich mehrere Lebenszyklen gleichartiger und verschiedener Bewertungsobjekte unterschiedlicher Länge beobachten.²⁴⁷ Dies gilt insbesondere auch für das Produkt unterstützende Potentialsysteme.²⁴⁸ Das kann für die Einzelentscheidung des LCC gegebenenfalls unerheblich, doch für die strategische Planung im Sinne des Systemdenkens von hoher Relevanz sein.²⁴⁹ Die Gestaltung der Systemgrenzen für die jeweilige Betrachtung eines Lebenszyklus hat darüber hinaus einen entscheidenden Einfluss auf das Gesamtergebnis und sollte somit stets kritisch hinterfragt werden.²⁵⁰ Die Frage der Bewertungsproblematik wird im nächsten Kapitel beantwortet.

3.2.4 Kostenallokation und Lebenszykluskostenmodellierung

Wird als Bewertungsobjekt des LCC ein Produkt in der Lebenszyklusphase Initiierung unterstellt, ermöglicht die Festlegung des Lebenszyklusmodells (durch die Annahmen über Wirkbeziehungen) **im ersten Schritt zunächst** rein technische, rechtliche und ökologieorientierte Überlegungen bzw. **Prüfung** (siehe nächste Seite):²⁵¹

²⁴³ Vgl. RECHNUNGSLEGUNGS INTERPRETATIONS COMMITTEE (RIC) - DEUTSCHES RECHNUNGSLEGUNGS STANDARDS COMMITTEE E.V. (DRSC) (HRSG.) (2005), S. 1-12.

²⁴⁴ Kürzer, wenn das Produkt trotz Einsatzfähigkeit nicht genutzt wird. Länger bei Berücksichtigung von Wiederverwertungsoptionen, obschon das Produkt dann i. a. R. seine ursprüngliche Funktion verliert.

²⁴⁵ Vgl. ISO 14040:2006, S. 10.

²⁴⁶ Leistung beinhaltet gleichzeitig Erlöse, denn die Differenz der bewerteten Leistung zu den bewerteten Kosten ergibt die Erlöse. Vgl. FREIDANK, C. und VELTE, P. (2007), S. XLIV, 862.

²⁴⁷ Vgl. BACK-HOCK, A. (1988), S. 23.

²⁴⁸ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4. Folglich empfehlen die Autoren ein weiteres Systemprozessschema um sich der Realität anzunähern.

²⁴⁹ So müssen beispielsweise Produktinnovationen im Idealfall zeitlich gestaffelt mit den in der Wachstums-, Reife- oder Sättigungsphase bereits befindlichen, existierenden Produkten realisiert werden um langfristig Erfolg zu haben.

²⁵⁰ Weitere Probleme liegen in der nicht klaren Abgrenzung von Lebenszyklusphasen und Lebenszykluskostenkategorien, sowie der Bestimmung von Lebenszyklusbeginn und -ende. Vgl. GÜNTHER, T. und KRIEGBAUM, C. (1999), S. 240.

²⁵¹ Die Wahl der Abfolge, ob diese technische Machbarkeit zuerst oder einer ersten Lebenszykluskostenschätzung nachfolgen sollte, ist hier iterativ zu betrachten. Vielmehr gilt, dass die erste Einschätzung einer technisch machbaren Lösung zu einer Lebenszykluskostenschätzung führt um mit den neuen Erkenntnissen erneut die technische Machbarkeit durch LCC ausgewählte Designentwürfe zu bestimmen. Für einen Produktvergleich aus Kundensicht ist dieser Schritt nicht relevant.

- Prüfung der Zielsetzung des LCC
 - Organisatorisch (Ressourcenaufwand, Personalbedarf, Zeit)
 - Rechtlich (Auflagen, Vorgaben)
 - Technisch (Physische Restriktionen, Technische Machbarkeit)
 - Ökologische Prüfung der Zielsetzung (Ökobilanz)

Diese ersten vier Teilschritte sollen nur kurz aufgegriffen werden, da sie in erster Linie die Produktentwicklung²⁵² betreffen. Die Prüfung²⁵³ bezieht sich dabei einerseits auf das Verfahren des LCC²⁵⁴ sowie das Bewertungsobjekt selbst. Die **organisatorische Prüfung** beinhaltet die Machbarkeit i. S. der Kapazität des Unternehmens. Leitend sind z. B. Fragen, wie hoch der Informationsbedarf, der Personalbedarf²⁵⁵ und Zeitaufwand sei. Im Anschluss sollte eine **rechtliche Prüfung** erfolgen, die einschlägige Anforderungen an das Produkt (z. B. max. Gewichtsanforderungen, TÜV-Bestimmungen) eruiert. Die **technische Prüfung** umfasst erste Designstudien zur Machbarkeit unter Berücksichtigung physischer Grenzen, gewünschter funktionaler Eigenschaften des Produkts, Instandhaltungsstrategien usw.²⁵⁶ Im Anschluss an diese Prüfung sollte sich ein kreatives Brainstorming zur Bestimmung einer möglichst hohen Anzahl von Designalternativen anschließen.²⁵⁷ Die **ökologische Prüfung** könnte im Fall eines ökologieorientierten LCC eine Ökobilanz nach ISO 14044:2006 beinhalten. Die Autoren um HUNKELER empfehlen dies ausdrücklich.²⁵⁸ Vorteil dieser Herangehensweise ist die spätere Verwendung der in der Ökobilanz erstellten Sachbilanz (engl. *Life Cycle Inventory*, LCI) für das LCC und der standardisierten ökologischen Bewertung.²⁵⁹ Weiterführende Erörterungen zu dieser Methodenverknüpfung folgen in Kapitel 3.2.1.

Zusammenfassend selektieren diese ersten Prüfungskriterien bestimmte Handlungsalternativen i. d. R. ohne direkte Kostenüberlegungen. Vielmehr kann die aufwendige Prüfung der Lebenszykluskosten auf nunmehr ausgewählte Produktalternativen (Bewertungsobjekte) beschränkt werden. Rückbesinnend des in Kapitel 2 erörterten Zusammenhangs zwischen dem Zeitpunkt der Kostenverursachung und der bestehenden Unsicherheit über die Kostenhöhe, ist der Schritt der Lebenszykluskostenmodellierung von entscheidender Bedeutung. Der Grad der

²⁵² Die leicht modifiziert jedoch auf Anlagen und Bauwerke übertragen werden kann.

²⁵³ FABRYCKY 1991 fordert: „The cost analyst must define the guidelines and constraints (or bounds) within the analysis is to be accomplished.“ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4.. Der Autor dieser Arbeit erweitert und gliedert diesen Prüfungsschritt der vorhandenen Informationen, Ressourcen und Entscheidungsbefugnisse innerhalb des Unternehmens.

²⁵⁴ In dem Sinne, ob das LCC überhaupt angewandt werden kann. Ein Hemmnis wäre z. B. die nicht vorhandene Qualifikation der eigenen Mitarbeiter, die Nichtbeachtung der möglichen Ergebnisse durch das Management usw. Weitere Ausführungen zu Hemmnissen in Kapitel 3.2.8.

²⁵⁵ Hier interessieren nicht nur die Anzahl der verfügbaren Arbeitnehmer, sondern auch deren Qualifikation.

²⁵⁶ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4.

²⁵⁷ Im Sinne von „all possible alternatives ... considered.“ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4.

²⁵⁸ Vgl. HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008).

²⁵⁹ Ohne näher auf das Verfahren der Ökobilanz einzugehen (Vgl. DIN EN ISO 14040:2006 und DIN EN ISO 14044:2006) hängt die Machbarkeit einer solchen im Wesentlichen von den Bewertungsobjekteigenschaften ab: Standardsoftware für Ökobilanzen, die zahlreichen frei zugänglichen Datenbanken mit Ökobilanzdaten oder – im Idealfall – unternehmenseigene Daten vergangener Produkte und Produktkomponenten lassen gegebenenfalls eine Durchführung realistisch erscheinen. Für neuartige, innovative Produkte oder sehr detaillierte Ökobilanzen ist andernfalls mit einer langen, aufwendigen und gegebenenfalls teuren Analyse über mehrere Wochen zu rechnen.

Unsicherheit bezüglich der Lebenszykluskosten variiert u. a. mit dem Bewertungsobjekt. Für innovative Produkte liegen i. a. R. keine Daten vor und können ebenfalls nur schwierig geschätzt werden. Das LCC muss in diesem Fall folglich zwei Probleme lösen: Das Prognose- und das Verrechnungsproblem.²⁶⁰ Unter diesen Gesichtspunkten kann **im zweiten Schritt die Modellierung der Lebenszykluskosten**²⁶¹ beginnen:

- Aufstellen eines Kostenstrukturplans (sachlogische Kostengliederung)
 - Trennung in fixe und variable, direkte und indirekte, in Einzel- und Gemeinkosten
 - Trennung in einmalige und wiederkehrende, Erst- und Folgekosten
 - Trennung in ökologische und konventionelle Kosten (Externalitäten)
 - Zuordnung von Kostenträgern und -elementen
- Kostenmodellierung (sachlogische und zeitliche Kostengliederung)
 - Kostenschätzung, -simulation, -prognose
 - Top-down und Bottom-up-Verfahren
- Kostenaggregation (sachlogisch und zeitlich)
 - Berücksichtigung des Zeitwerts des Geldes (Diskontierung)
 - Sortierung (Ranking)
- Kostenanalyse (qualitativ und quantitativ)
- Sensitivitätsanalyse (Sensitivitätsanalyse i. e. S. und Risikoanalyse)

Die Lebenszykluskostenmodellierung beginnt mit der Aufstellung eines **Kostenstrukturplans** (engl. *Cost Breakdown Structure*, CBS, auch Kostenbaum) oder Projektstrukturplans (engl. *Work Breakdown Structure*, WBS).²⁶² FABRYCKY 1991²⁶³ bezeichnet diesen Schritt als einer der wichtigsten innerhalb des LCC.²⁶⁴ Laut ABELE 2009 müssen „alle wesentlichen Kostenelemente, die unterschiedlichen Einsatzbedingungen sowie die Wechselwirkungen zwischen ihnen berücksichtigt werden.“²⁶⁵ Der Kostenstrukturplan verbindet Kosten, Ziele sowie Aktivitäten (Leistungen) mit Ressourcen und folgt der Untergliederung der Lebenszyk-

²⁶⁰ Das Verrechnungsproblem ergibt sich z. B. im LCC für den Fall, dass die vorgelagerten und nachgelagerten Kosten eines Produkts in den Marktzyklus hinein gerechnet werden sollen. BRITZELMAIER, B. und ELLER, B. (2004), S. 527-534. bieten zwei Lösungen: die einfache, zeitbasierte (differenzierte Annuitäten) und die mengenbasierte Verrechnung (dynamische Stückkosten). Vgl. BRITZELMAIER, B. und ELLER, B. (2004), S. 530.

²⁶¹ Die Modellierung der Lebenszykluskosten könnte auch als LCC i. e. S. bezeichnet werden. Sie ist im Sinne der Methodenverknüpfung des LCC nach den Phasen der Marktbeobachtung (Zielsetzung), Systemanalyse (Lebenszyklusmodell) und den nachgestellten Phasen der Interpretation von Kostentreibern und Sensitivitätsanalyse der zentrale Bestandteil des Verfahrens. HUNKELER; LICHTENVORT; REBITZER 2008 widmen der Modellierung ein vollständiges Kapitel. Die Notwendigkeit einer integrativen Verknüpfung mit z. B. einer Unsicherheitsmodellierung wird in den folgenden Seiten aufgezeigt.

²⁶² FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4. Auch GÜNTHER, E. (2008), S. 258.

²⁶³ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 132.

²⁶⁴ „Developing the cost breakdown structure is one of the most significant steps in life-cycle costing.“ Demgegenüber kritisiert ZEBOLD 1996, dass die sachlogische Zuordnung den Block der einmalig anfallenden Kosten aufteilt und nicht gesondert, zusammengefasst bündelt. Ebenso fehlen eine Bezüge, die eine Aufteilung in Lebenszykluskosten des Nutzers und Herstellers ermöglichen. ZEBOLD, C. (1996), S. 106.

²⁶⁵ ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 52.

lusphasen. Dabei kann das Verfahren der Prozesskostenrechnung unterstützend angewandt werden.²⁶⁶ Gleichwohl beinhaltet dieser Schritt die Präzisierung der Kosteninformationen in Form von Kostenprofilen durch Klassifizierung in direkte und indirekte, variable und fixe, einmalige und wiederkehrende, Erst- und Folgekosten, sowie ökologische und konventionelle Kosten.²⁶⁷ Die Schwierigkeit besteht folglich in einer geeigneten Strukturierung (Zuordnung) vorhandener Kosteninformationen unter Maßgabe der vier Ziele der VDI 2884:2005 des vorangegangenen Kapitels 3.2.2. Dies ist i. d. R. nur durch Kompromisse zu erreichen.²⁶⁸ Tatsache ist aber, dass das LCC in Verbindung mit der Prozesskostenrechnung traditionellen Kostenrechnungssystemen überlegen ist.²⁶⁹ Am Ende enthält der Kostenstrukturplan möglichst genaue Informationen, welche Kostenart (klassifiziert) von wem (Akteur)²⁷⁰ oder was (Prozess) durch was (Wirkbeziehung mit Parametern) verursacht wird. Der Kostenstrukturplan definiert somit den Rahmen für die zu modellierenden Lebenszykluskosten (durch die implizite Darstellung der sachlogischen Wirkbeziehungen) und bietet so eine Möglichkeit der Kommunikation von Lebenszykluskosteninformationen innerhalb und außerhalb des Unternehmens.²⁷¹ Zu typische Kostenarten, unterschieden nach ihren Aggregationsgrad bezüglich der Lebenszyklusphasen und Aktivitäten, zählen z. B. Personal-, Material-, Energie-, Transport-, Entsorgungskosten sowie dazugehörige Erlöse.²⁷² Größere Unterschiede existieren – wenn nicht in der durch die Systemgrenzen ausgeschlossenen externen Kosten – in der Behandlung von Steuern und Subventionen sowie dem Einbezug von Finanzierungskosten.²⁷³ An dieser Stelle sei erneut hinzuweisen, dass Erlöse oder Einzahlungen i. S. der späteren dynamischen Betrachtung stets beachtet werden sollten um Rentabilitätsrechnungen zu ermöglichen. Ein Beispiel für eine Kostengliederung aus dem Bereich des Hochbaus bietet umstehende Abbildung 3-3.

²⁶⁶ EMBLEMSVÅG, J. und BRAS, B. (2001) führt dieses Verfahren durch und bietet eine detaillierte Anleitung.

²⁶⁷ REBITZER, G. und HUNKELER, D. (2003), S. 43 ff. diskutiert die Schwierigkeit der fairen Zuordnung indirekter Gemeinkosten oder die unterschiedlich Ursache-Wirkungsbeziehungen einzelner Produktelemente eines Produkts. Die Prozesskostenrechnung kann seiner Meinung nach jedoch ausreichende Abhilfe für erstes Problem bieten. Weiter verbreitet, aber weniger präzise sind Zuschlagskalkulationen für die Verrechnung der Gemeinkosten.

²⁶⁸ Eine hohe Abbildungstreue kann mitunter zu einer geringen Gestaltungsfähigkeit führen, weil der Analyst den „Wald vor lauter Bäumen“ nicht sieht.

²⁶⁹ In dem Buch „Wirtschaftliche Prozessgestaltung“ diskutiert SCHÖNHEIT 1997 die Mängel traditioneller Kostenrechnung. Dazu zählen: 1) die mangelnde Abbildung von Realprozessen (Zufälligkeitsmodellierung von Kostenstellen), b) Fehlen verursachungsgerechter Kostentreiber (Gemeinkosten werden falsch abgewälzt), c) Kalkulatorische Nichtverantwortung (durch Zurechnung auf Nebenkostenstellen), d) Anwendung eines Gießkannenprinzips, e) geringer Gehalt der Kosteninformation zur Ressourcenoptimierung, f) mangelnde Kostenbeeinflussbarkeit usw. Vgl. SCHÖNHEIT, M. (1997), S. 103 ff.

²⁷⁰ HUPPES 2008 zeigt, dass in Abhängigkeit des Bilanzrahmens des Entscheidungssystems die unterschiedlichen Akteure entlang der Wertschöpfungskette verschiedentlich als Kostenträger in Frage kommen. So kann z. B. der Eigentümer gleichzeitig Nutzer, der Nutzer aber nicht zwingend Eigentümer sein. Dies ist i. S. der Kostenverantwortung und der Kostenzuordnung entscheidend. Vgl. HUPPES, G. u. a. (2008), S. 25. die Tab. 2.2

²⁷¹ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 4.

²⁷² Vgl. HUPPES, G. u. a. (2008), S. 21.

²⁷³ GÜNTHER 2008 empfiehlt z. B. die Integration von Finanzierungskosten – sei es auch „nur“ durch Diskontierung mit dem WACC. HUPPES 2008 unterscheidet: Steuern und Subventionen sollten im Fall des ökologieorientierten mit der Ökobilanz kombinierten LCC nicht gesondert erfasst werden um Doppelzählungseffekte (engl. *double counting*) zu vermeiden. Vgl. HUPPES, G. u. a. (2008), S. 21.

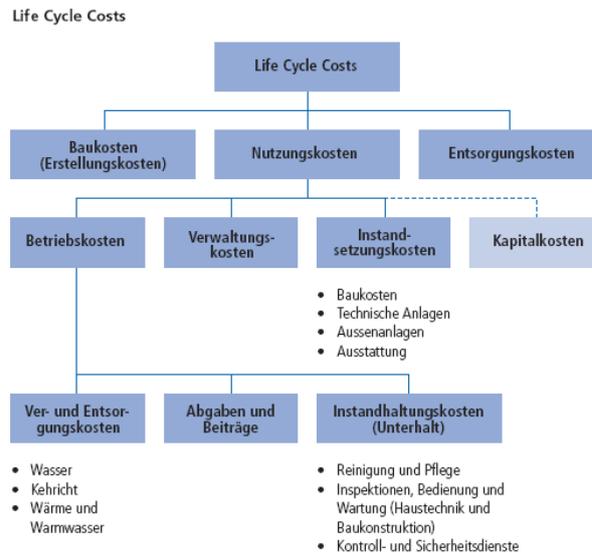


Abbildung 3-3: Beispielhafte Kostengliederung für den Hochbau.

(Quelle: PREISIG, H.; KASSER, U. (2008), S. 16.)

Ausgehend von dem Kostenstrukturplan ist zunächst die verfügbare Datenmenge qualitativ und quantitative im Sinne der eingangs des vorangegangenen Kapitels 3.2.3 diskutierte Ansatz- und Bewertungsproblematik zu analysieren.²⁷⁴ In Abhängigkeit von der Menge und Qualität dieser Daten²⁷⁵ erfordert der nächste Schritt eine mehr oder weniger komplexe Art der **Kostenmodellierung**.²⁷⁶ Ziel ist, eine Zuordnung von Kosten, Leistungen und Umweltauswirkungen²⁷⁷ entlang des Kostenstrukturplans **differenziert nach der Zeit**²⁷⁸ im Sinne eines **Top-Down**-²⁷⁹ und **Bottum-up-Verfahrens**²⁸⁰ zu erreichen. Andere Begriffe, die oft sprachlich unsauber, synonym für diesen Modellierungsschritt verwendet werden, sind: Kostenschätzung, Kostenprognose, Kostenplanung und Kostensimulation.

Die **Kostenschätzung** kann nach HUPPES²⁸¹ in formale und informale Verfahren unterteilt werden. Zur Gruppe der informalen zählen u. a. die Schätzung anhand von Expertenmeinung,

²⁷⁴ Vgl. HUPPES, G. u. a. (2008), S. 17-34. Diskutiert werden Unsicherheit und Inkonsistenz der Datengrundlage und ihre Lösungsansätze. In erster Linie fordern die Autoren eine erhöhte Transparenz der Metadaten von relevanten Kosteninformationen.

²⁷⁵ Im besten Fall liegen alle Kosteninformationen im Unternehmen bereits vor. Trotzdem dies nicht der Fall sein wird, sollte eine Strategie zur Speicherung und Verwaltung von Lebenszykluskostendaten im Sinne eines *Product Lifecycle Management* (PLM, (Vgl. FELDHUSEN, J. und GEBHARDT, B. (2008))) bedacht werden.

²⁷⁶ „There are different approaches to developing cost models for LCC analysis. Most LCC models are structured along 3 general lines: conceptual, analytical and heuristic“ KOLARIK 1980, GUPTA 1983 in ASIYEDU, Y. und GU, P. (1998), S. 892.

²⁷⁷ Falls dies nicht durch die Ökobilanz im ersten Schritt geschehen ist. Bei Vorliegen einer Ökobilanz können gegebenenfalls die Stoffstrom- und Energieflüsse der Sachbilanz monetär bewertet und um ökonomische Kosten ergänzt werden.

²⁷⁸ Einerseits getrennt für die einzelnen Lebenszyklusphasen, andererseits unterschieden nach der Realisierungszeitpunkt im Lebensweg des Bewertungsobjekts.

²⁷⁹ Hierbei wird ausgehend vom Produkt (oder allgemein dem Bewertungsobjekt) auf die einzelnen Subsysteme, Rohstoffe und Aktivitäten und deren Kostenkategorien geschlossen.

²⁸⁰ Das Bottom-up-Verfahren ist dem Top-Down-Verfahren oft anhänglich und erfasst Kosten auf funktionaler Basis. Laut ASIYEDU 1998 ist es „the most time consuming and costly approach and requires a very detailed knowledge of the product and processes. However, the most accurate cost estimates can be made using this approach.“ ASIYEDU, Y. und GU, P. (1998), S. 893.

²⁸¹ Vgl. HUPPES, G. u. a. (2008), S. 25.

Analogien²⁸², relativen Informationen, Daumenregeln, Industrienormen und die parametrische Kostenschätzung²⁸³. Formale Verfahren schätzen nicht-lineare funktionale Beziehungen zwischen Kosten und Einflussparametern.²⁸⁴ Zu den komplexeren Verfahren gehören ebenfalls die Kontingente Bewertungs- (engl. *Contingent Valuation Method*, CVM) und die Zahlungsbereitschaftsmethode (engl. *Willingness-to-Pay*, WTP), die insbesondere für ein gesellschaftsorientiertes LCC zur Berechnung externer Kosten eingesetzt werden. Die **Kostenprognose** unterscheidet sich von der Schätzung durch die Datenbasis. Prognoseverfahren extrapolieren beispielsweise Vergangenheitstrends. Die **Kostenplanung** ist ein Instrument des Kostenmanagements und ist i. d. S. für den Arbeitsschritt unbrauchbar.²⁸⁵ Die **Kostensimulation** beruht auf computerbasierten, dynamischen Rechenmodellen zur Nachbildung eines realen Wirklichkeitsausschnitts, der durch formale Kostenschätzverfahren nur mühsam abzubilden ist.²⁸⁶ Oft können die Methoden kombiniert werden. Laut ASIEDU 1998 können z. B. parametrische Kostenschätzverfahren schnell zu aufwendigen Prozessen führen²⁸⁷, was der Zielsetzung eines einfach zu handhabenden Entscheidungsinstruments teilweise entgegenwirkt.²⁸⁸ Die Wahl der Kostenmodellierung hängt somit neben dem verfügbaren Datenmaterial auch von den Fähigkeiten des Analytisten bzw. der Entscheider ab. Die Anwendung ist ferner zeitlich innerhalb des Gesamtlebenszyklus, respektive der einzelnen Lebenszyklusphase zu unterscheiden.²⁸⁹ Ebenso kann es sinnvoll sein, einzelne Kosten-, Subsystem- und Systemelement unterschiedlich zu modellieren.²⁹⁰ Neben den Kosten müssen auch andere Einflussparameter gegebenenfalls geschätzt werden. Im Baugewerbe bereiten z. B. insbesondere die Verschleißerscheinungen bzw. die Lebensdauer von Bauteilen Probleme. ASHWORTH 1996 empfiehlt in diesem Zusammenhang eine Mischung aus Expertenmeinung und parametrischer Kostenschätzung.²⁹¹

Die **Kostenaggregation**: sind die Kosten und Erlöse, d. h. im strengen Sinne Aus- und Einzahlungen (engl. *cash flows*), in einer der genannten Form modelliert, erfolgt eine Aggregation der Zahlungsströme um eine Vergleichbarkeit bezüglich des Entscheidungszeitpunktes zu gewähren. Dieser Schritt versucht folglich in Anlehnung an die klassische Investitionsrechnung²⁹² den Zeitwert des Gelds (engl. *time value of money*, TVM)²⁹³ zu berücksichtigen und

²⁸² „Cost estimating made by analogy identifies a similar product or component and adjusts its costs for differences between it and the target product“ SHIELDS und YOUNG 1991 in ASIEDU, Y. und GU, P. (1998), S. 892.

²⁸³ Die parametrische Kostenschätzung versucht eine Einheit zu modellieren, die eine unterstellte, feste (lineare) Korrelation zu den interessierten Kosten aufweist, aber besser zu beobachten und messen ist.

²⁸⁴ Beispielhaft sei COPLIMO der Studie von PETER HOH 2006 genannt.

²⁸⁵ Das LCC kann aber integrativer Bestandteil der Kostenplanung sein.

²⁸⁶ Beispielhaft sei die Monte-Carlo-Simulation genannt. Laut FECK 2008 liegt zur Anwendung der Monte-Carlo-Simulation bei Investitionsentscheidungen und Lebenszykluskosten bereits eine größere Anzahl von Veröffentlichungen vor. Beispielhaft nennt er GLASSERMANN 2003, FREY 2001, BLOHM 1995, ADAM 1996, GÖTZE 2006, EMBLEMSVÄG, J. 2003. Vgl. FECK, N. (2008), S. 21 ff.

²⁸⁷ Vgl. ASIEDU, Y. und GU, P. (1998), S. 883-908.

²⁸⁸ „Parametric estimating can involve considerable effort because of the systematic collection and revision process required to keep the CERs [cost estimating relationships, Anm. d. Verf.] updated, but once this data is available estimates can be produced fairly rapidly“ Greves and Schreiber 1993 in ASIEDU, Y. und GU, P. (1998), S. 893.

²⁸⁹ „Depending on the stage of the analysis and the level of detail expected, an LCC model may be a simple series of cost estimation relationships (CERs) or a set of computer subroutines. LCC analysis during the conceptual or preliminary design phases may require the use of basic accounting techniques and the model may be rather simple in construction.“ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 136.

²⁹⁰ Vgl. JIANG, R.; ZHANG, W. J.; JI, P. (2003), S. 185-194.

²⁹¹ Vgl. ASHWORTH, A. (1996), S. 4-8.

²⁹² Eine umfassende Darstellung der Investitionsrechenverfahren bietet GÖTZE, U. (2008).

²⁹³ Ausgedrückt in Opportunitätskosten (i. S. des wertmäßigen Kostenbegriffs) einer Alternativanlage.

die Zahlungsströme zu diskontieren (engl. *discounted cash flows*, DCF). Kritik erfolgt in erster Linie an der Höhe des Diskontsatzes. Kapitalmarktorientierte Unternehmen werden in aller Regel die Durchschnittskapitalkosten²⁹⁴ (engl. *weighted average cost of capital*, WACC) oder alternativ die Marktrendite nutzen. Ein hoher Zinssatz impliziert eine deutliche Verringerung der Zahlungsströme im Laufe der Zeit. Eine Diskussion einer sozial gerechten, nachhaltigen Diskontierungsrate findet sich in u. a. SPLASH 1997, HUPPES 2008 und LUMLEY 1997.²⁹⁵ LICHTENVORT 2008 unterstellen dem ökologieorientierten LCC einen statischen (engl. *steady-state*) Charakter um eine Vergleichbarkeit mit der statischen Analyse der Ökobilanz zu wahren.²⁹⁶ Folglich diskontieren die Autoren das Ergebnis nicht. Die Autoren sind sich der Nachteile durchaus bewusst, nehmen dies für den Vergleichswert in Kauf. Ebenfalls muss in aller Regel dem Preisverfall oder -anstieg durch zusätzliche Diskontierung mit der Inflationsrate bzw. im Fall von Wechselkurseinflüssen die Umrechnung in aktuelle Geldwerte erfolgen.²⁹⁷

Kostenanalysen können das erzielte aggregierte Ergebnis quantitativ und qualitativ untersuchen. Die quantitativen Methoden können des Weiteren in statische und dynamische Verfahren der Investitionsrechnung unterschieden werden. Bekannt sind die Annuitätenmethode, der *Payback Time*, der Interne Zinsfuß (engl. *Internal Rate of Return*, IRR) oder die Amortisationszeitanalyse. Alle Verfahren stellen keine größeren Schwierigkeiten in der Berechnung dar und können händisch oder mit Microsoft Excel® berechnet werden. Zu den qualitativen Verfahren zählt u. a. die Wertanalyse, deren Anwendungsgrad verhältnismäßig klein ist. Offensichtlich benötigen multidimensionale Handlungsalternativen auf diesem Gebiet eine Weiterentwicklung und Berücksichtigung qualitativer Aspekte. Die VDI-Richtlinie 2884:2005 empfiehlt ebenfalls eine komplementäre Nutzwertanalyse²⁹⁸, wobei zu beachten sei, „dass im Unterschied zur LCC-Ermittlung die Bewertung qualitativer Faktoren im Konsens mit allen Beteiligten erfolgen muss.“²⁹⁹ Die Beiträge des Sammelbands von SCHWEIGER 2009 bilden implizit Leistungsparameter und Lebenszykluskosten gegenüberstellend ab. Als ein einfaches Verfahren der Kostenanalyse gilt das Ranking, indem die erzielten Lebenszykluskosten bzw. diskontierten Zahlungsströme nach der Güte der Erfüllung bezüglich der formulierten Zielsetzung hierarchisch sortiert werden. Darüber hinaus empfehlen FABRYCKY 1991 eine Rentabilitätsrechnung.³⁰⁰

Sensitivitätsanalysen sollten stets durchgeführt werden. Beinahe alle Autoren empfehlen ein solches Vorgehen explizit.³⁰¹ Dies hat vor allem zwei Gründe: in erster Linie um die Unsicherheit abzubilden, die sich aus den Verfahren der Kostenschätzung einerseits und In diese

²⁹⁴ Der WACC ist abhängig von der Fremdkapitalquote, dem Marktzins und dem sogenannten Beta-Faktor.

²⁹⁵ Vgl. HUPPES, G. u. a. (2008), S. 30 ff. und LUMLEY, S. (1997), S. 71-82.

²⁹⁶ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 5.

²⁹⁷ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 62 ff.

²⁹⁸ Vgl. DIN 12973:2002.

²⁹⁹ VDI-Richtlinie 2884:2005, S. 18.

³⁰⁰ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 62 ff.

³⁰¹ Beispielhaft widmen FABRYCKY und BLANCHARD 1991 der Anwendung der Sensitivitätsanalyse und alternativer Verfahren der Unsicherheitsmodellierung ein eigenes Kapitel. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 174 ff. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 15. notiert, dass „an ultimate LCC code of practice ... would ... mandate sensitivity studies for environmental and societal LCC.“ Vgl. auch VDI-Richtlinie 2884:2005, S. 20.

Klasse können i. w. S. Wahrscheinlichkeitsverfahren (Entscheidungsbäume), die Sensitivitätsanalyse i. e. S.³⁰² und die Risikoanalyse gezählt werden. In erster Linie dient die Sensitivitätsanalyse i. e. S. dem Testen der Auswirkungen der Änderung eines Einflussparameters c. p. sonst konstanter Bedingungen. Beispielsweise kann der Einfluss einer Veränderung der (unsicheren) Parameter, die als Kostentreiber identifiziert sind, auf das Gesamtergebnis, somit die Entscheidung, dargestellt werden. Mithilfe von Szenariotechniken ist es möglich potentielle, gravierende multidimensionale Änderungen vor allem externer Faktoren (z. B. des Umweltsystems Gesellschaft) in die Entscheidungsfindung zu integrieren.³⁰³ Die Risikoanalyse³⁰⁴ erweitert diese Überlegung durch gleichzeitige Variation aller Einflussparameter. Eine Klassifizierung der Parameter erfolgt anhand der Kostentreiberdominanz und Eintrittswahrscheinlichkeit. Dafür kann die Risikoanalyse mit einer Monte-Carlo-Simulation gepaart werden. Mögliche Bewertungen des Risikos können durch das Verfahren des *Value-at-risk* erfolgen.

Zusammenfassend sind die Schritte der Kostenallokation und Lebenszykluskostenmodellierung als für das LCC wesentlich zu bezeichnen. Die einzelnen Verfahrensschritte hängen stark von den gewählten Annahmen bezüglich der Zielsetzung, des Bilanzraumes, der Entscheidungsgrößen und den verfügbaren Daten ab. Ein exaktes Vorgehen der einzelnen Arbeitsschritte ist sequentiell möglich, doch empfehlen z. B. FABRYCKY³⁰⁵ ein iteratives Vorgehen im Verlauf des LCC, somit wiederholen sich einzelne Rechen- und Bewertungsschritte einerseits innerhalb des LCC, aber auch innerhalb der verschiedenen Lebenszyklusphasen. Dabei kann durch schrittweise Erhöhung des Kenntnisstands, respektive der Verringerung der Unsicherheit über die relevanten Lebenszykluskosteninformationen, die Art der Schätzverfahren verfeinert werden um letztlich genauere Lebenszykluskostenschätzungen zu erhalten.³⁰⁶ Der begriffliche Terminus der Schätzung unterstreicht den generell stochastischen Charakter der ermittelten Ergebnisse. Abweichende, vereinfachend deterministische Rechenverfahren sollten nicht ausgeschlossen, aber kritisch in ihrer Gültigkeit hinterfragt werden. Möglichkeiten der Unsicherheitsmodellierung auch vorweg deterministischer Kostenmodellierungen bietet z. B. eine Sensitivitätsanalyse i. e. S. oder die Fülle von Szenariotechniken. Kostenanalytische Verfahren wie der interne Zinsfuß unterstützen den Entscheider die Handlungsalternative mit der höchsten Rentabilität auszuwählen. Nicht zuletzt ist der Prozess des LCC für die handelnden Entscheider mit der Erkenntnis verbunden, dass vorhandene Daten entweder in unzureichender Qualität oder Quantität vorhanden sind. Dies sei Motivation genug i. S. des Beitrages von Albrecht, V. eine engere Kooperation und Kommunikationsplattform zwischen Herstel-

³⁰² Ein brauchbares, da praktisch zu handhabendes Instrument bietet u. a. die Software Crystal Ball®.

³⁰³ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 35 ff. o. a. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 62 ff.

³⁰⁴ Beispielhaft kann die Dissertation von JANKOWSKI 2006 „Optimization of Risk Management by Life Cycle Costing and Application to the European Train Control System“ für eine Anwendung des Risikomanagements mit LCC zitiert werden.

³⁰⁵ FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 62 ff.

³⁰⁶ Von der Kostenprognose oder informalen zu komplexeren formalen Kostenschätzverfahren. WÜBBENHORST unterscheidet z. B. in der Produktentwicklungsphase gegliedert nach bereits den genannten Initiierungs-, Konzept- und Konstruktionsphasen verschiedene Zielsetzungen (Bewertung von Alternativen, Bildung von Budgets, Kontrolle & Überwachung) und Prognosegenauigkeiten (von +/- 40 - 5 Prozent). Vgl. WÜBBENHORST, K. L. (1986), S. 92. Analog führt BOVEA an: „Since detailed information of the product is required to complete an LCA and LCC, ... model is mainly applicable to last stages of product design process...“ Vgl. BOVEA, M. D. und VIDAL, R. (2004), S. 137.

lern und Betreibern zu etablieren³⁰⁷ bzw. unternehmensintern geeignete Datenbanken aufzubauen.³⁰⁸

Im nächsten Schritt sollen mögliche Ergebnisse und abgeleitete Handlungsempfehlungen des LCC diskutiert werden.

3.2.5 Mögliche Ergebnisse von LCC

Unabhängig der individuellen Zielsetzungen soll LCC ermöglichen eine Entscheidung zu fällen. Die Tabelle 3-6 (am Ende des Kapitels) bietet einen Überblick ausgewählter Ergebnisse der Literaturstichprobe. Es stellt sich folglich die Frage, ob LCC ermöglicht dominante Entscheidungsalternativen zu bestimmen. Einerseits kann eine Entscheidung allein auf Grundlage des LCC getroffen werden. Im *einfachen Fall* des Vergleichs von zwei in ihrer funktionalen Einheit³⁰⁹ identischen Investitionsalternativen aus Käufer- bzw. Nutzersicht können bezüglich ihrer Ausprägungen der Anschaffungskosten (Erstkosten) und Folgekosten – unter Annahme c. e. p. valider Daten – vier Matrixfelder unterschieden werden:

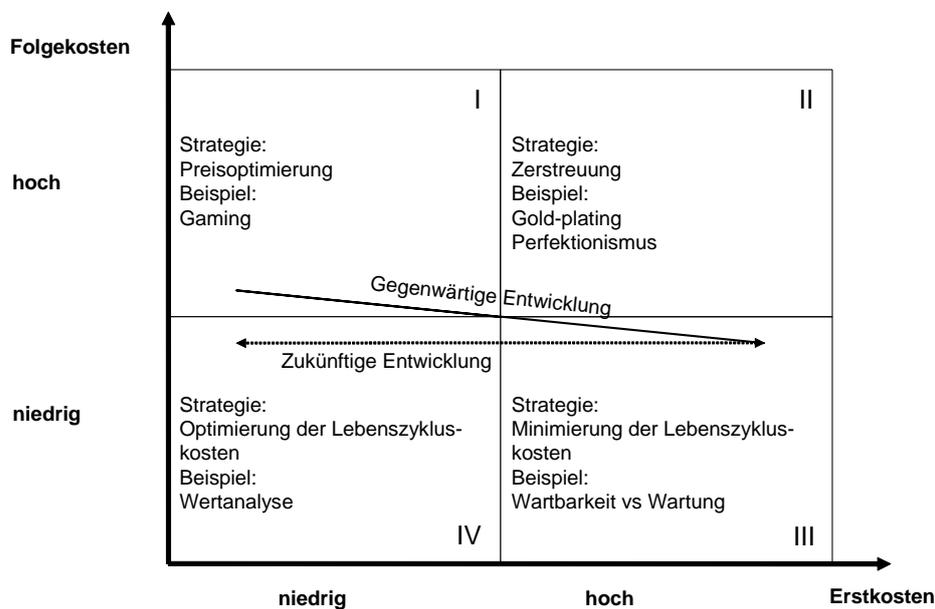


Abbildung 3-4: Mögliche Beziehungen von Erst- und Folgekosten.

(In Anlehnung an: WÜBBENHORST, K. L. (1986), S. 89.)

Mit den Erkenntnissen der vorangegangenen Kapitel erscheinen vor allem die beiden unteren Matrixfelder (III-IV) rational. Die **lebenszykluskostenoptimierende Strategie** befindet sich

³⁰⁷ Um die notwendigen Lastkollektive, die BÜNTING 2009 als schwierig zu bestimmen bezeichnet, für die Modellierung der Lebenszykluskosten zu gewinnen.

³⁰⁸ Sei es in Form einer unterstützenden IT (Stichwort: *Product Lifecycle Management*, PLM) oder einer schriftlichen Dokumentation z. B. die von ABELE 2009 geforderten Serviceberichte. Vgl. ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 51-80.

³⁰⁹ Betrachtet man das klassische LCC so bezieht sich Gleichartigkeit auf ein Produkt. Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 5, Tab. 1.1.

im linken unteren Matrixfeld (IV), das WÜBBENHORST 1986 für eine zukünftige Entwicklung vorzeichnet.³¹⁰

Der Vorschlag der Auswahl der lebenszykluskostenminimalen Investitionsalternative von GÜNTHER 2008 kann nur dann **dominant** i. S. der Entscheidungstheorie sein, wenn keine Unsicherheit bzw. Konfliktbeziehung zwischen Entscheidungsparametern bestehen. GÜNTHER 2005 differenziert das Dominanzprinzip (abgeleitet vom Pareto-Optimum) nach der Effektivität (strategische Ebene: „Die richtigen Dinge tun.“) und der Effizienz (operativen Ebene: „Die Dinge richtig tun.“).³¹¹ Diese eindeutigen Ergebnisse sind in der Realität vor allem durch die Zunahme der Entscheidungskomplexität selten vorzufinden.³¹² Für die Behandlung der Unsicherheit wurden in dem vorangegangenen Kapitel Verfahren zur Bewertung vorgestellt. Somit können aus Sicht des Entscheiders immerhin **Wahrscheinlichkeitsaussagen** getroffen werden, deren Rationalität die Minimierung der erwarteten Lebenszykluskosten ist. Mehrdimensionale Entscheidungen stellen den Entscheider vor größere Herausforderungen. Problematisch kann z. B. die Annahme einer gleichartigen funktionalen Einheit sein. Im Licht der Ansatz- und Bewertungsproblematik muss sich in der Phase der Ergebnisinterpretation die Frage gestellt werden, ob die zu vergleichenden Alternativen die gewünschte Funktion gleichartig bzw. gleichwertig erfüllen. Die vorgestellte Nutzwertanalyse³¹³ kann eine (subjektiven) Bewertung vornehmen und eine Entscheidung ermöglichen.

Im Sinne des von LICHTENVORT 2008 und SWARR 2008³¹⁴ favorisierten ökologieorientierten LCC durch eine Portfoliomatrix („*relative life cycle portfolio*“)³¹⁵ zur Entscheidungsfindung dargestellt werden.³¹⁶ Dabei werden Resultate des LCC und ausgewählte Einzelergebnisse bestimmter (dominanter) Umweltauswirkungen des parallel erarbeiteten LCA illustriert und somit „Trade-offs“ sichtbar identifiziert. In erster Linie argumentieren die Autoren, dass eine Aggregation zu einer einzelnen Zahl (statische Lebenszykluskostengröße) insbesondere der Sicht der Ökobilanz nicht gerecht wird.³¹⁷ In seiner finalen Entscheidung offen diskutiert KLÖPPFER die Verwendung von drei separaten Ergebnisvektoren einer Ökobilanz, eines ökologieorientierten LCC und eines gesellschaftsorientierten LCC, die respektive eine Nachhaltigkeitsmessung erlauben, oder die Bildung eines um sozioökonomische Aspekte erweiterte Ökobilanz.³¹⁸

Zusammenfassend erscheint die Anwendung des LCC im Allgemeinen sinnvoll und ermöglicht ganz i. S. der Zielsetzung eine Entscheidungsfindung oder mindestens eine Teillösung. Der iterative Charakter des LCC verlangt vielmehr einen Abbruch des Verfahrens durch die in Kapitel 3.2.4 vorgestellte Prüflöge, wenn berechtigte Zweifel daran bestehen. Andererseits

³¹⁰ WÜBBENHORST, K. L. (1986), S. 89.

³¹¹ GÜNTHER, E. (2005a), S. 1.

³¹² Ohne Frage ist ein eindeutiges Ergebnis ebenfalls aufgrund dieser „Exotenstellung“ kritisch zu hinterfragen und durch ein Benchmarking mit ähnlichen Fallstudien zu bewerten.

³¹³ Vgl. DIN 12973:2002.

³¹⁴ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1-16. und SWARR, T. und HUNKELER, D. (2008), S. 82.

³¹⁵ REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 49.

³¹⁶ Dies erfolgt in Anlehnung an die BASF Ökoeffizienzmatrix nach Dietrich-Krämer.

³¹⁷ „The use of 1-score (i.e. weighted) LCA results is not recommended“ Vgl. REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 49.

³¹⁸ KLÖPPFER, W. (2008), S. 161.

haben die vorangegangenen Kapitel, insbesondere Kapitel 3.2.5, verdeutlicht, dass LCC entweder selbst in ein komplexeres Entscheidungssystem (z. B. der Unternehmensführung) integriert wird, oder aber eine Anzahl verschiedener Instrumente (z. B. Risikoanalyse) das Instrument LCC erweitert. Genau diese Verknüpfung wird im nächsten Kapitel vorgestellt.

Autor	Ergebnisse
Günther, E. (2008) [S. 259]	„Auswahl der Alternative mit den geringeren Lebenszykluskosten.“
Lichtenvort, K. u. a. (2008) ³¹⁹ [S. 14]	„A key outcome of an LCC ... is the identification of hotspots.“
Rebitzer, G. u. a. (2008) [S. 48.]	„In order to identify environmental-economic win-win situations or trade-offs, the final results of an LCC study should be analyzed together with the results of the parallel LCA study“
Ciroth, A. u. a. (2008) [S. 156]	„Rules of thumb for Life Cycle Costing ... “
Fabrycky, W. J. u. a. (1991) [S. 330]	„when reviewing the output results ... identifying the high-cost contributors and the major “causes” ... “
Bünting, F. (2009) [S. 36]	„Das Optimum liegt dann bei den niedrigsten Gesamtkosten.“
Abele, E. u. a. (2009) [S. 76]	„... zeigt beispielsweise recht anschaulich die Rentabilität der optionalen Ausstattung einer Maschine ... und lässt sich in dieser Form gut argumentativ im Vertriebsgespräch einsetzen“
Köllner, T. u. a. (2009) [S. 115]	„Bei der Auswertung der ermittelten Lebenszykluskosten in der Investitionsentscheidung und dem ständigen Controlling der Herstellerangaben in der Betriebsphase muss berücksichtigt werden, dass ein LCC-Konzept nur eine Kosten-Prognose darstellt. Eine Überschreitung kann vielfältige Gründe haben. Deren Ursache kann allerdings wirksam ... aufgedeckt ... wertvollen Ansatzpunkt für eine zukünftige Vermeidung ...“
Noske, H. u. a. (2009) [S. 136]	„... so wird erst bei Betrachtung der Lebenszykluskosten deutlich, dass der Einsatz dieser Komponente in der neuen Werkmaschine durchaus sinnvoll ist ...“
VDI 2884:2005 [S. 19]	„Die durchgeführten Bewertungen sind eine zuverlässige Basis, um eine Entscheidung nach wirtschaftlichen und strategischen Gesichtspunkten für die richtige Alternative bei der Beschaffung eines Produktionsmittels zu treffen.. “

Tabelle 3-6: Übersicht möglicher Ergebnisse des LCC.

(Eigene Darstellung)

³¹⁹ Vgl. Ebenda. Die Tabelle beinhaltet eine ansprechende Übersicht zu Unterschieden und Gemeinsamkeiten der 3 Typen.

3.2.6 Methodenverknüpfung und Integration ins Entscheidungssystem

Das LCC wird zwar als ein Entscheidungsinstrument bezeichnet, kombiniert aber bei näherer Betrachtung eine Vielzahl anderer Verfahren zum Zwecke der Zielerreichung. Es kann als eine **Methodensammlung** (Toolbox) analog zur Idee von UDO DE HAES 2004 verstanden werden.³²⁰ So werden **kostenrechnerische Methoden** z. B. die Prozesskostenrechnung³²¹ oder die Zielkostenrechnung (als Rahmenwerk mit LCC als Instrument)³²² und LCC in der Phase der Kostenallokation verknüpft. Methoden der **Investitionsrechnung** werden u. a. für die Kostenaggregation (Zahlungsströme) und Schätzung der *Cash Flows* verwendet.³²³ Verfahren der **Unsicherheitsmodellierung** z. B. die Monte-Carlo-Simulation, *Fuzzy Logic* oder auch Szenariotechniken³²⁴ können sinnvoll integriert werden, was nach CIROTH 2008 für ökologieorientiertes LCC noch selten der Fall ist.

Die Mehrzahl der Autoren weist explizit darauf hin, dass LCC in existierende, übergeordnete Entscheidungssysteme der Unternehmung eingebunden werden muss um die erzielten Informationen effektiv zu nutzen. Durch **Integration in das betriebliche Entscheidungssystem** kann LCC programmatischer Bestandteil des strategischen Kostenmanagements oder **Controllings** (eine umfangreiche Übersicht zur Anwendung des LCC im Controlling bietet Geißdörfer). ALBRECHT 2009 und KÖLLNER 2009 zeigen, dass die durch LCC bereitgestellten Informationen durch einen Controllingprozess aktiv gestaltet und gesteuert müssen.³²⁵ Ferner kann LCC in ein **Risikomanagement** eingebettet werden.³²⁶ Die Integration in weitere Teile der Unternehmung verlangt dazu die unterstützende Funktion eines **IT-Systems**³²⁷ um Lebenszykluskostendaten zu speichern und jederzeit verfügbar bereit zu stellen.³²⁸

Ökologieorientiertes LCC wird von den Autoren in HUNKELER 2008³²⁹ in die **Nähe zur Ökobilanz** gerückt.³³⁰ REBITZER 2008 zeigt eine mögliche, komplementäre Form des LCC auf Grundlage einer prozessorientierten Sachbilanz (LCI) bzw. einer Input-Output-Ökobilanz.³³¹ Noch nicht umfassend gelöste Probleme sind u. a. der resultierende statische

³²⁰ Analogie zur Idee von UDO DE HAES, H. A. u. a. (2004), S. 19 ff. für LCA.

³²¹ REBITZER, G. (2009), S. 41, sieht Möglichkeiten einer Integration des ELCC in Formen des *Activity-Based Costing* (ABC), da sich beide s. E. ergänzen. Vgl. auch EMBLEMSVÅG, J. (2003), S. 20 ff., RIEZLER, S. 85ff

³²² Laut einer Umfrage von BREDE 1994 arbeiten 75 Prozent der befragten Unternehmen, die ein *Target Costing* (TC) anwenden parallel mit LCC. Vgl. BREDE, H. (1994), S. 344. Auch COENENBERG 2007, EMBLEMSVÅG 2003, GÜNTHER 2008 und SCHMIDT u. a. 2003.

³²³ Dies ist ein Resultat der dynamischen Betrachtung mehrperiodischer Zahlungsströme.

³²⁴ Vgl. beispielsweise ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009), S. 56. „Best / worst case“

³²⁵ ALBRECHT, V. und WETZEL, P. (2009), S. 82., KÖLLNER, T.; WIESER, R.; STRIEFLER, M. (2009), S. 102.

³²⁶ Vgl. BOUSSABAIN, H. A. und KIRKHAM, R. J. (2006), S. XII, 246. oder JANKOWSKI, A. (2006), S. 1-146.

³²⁷ Entweder durch Spezialapplikation wie dem Kostennavigator des Forschungsprojekts LoeWe (Vgl. NOSKE, H. und KALOGERAKIS, C. (2009), S. 141) oder integriert in ein gesamtunternehmerisches *Product Lifecycle Management* (Vgl. FELDHUSEN, J. und GEBHARDT, B. (2008)). Für den Produktentwicklungsbereich existiert eine Reihe von CIM/CAD-Systemen, die eine Berücksichtigung von LCC ermöglichen könnten. Vgl. CURRAN, R. u. a. (2007), S. 28.

³²⁸ Analog MICHELSEN, O.; MAGERHOLM FET, A.; DAHLSTRUD, A. (2006), S. 292.: „This system view makes it possible to develop databases. In time, companies will have data on environmental and value performance for the different materials and components, which will ease the analysis of new products.“

³²⁹ Vgl. HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008).

³³⁰ Eine Reihe wissenschaftlicher Abhandlungen und Fallstudien zu kombinierten Studien mit Ökobilanz und LCC existieren (NORRIS 2001, KANNAN 2004, ARPKE 2005, LUO 2009, REBITZER 2008). Eine Motivation ist der fehlende Kostenbezug der Ökobilanz. Dies ist nach DALBO 2006 jedoch notwendig: „Making a final decision requires the ability to link environmental impacts with associated costs and benefits.“ DAHLBO, H (2006), S. 43

³³¹ REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 41 ff.

Charakter des LCC, die mögliche Doppelzählung (engl. *double counting*), die abweichende Aggregation von Kosten und Stoffströmen sowie die nicht kongruenten, entscheidungsrelevanten Systemgrenzen.³³² Im gleichen Licht ist der Versuch, LCC für eine allumfassende **Nachhaltigkeitsmessung** zu nutzen, zu sehen. Es gibt vereinzelte Vorschläge³³³, die aber unterschiedlich einerseits die Ökobilanz oder das LCC erweitern oder beide kombinieren wollen.³³⁴ Deren momentaner Forschungsstand weist Lücken insbesondere bezüglich der Bewertung externer Kosten auf.³³⁵

3.2.7 Stärken und Schwächen des Verfahrens

Schwierigkeiten für die Bestimmung von Lebenszykluskosten ergeben sich aus einer Reihe von Faktoren. Methodisch sind zwei Problemfelder hervorzuheben: Systemgrenzen können mitunter schwer bestimmt und Systemelemente voneinander abgegrenzt werden.³³⁶ Sie resultieren jedoch in aller Regel in signifikant verschiedenen Ergebnissen einer LCC. Zweitens liegen notwendige Daten oft nicht akkurat gemessen³³⁷, gesammelt, geprüft und zugänglich vor³³⁸. Die Unsicherheit über die Entscheidungsvariablen in der Phase des größten Wirkhebels zur Beeinflussung ist bereits hinreichend diskutiert und Lösungsvorschläge geboten wurden. Gleiches gilt für die Vorteile und Stärken von LCC. Beispielhaft folgt eine grafische Übersicht Tabelle 3-7 auf zwei Seiten.

Stärken	Schwächen
Denken in Systemen, Betrachtung des gesamten Lebenszyklus, mehrperiodische Sichtweise, kostenplanerische Beeinflussung, Verschwendungsvermeidung, gegebenenfalls einfach zu handhaben (klassisches LCC i. V. mit Norm), Aufdecken von zeitlich differenzierten Trade-offs (Erst- zu Folgekosten), Freilegen in unproduktiven Projekten fixierten Kapitals, rationaler Umgang mit Unsicherheit statt Ignoranz, Gesamtkosten vergleichbar	Hohe Unsicherheit in der Phase des größten Nutzens, Systemgrenzen für komplexe, hybride Produkte schwer zu bestimmen, Überlagerung verschiedener Lebenszyklen/-phasen, schwierige Datenerfassung, Unsicherheit und Unvollständigkeit der Daten, schwierige Kostenallokation, zu geringe Anwendung vorhandener, komplexer Kostenschätzverfahren, nur z. T. standardisiert für klass. LCC, nicht standardisiert für ökologie- und gesellschaftsorientiertes LCC, hohe Diskontierungsraten reduzieren langfristige Effekte, mangelnde Integration externer Effekte ³³⁹ , uneindeutige, nicht „dominante“ Ergebnisse → Tabelle wird fortgeführt

³³² Vgl. REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 41 ff.

³³³ Vgl. LABUSCHAGNE, C. und BRENT, A. C. (2005), S. 159-168.

³³⁴ Der Versuch eine einzelne, aggregierte zur Nachhaltigkeitsmessung ist kritisch zu sehen. „Man sollte vorsichtig sein mit Versuchen, die Frage nach dem Wohlergehen der Wirtschaft, der Menschen und von allem anderen mit einer einzigen Zahl beantworten zu wollen.“ Vgl. HÄNGGI, M. (2008), S. 204.

³³⁵ LCC rückt damit in die Nähe der Kosten-Nutzen-Analyse: „By including external costs, the LCC will have similarities to cost-benefit analysis.“ Vgl. HÖJER, M. (2008), S. 1967.

³³⁶ Vgl. REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 41 ff. und Kapitel 3.2.3. Letzteres verdeutlicht, dass dieser Prozess mitunter willkürlich und subjektiv entsprechend der Betrachterperspektive und individuellen Zielsetzung entschieden wird.

³³⁷ Die Qualität der „Messung“ betrifft neben der in Kapitel 3.2.2 diskutierten Ansatzproblematik (gemessen, berechnet oder geschätzt) auch die jeweils notwendigen Prozesse des Messens, Berechnen und Schätzens.

³³⁸ Weitere notwendige Kriterien von (Umwelt-) Kennzahlen werden u. a. in SEIDEL, E.; CLAUSEN, J.; SEIFERT, E. K. (HRSG.) (1998), S. 10 ff. sowie HORVATH, P.; REICHMANN, T. (HRSG.) (2003), S. 381 ff. diskutiert.

³³⁹ Dies widerspricht einerseits dem Anspruch der Transparenz, andererseits bereitet es methodische Probleme.

Chancen	Risiken
Langfristige Kundenbindung, engere Kooperationsmodelle zwischen Betreiber und Hersteller, erhöhter Kundennutzen, kontinuierliche Produktverbesserung, neue Geschäftsmodelle (Erträge im Service), höhere technische Verfügbarkeit, vorbeugende Instandhaltung, Vermeidung ungeplanter Stillstandszeiten, bessere Ersatzteillogistik, Outsourcing von Instandhaltungsprozessen, erhöhte Anlagenauslastung, Nachhaltige Entwicklung, Bildung interdisziplinärer Projekt-/Produktentwicklungsteams	Liquiditätseingpässe können sinnvolle Handlungsempfehlungen vermeiden, Zeitdruck führt zu simplifizierten, ungenauen LCC, ggf. <i>double counting</i> , Controllingbedarf, langfristige Sicherstellung von Ersatzteilen, erhöhter Kommunikationsbedarf mit Lieferanten, unangemessene Begehrlichkeiten von Kunden (erhöhte Garantiezeitforderungen), Vertragsfall mit invaliden LCC-Prognosen, Industriespionage durch verstärkte Kooperation zwischen Betreiber und Hersteller, Misstrauenspolitik seitens Kooperationspartner, geringer Einfluss auf Nutzerverhalten

Tabelle 3-7: Übersicht einer SWOT-Analyse des LCC.

(Eigene Darstellung)

3.2.8 Hemmnisse der Anwendung von LCC

Neben den identifizierten Schwächen des Verfahrens³⁴⁰ können andere Widerstände die tatsächliche Anwendung von LCC beeinträchtigen. Unter Hemmnissen versteht der Autor „Störfaktoren“³⁴¹, die einer rationale Entscheidung im Sinne einer – beispielsweise nachhaltigen – Nutzenmaximierung³⁴² im Wege stehen und letztlich zu irrationalen Ergebnissen führen. Hemmnisse „verlangsamen, behindern oder [...] blockieren“³⁴³ Entscheidungsprozesse sind „jedoch auch überwindbar“.³⁴⁴ Zu Entscheidungsbarrieren wie Informationsmangel, Desinteresse oder fehlendem Können tragen die beteiligten Akteure und institutionelle Organisationsstrukturen bei. Alle Stakeholder³⁴⁵ des Unternehmens können entsprechend ihrer Machtbefugnis und -ausübung³⁴⁶ den Entscheidungsprozess, von der Zieldefinition über der Informationsbeschaffung bis zu dessen Feedback, positiv wie negativ beeinflussen. Die Vielzahl an Entscheidungen innerhalb des LCC, die beispielsweise zur Wissensentstehung ausgehend von Produktlebenszyklusdaten führt³⁴⁷, lässt vermuten, dass zwischen dem Komplexitätsgrad der Entscheidung oder der unternehmerischen Organisationsform eine positive Korrelation mit Hemmnisrisiken und -ausprägungen besteht. WÜBBENHORST 1992 diskutiert den Einfluss des „Mensch im System der Lebenszykluskosten“ unter zwei Gesichtspunkten: einerseits trägt der Mensch durch Fehler in der Betriebsphase zu einer Kostenerhöhung.³⁴⁸ Mitunter ist es der Forscher selbst, der die schiere Komplexität der Thematik nicht umfassend berücksichtigt.

³⁴⁰ Die als rationales Argument gegen eine Anwendung zählen können.

³⁴¹ Vgl. WITTE, E. (1999), S. 43-64 in GÜNTHER, E. und SCHEIBE, L. (2004), S. 2.

³⁴² Der Begriff des (nachhaltigen) Nutzens wird an dieser Stelle nicht näher erläutert. Ansätze zur Definition oder Umschreibungen finden sich u. a. in BRENT, A. C. und LABUSCHAGNE, C. (2007), EBNER, D. und BAUMGARTNER, R. J. (2006), HUETING, R. und REIJNDERS, L. (2004), ORLITZKY, M. und SWANSON, D. L. (2002), DALY, H. E. (1999), S. 300., THOFT-CHRISTENSEN, P. (2008), BEHRENDT, S. (1998), SCHMIDT, W. (1997), S. 1-88., KUISISTO, T. (1993)

³⁴³ GÜNTHER, E. und SCHEIBE, L. (2005b), S. 155, in HÜSKE, A. (2008), S. 10.

³⁴⁴ WITTE, E. (1999), S. 13, in HÜSKE, A. (2008), S. 10.

³⁴⁵ Vgl. FREEMAN, R. E. (1984), S. 31 ff.

³⁴⁶ Vgl. FRENCH, J. R. P. und RAVEN, B. H. (1959), S. 150-167 und RAVEN, B. H. (1993), S. 234 ff.

³⁴⁷ Vgl. BUFARDI, A.; KIRITSIS, D.; XIROUCHAKIS, P. (2008), S. 379.

³⁴⁸ Vgl. WÜBBENHORST, K. L. (1992), S. 271 ff. Etwa „40 bis 70 % der Systemfehler sind auf die menschliche Komponenten zurückzuführen“.

DÖRNER 1989³⁴⁹ spricht von vier grundlegenden Einflüssen bei der Behandlung komplexer Themen (wie sie LCC und LCA unterliegen): Komplexität (viele interdependente Variablen), Dynamik (das System ändert sich permanent; bedingt Zeitdruck für Entscheidungen), Intransparenz (Teile des Systems können als „*black box*“ unbekannt bzw. nicht zugänglich sein; dies beinhaltet auch die Art der Reaktion des Systems auf Änderungen) und unvollständiges oder falsches Verständnis des Systems (mit folglich falsch aufgestellten Hypothesen). Eine strukturierte Analyse der Hemmnisse³⁵⁰ wird an dieser Stelle nicht vorgenommen.³⁵¹ Sie würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Beobachtungen aus den Literaturreferenzen werden ergebnisoffen in Kapitel 5 kritisch gewürdigt.

3.3 Begriffsabgrenzung zu anderen Verfahren

Den Ausführungen des vorangegangenen Kapitels lässt sich entnehmen, dass für den Fortgang der wissenschaftlichen Auseinandersetzung eine Reihe von Begriffen sprachlich von LCC abgegrenzt werden müssen. Es ist hinzuweisen, dass zu beinahe jedem der angeführten Begriffe eine große Zahl wissenschaftlicher Publikationen existiert.³⁵²

Lebenszykluskosten (engl. *life cycle cost(s)*, *life-cycle cost*, *lifecycle cost*) werden im Englischen oft auch mit LCC abgekürzt.³⁵³ Es existiert *keine* einheitliche Definition. Sie können z.-B. alle Kosten eines Produktsystems über dessen gesamten Lebensweg definieren.

Whole life cost ist durch die britische Norm BS5760:1997 als „the cumulative cost of a product over its life cycle“.³⁵⁴ Der Begriff ist in Kanada und Großbritannien verbreitet³⁵⁵ und dem Wesen der Lebenszykluskosten sehr nah.

Life Cycle Costing (LCC, dt. Lebenszykluskostenrechnung o. a. Lebenszykluskostenanalyse) bezeichnet zusammenfassend ein betriebliches Entscheidungsinstrument, das überwiegend in der Beschaffung, Wartungsvertragsgestaltung und für die Investitionsplanung zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung verwendet wird. Der Autor folgt der SETAC-Europe Working Group on Life Cycle Costing und unterscheidet drei wesentliche Arten von LCC: das klassische (engl. *conventional*), ökologieorientierte (engl. *environmental*) und gesellschaftsorientierte (engl. *societal*) LCC. Unterschiede erörtert das vorangegangene Kapitel.

Die **Total Cost of Ownership**³⁵⁶ (TCO) definiert ursprünglich „a holistic assessment of IT costs over time.“³⁵⁷ Ziel des TCO ist analog dem LCC die Zusammentragung aller direkten und indirekten Kosten aus Sicht des Nutzers (engl. *owner*) innerhalb eines Lebenszyklus einer

³⁴⁹ DÖRNER, D. (1989) in ABES, J. (2008), S. 2.

³⁵⁰ Ansätze einer solchen Methodik können der Untersuchung von HÜSKE, A. (2008), GÜNTHER, E. und SCHEIBE, L. (2005b), S. 143-183. und GÜNTHER, E. und SCHEIBE, L. (2005a), S. 1-43. entnommen werden.

³⁵¹ Aspekte des Nicht-Wollens der Anwendung von LCC im Baugewerbe diskutiert z. B. COLE, R. J. und STERNER, E. (2000), S. 371 ff.

³⁵² Oft herrscht Uneinigkeit, wie genau zu definieren sei und was die einzelnen Instrumente zu leisten vermögen bzw. in der Tat können. Die Liste soll daher grundsätzliche Wesensmerkmale der ausgesuchten Begriffe erfassen und spezifisch für die Untersuchung eingrenzen. Eine relativ umfassende Übersicht bietet GLUCH, P. und BAUMANN, H. (2004), S. 571-580.

³⁵³ Das soll in dieser Diplomarbeit nicht sein. LCC kürzt ausschließlich Life Cycle Costing ab.

³⁵⁴ BRADLEY, M. und DAWSON, R. (1999), S. 121.

³⁵⁵ PELZETER, A. (2007), S. 117.

³⁵⁶ Ein Auftragswerk der Gartner Group, Inc. (BILL KIRWIN) des Jahres 1987 für MICROSOFT© Corp. Siehe Kapitel 1.1.

³⁵⁷ Friedrich, P., S. 6

Investition, um deren Wirtschaftlichkeit bezüglich des gestifteten Nutzens zu beurteilen.³⁵⁸ TCO und LCC werden in der Literatur meist synonym benutzt, da lediglich „marginale Unterschiede“³⁵⁹ bestünden.³⁶⁰ Konkret stimmt die klassische TCO aber nur mit einem LCC aus Kunden- bzw. Nutzersicht überein.³⁶¹ Abgewandelte Ansätze des TCO verfolgen das *Real Cost of Ownership* (RCO) und *Lowest Cost of Ownership* (LCO). Analog dem LCC führen aktuelle Weiterentwicklungen zu komplexeren Entscheidungsmodellen: das noch selten angewandte *Total Benefit of Ownership* (TBO) erweitert TCO um den Nutzenbegriff, der *Total Economic Impact* (TEI) der GIGA INFORMATION GROUP kombiniert TCO, TBO u. a. mit Geschäftsrisiken und Flexibilität.³⁶²

Whole life costing wird synonym zu TCO im britisch-kanadischen Sprachraum benutzt.³⁶³

Whole Life Cycle Costing (WLCC) erweitert das vorstehende Verfahren, respektive LCC, um ein Risikomanagement.³⁶⁴

Total Cost Assessment (TCA) ist kein direkt dem LCC vergleichbares Verfahren. Es kombiniert LCA mit einer Szenario gestützten Risikoanalyse zur Untersuchung auf Produkt-, Prozess- und Gebäudeebene. Ferner unterscheidet es direkte und indirekte, interne Kosten³⁶⁵ und berücksichtigt explizit auch externe Kosten.³⁶⁶

Terotechnology ist ein in Großbritannien entwickeltes, umfassendes Managementkonzept zur Kontrolle, Steuerung und Analyse der Lebenszykluskosten von Anlagen. Die multivariate Optimierung umschließt finanzielle, ingenieurwissenschaftliche (Zuverlässigkeit und Wartung) und andere Faktoren.³⁶⁷ Laut ASHWORTH 1996 wird *Terotechnology* synonym für LCC verwandt.³⁶⁸ Der schwer fassbare Begriff ist heute dem des LCC, *Whole Life Costing* oder WLCC in Großbritannien gewichen.³⁶⁹

Die **Ökobilanz** (engl. *Life Cycle Assessment*, LCA) ist ein nach ISO 14040 standardisiertes Instrument zur Erfassung und Bewertung von Umweltaspekten und -auswirkungen im Verlauf des Lebensweges eines Produkts.³⁷⁰ Die Ökobilanz ist in ihrer Art statisch (engl. *steady state*), d. h. statisch. Trotzdem LCC länger existiert hat sich in den 90er Jahren LCA als Standard zur Bewertung des Ressourcenverbrauchs und der Umweltschadenspotenziale von Produkt(systemen) über deren gesamten Lebenszyklus etabliert. Auf die Vielzahl von Literatur

³⁵⁸ Vgl. GADATSCH, A. und MAYER, E. (2006), S. 89 ff. Diese können bis zu 55 Prozent einer IT-Investition betragen

³⁵⁹ TCO bezieht sich demnach i. A. auf die physische, LCC auf die wirtschaftliche Lebensdauer.

³⁶⁰ Vgl. BÜNTING, F. (2009), S. 38 f.

³⁶¹ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 7. Nur die Anschaffungs- und Nutzungsphase sind für TCO von Relevanz

³⁶² Vgl. FRIEDRICH, P. (2008), S. 7. Weiterführende Literatur: GEIßDÖRFER, K. (2009), S. 400; FERRIN, B. G. und PLANK, R. E. (2002), S. 18-29; HEILALA, J.; MONTONEN, J.; HELIN, K. (2007), S. 44-54; CLESLE, F. D. und BACHMANN, E. (2008), S. 885-890; HAGENMEYER, V. (2009), S. 48-64.

³⁶³ „... can also be referred to as the through life cost or the total cost of ownership ... whole life cost modeling is not new, the first papers in the literature dating from 1957 Dickinson 1957...“ BRADLEY, M. und DAWSON, R. (1999), S. 121 f.

³⁶⁴ Vgl. BOUSSABAIN, H. A. und KIRKHAM, R. J. (2006).

³⁶⁵ Zu den indirekten zählen u. a. „potentially hidden“, „future and contingent liability“, „internal intangible costs“.

³⁶⁶ Vgl. NORRIS, G. A. (2001), S. 119 ff.

³⁶⁷ SIZER 1981 in UHL, H. (2002), S. 10. Oder auch BUHL, J. W. (1993), S. 86; ZEBBOLD, C. (1996), S. 4 ff.

³⁶⁸ ASHWORTH, A. (1996), S. 4-8. in ZEBBOLD, C. (1996), S. 28.

³⁶⁹ Britische Behörden nutzen heute den Begriff des *Whole life costing* oder WLCC. Vgl. UK OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE (OGC) (HRSG.) (2009), o. S.

³⁷⁰ Vgl. ISO 14040, 2006, S. 4

sei verwiesen.³⁷¹ Die Forschung zu LCA kann in drei Hauptrichtungen³⁷² differenziert werden: einerseits in der Weiterentwicklung von LCA als eigenständiges Konzept über den instrumentellen Charakter hinaus (Integration von LCC in LCA (in Form einer Erweiterung des LCA um monetäre Bewertung) bzw. vice versa LCA in LCC, der Kombination mit anderen, separaten Instrumenten als „Toolbox“. Oder drittens in hybrider Kombination mit anderen Verfahren z. B. in Form von Input-Output-LCA. Eine vierte, nicht von DE HAES³⁷³ identifizierte, mögliche Hybridisierung wäre LCA und LCC als integrale Bestandteile eines umfassenderen Konzepts zur Nachhaltigkeitsmessung.

Activity-based costing (ABC) (dt. Prozesskostenrechnung) ist eine Vollkostenrechnung, die die Kosten der indirekten Leistungsbereiche durch Zuordnung von Kostenobjekten zu Aktivitäten und Rohstoffen um eine beanspruchungsgerechtere Verteilung dieser Gemeinkosten ermöglicht.³⁷⁴

Target costing (TC, dt. Zielkostenrechnung) ist ein strategisches Kostenmanagementkonzept, das eine starke Kundenorientierung sowohl bezüglich des Preises als auch geforderter Produkteigenschaften zu realisieren versucht. Typisch sind die für die Produktentwicklung vorgegebenen Zielkosten.³⁷⁵

3.4 Zwischenfazit und Aufstellung des Analyserasters

Das Kapitel 3 hat gezeigt, dass der anfängliche Eindruck der Vielfalt des LCC bezüglich der Anwendung (Bewertungsobjekt) und des eigentlichen Verfahrens nicht täuscht. Aus diesem „Portfolio“ von Charakterzügen ist jedoch erkennbar, dass:

- alle identifizierten Formen des LCC wesentliche Gemeinsamkeiten besitzen,
- der Erkenntnisgewinn durch LCC für den Entscheider sehr hoch und vorteilhaft ist,
- eine grundsätzliche Einigkeit bezüglich der Verbesserung der Genauigkeit des LCC besteht (z. B. durch Erweiterung einzelner Verfahrensschritte mit bereits existierenden Methoden der Unsicherheitsmodellierung oder Sensitivitätsanalyse),
- eine mögliche Integration bzw. Hybridisierung mit anderen (ökologieorientierten) betrieblichen Instrumenten oder Konzepten teilweise intensiv erforscht wird,
- der Bedarf einer Harmonisierung besteht und bereits angegangen wird.

Dementsprechend ist – trotz aller Spezifität – eine Art „*best practice*“ Verfahren für das LCC erkennbar.

Das **Analyseraster**, das in seiner Art die Erkenntnisse zu LCC nachbildet, dient der empirischen Prüfung der Anwendung dieser „*best practice*“. Als Stichprobe dienen dabei Forschungsaktivitäten und -ergebnisse, repräsentiert durch wissenschaftliche Studien (hernach als

³⁷¹ Eine umfassende Übersicht bieten die *European Platform of LCA* (EPLCA) und das Netzwerk Lebenszykluskosten (Net.LZD).

³⁷² Vgl. UDO DE HAES, H. A. u. a. (2004), S. 19.

³⁷³ Vgl. UDO DE HAES, H. A. u. a. (2004), S. 19-32.

³⁷⁴ Vgl. COOPER, R. und KAPLAN, R. S. (1988), S. 96 ff.

³⁷⁵ Vgl. MCIVOR, R. und HUMPHREYS, P. (2004), S. 194.

Literaturreferenzen bezeichnet). Das Analyseraster dient der Charakterisierung der zu erhebenden Literaturreferenzen. Es ist grob in **vier Bereiche gegliedert**: der erste enthält rein bibliografische Angaben, der zweite dient der groben Klassifizierung der Literaturreferenzen, der dritte führt eine Vielzahl Merkmale zur feineren Charakterisierung bezüglich LCC an, der vierte ist Angaben zur Suchmethodik und Verfügbarkeit gewidmet.

Deskriptive Beschreibung der Quellen (Bibliographische Merkmale)
Kategorien zur groben Beschreibung der Studien
Beschreibung des LCC-Verfahrens
Verfügbarkeit und Suchstrategie

Abbildung 3-5: Die vier Bereiche des Analyserasters (Auszug).

(Eigene Darstellung)

Für den **ersten Bereich** der deskriptiven Beschreibung sind bibliografische Angaben zu den Autoren (Primärautor separat nach Name und Vorname gelistet), Herausgebern, dem Erscheinungsjahr, dem Titel, der Art der Publikationsform (z. B. Buch, Fachzeitschriftartikel, Dissertation usw.), dem Herkunftsland der Autoren (ausgeschrieben und als internationales Kennzeichen), gegebenenfalls der Fachzeitschrift (inklusive der Auflage, des Heftes und der Seitenangaben), der Schriftsprache (englisch oder deutsch) sowie möglichen Rankingergebnissen. Die Abbildung 3-6 gibt einen Überblick der genannten Merkmale (links) und Merkmalszuweisungen (rechts, weiße Felder).

Deskriptive Beschreibung der Literaturreferenzen (Bibliographische Merkmale)	
Name	Name des Haupt- bzw. erst genannten Autors bzw. Autorin; RefWorks "Primärautor"
Vorname	Vorname des Hauptautors; Mittelnamen ebenfalls; RefWorks "Primärautor"
Herausgeber	ggfalls getrennt per Semikolon
Alle Autoren	Name, Vorname Mittelname aller Autoren getrennt per Semikolon
Auftraggeber	ggfalls getrennt per Semikolon
Jahr	RefWorks "Erscheinungsjahr"; Jahr der Veröffentlichung (!) nicht Einreichung etc., d.h. Publication Bias soll hier nicht untersucht werden
Titel	RefWorks "Titel" bzw. "Primärtitel" inkl. Sekundärtitel
Ref.-Typ	RefWorks "Ref.-Typ"; Kategorien, die nicht in RefWorks per se erscheinen, werden durch zusätzliche Angaben im Merkmalsfeld "Identifizierungsausdruck" genauer beschrieben. i.d.R. durch Anhang eines Suffixes z. B. "Allg-wp" (für Allgemein - Working Paper)
Identifizierungsausdruck	analog zu Ref.-Typ
Publikationsform	Buch / Fachzeitschriftartikel / Wissensch. Studie / Diss. / Norm / Sonstiges
Herkunftsland_Autor	Angabe des Herkunftslandes des Autors; Internat. Kennzeichen mit 2 Buchstaben; bei US- bzw. CA-Provinzen ggf. auch US-NY
Zeitschrift, voll	Zeitschriftenname; volle Bezeichnung
Auflage/Volume	
Heft	
Startseite	
Endseite	
Sprache	"en", "de" oder "andere"
Ranking	Wenn Zeitschriftenartikel, dann hier binär codieren "1" (ja) bzw. "0" (nein, kein Ranking)
Ranking_ISI IF07	Angabe des ISI Impact Factors 2007 nach Thomson Reuters/ Web of Knowledge
Ranking_EJL06	Angabe des EJL06 der Erasmus University Rotterdam
Ranking_VHB08	Angabe des VHB-Jourquals 2003 bzw. 2008
Ranking_EF07_sc	Angabe des Eigenfactor 2007
Ranking_Andere	Angabe eines anderen Rankings mit Namen und Ergebnis

Abbildung 3-6: Bereich I „Deskriptive Beschreibung ...“ des Analyserasters.

(Eigene Darstellung)

Durch den **zweiten Bereich** können die Literaturreferenzen grob klassifiziert werden. Die Merkmalsvergabe resultiert aus qualitativer, inhaltsanalytischer Beurteilung. Eine Kategorisierung erfolgt z. B. anhand des Themenumfangs der Literaturreferenz, d. h. ob sie sich mit dem Gesamtkonzept LCC (z. B. einem Standardwerk³⁷⁶), einem Teilaspekt des LCC (z. B. einem bestimmten Kostenschätzverfahren) oder lediglich der Nennung von LCC (z. B. innerhalb einer empirischen Studie) befasst. Die Kategorie Literaturreferenz- bzw. Studientyp beinhaltet eine Unterscheidung in theoretische Abhandlungen, Fallstudien, empirische Studien oder hybride Formen. An dieser Stelle wird bereits deutlich, dass die einzelne Zuordnung nicht stets klar und scharf abgegrenzt erfolgen kann. Oft sind beispielsweise umfangreichere Fachzeitschriftenartikel durch eine allgemeine Einführung in die Thematik, eine Darstellung der spezifischen Modellierung und einer angeschlossenen Fallstudien bzw. einem numerischen Beispiel zur Veranschaulichung gekoppelt. Eine Zuordnung erfolgt dann durch Hinzunahme des Verwendungszwecks bzw. des Schwerpunkts der Literaturreferenz. Die Kategorie Wissenschaftsbereich unterteilt die Referenzen anhand der Herkunft der Autoren in BWL, VWL, Ingenieurwissenschaften (inklusive Bauingenieuren), Ökologie und Andere und dient einer Einschätzung der Forschungs- und Anwendungsaktivität von LCC in diesen Bereichen. Es sei vermutet, dass eine Vielzahl von Publikationen eine hohe Anwendung oder zumindest ein Anwendungsinteresse suggerieren. Ebenso ist die Kategorie Geschäftsbereich (bezogen auf den Untersuchungsgegenstand der Literaturreferenz) zum Aufzeigen der Interessenschwerpunkte in bestimmten Unternehmensbereichen gedacht. Die Kategorie Art der Verknüpfung bezieht sich auf die mögliche Integration des LCC in andere Managementansätze wie der Prozesskostenrechnung (ABC), Zielkostenrechnung (TC) oder wirtschaftsingenieurwissenschaftlichen Verfahren wie dem *Design-to-cost*. Die Kategorie Art der Kontrolle/ Integration betrachtet mögliche Formen der Einbindung von LCC in ein übergeordnetes Controlling, IT-System oder Ähnliches. Ob die Literaturreferenz akademischen (mind. 1 Autor entstammt einer Universität) oder nicht akademischen (z. B. Beratungsunternehmen) Ursprungs ist, klären die Kategorie Art der Untersuchung und Durchführende Partei (gerichtet auf die Institution der Autoren). Der Verwendungszweck weist den Literaturreferenzen vorab definierte Merkmalsklassen zu: wird LCC zur Entscheidungsfindung bezüglich einer Investition dargestellt, gilt die Klasse „Entscheidung Investition“. Wird mit LCC ein Modell zur Berechnung der Wartungs- und Instandhaltungskosten vorgestellt, gliedert sich die Referenz in die gleichnamige Merkmalsklasse ein. Das Erkenntnisinteresse, der Abstract und die Besonderheit der Literaturreferenz werden per Volltext befüllt und dienen der kurzen, knappen Zusammenfassung wesentlicher Inhalte. Die Kategorie NACE differenziert nach der Branchenzugehörigkeit des Bewertungsobjekts, während Kategorie_Code mehr oder weniger einer Archivierungsfunktion dient. Abbildung 3-7 stellt die genannten Kategorien und Merkmalszuweisungen dar.

³⁷⁶ Zum Beispiel FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991).

Kategorien zur groben Beschreibung der Literaturreferenzen	
Themenumfang	Gesamtkonzept / Teilaspekt / Nur Nennung
Studientyp	Theoretische Abhandlung / Fallstudie / Empir. Studie o. Lit. Review / Hybrid
Wissenschaftsbereich	BWL / VWL / Ingenieurwiss. (inkl. Bauing.) / Ökologie / Andere
Geschäftsbereich	F&E / Produktentw. / Produktion / Beschaffung / Vertrieb / Controlling / Sonstiges
Art der Verknüpfung	ABC / Target Costing / Design-to-cost / Sonstige
Art der Kontrolle/Integration	Controlling / IT-System / Sonstiges
Art der Untersuchung	Akademisch / Nicht-akademisch
Durchführende Partei	Unternehmen selbst (auch Verbund) / externer Berater / Forschungsinstitut o. Univ. selbst / Sonstiges
Verwendungszweck der Lit.ref.	Erschwinglichkeit = Entscheidung Investition / Entscheidung Beschaffung / Entscheidung Lieferant / Optimierung Produktdesign (trade-off) / Vergleich Produktdesign (trade-off) / Wartungs- o. Instandhaltungskosten / Reparaturaufwand / Vertriebsstrategie / Information des Kunden / Sonstiges
Erkenntnisinteresse der Lit.ref.	Volltext, ggf. Forschungsfrage
Abstract-Full	Volltext
Besonderheit der Lit.ref.	Volltext, Einschätzung zum Wert der Literaturreferenz
NACE	Zuordnung nach NACE (immer Abschnitt, dann so detailliert wie nur möglich)
Kategorie_Code	Code Nummer & Bezeichnung aus thematischer Zuordnung; Trennung mehrerer Codes durch ";" bei Subkategorien durch "," eine genaue Erklärung und Zuordnungslogik ist im Arbeitsblatt "da_refworks" zu finden

Abbildung 3-7: Bereich II „Kategorien zur groben Beschreibung ...“ des Analyserasters.

(Eigene Darstellung)

Im **dritten Bereich** erfolgt eine detaillierte Beschreibung des angewandten oder diskutierten Verfahrens des LCC. Im ersten Abschnitt, genannt LCC, ist gekennzeichnet, ob die Literaturreferenz LCC überhaupt erwähnt (binär codiert), ob eine Definition des LCC vorliegt, welche Bezeichnung verwendet wird und welcher Typ des LCC³⁷⁷ vorliegt. Im zweiten Abschnitt, genannt LCC_Systemgrenzen, ist das zugrunde liegende Lebenszyklusmodell (z. B. einfaches oder erweitertes Produkt- bzw. Anlagenlebenszyklusmodell u. a.), die genannten Lebenszyklusphasen, die Betrachterperspektive (z. B. Nutzer-, Herstellersicht u. a.), das Bewertungsobjekt gliedert nach Typ (Produkt, Produktkomponente, Anlage u. a.), Art des Produkts (z. B. führt ein nach LCC optimierter Produktionsprozess zu kontinuierlichen Verbesserungen [Kontinuierliche Prod.], eine Investitionsentscheidung bezüglich eines Bauwerks zu einer einmaligen Optimierung [Einmalige Investition], eine Instandhaltungsstrategie zu wiederkehrenden Investitionen [Wiederholende Investition]) und der möglicher Weise konkret benannten funktionalen Einheit. Abschließend interessiert der Betrachtungszeitraum in Jahren. Abbildung 3-8 zeigt die beiden ersten Abschnitte des dritten Bereichs mit fixierten bzw. möglichen Merkmalszuweisungen.

³⁷⁷ Vgl. LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 4-6. Auch Kapitel 3.2 zu den Typen klassisches (hier: Conv LCC), ökologieorientiertes (Env LCC) und gesellschaftsorientiertes LCC (Soc LCC).

Beschreibung des LCC-Verfahrens	
LCC	LCC überhaupt vorhanden? Wenn ja "1", sonst "0"
Definition	Volltext zur Definition
Bezeichnung	Volltext, Name für LCC (Lebenszyklusanalyse, Life Cycle Costing...)
Andere Bezeichnung	Total Cost of Ownership (TCO) / Whole Life Costing (WLC) / Andere (nicht LCC)
Typ	Conv LCC / Env LCC / Soc LCC
Typ_Kriterien	ggfalls Erklärung der Zuordnung des "LCC Begriffs"
LCC_Systemgrenzen	Vollständig / Unvollständig / k.A. möglich
Lebenszyklusmodell	einf. Produktlebenszyklus / erw. PLZ / Technologie~ / Anlagen~ / Service~ / Anderer
Lebenszyklusphase I	Rohstoffgewinnung
Lebenszyklusphase II	F&E oder Design im Bau
Lebenszyklusphase III	Produktion & Konstruktion
Lebenszyklusphase IV	Kauf
Lebenszyklusphase V	Betrieb oder Nutzung
Lebenszyklusphase VI	Instandhaltung
Lebenszyklusphase VII	Entsorgung oder Rückbau
Lebenszyklusphasen-NEIN	Volltext, Nennung der Phasen, die zusätzlich verwendet werden
Betrachtungsperspektive	Lieferant / Hersteller / Kunde / Betreiber / Gesellschaft / Investor / Sonstige
Bewertungsobjekt	Produktkomponente / Produkt / Anlagenkomp. / Anlage o. Maschine / Dienstleistung / Bauwerk / Sonstiges
Bewertungsobjekt II	Kontinuierliche Prod. / Wiederholende Investition / Einmalige Investition
Funktionale Einheit	Volltext
Bewertungszeitraum	wenn vorhanden, dann in Jahren (z.B. Nutzungsdauer)

Abbildung 3-8: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil I des Analyserasters.

(Eigene Darstellung)

Im dritten Bereich folgt im dritten Abschnitt LCC_Arbeitsschritte eine Abfrage der in den Literaturreferenzen explizit verwendeten Ablaufschritte, die den Erkenntnissen des Kapitels 3.2.1 entlehnt sind. Vier Hauptarbeitsschritte³⁷⁸ sind zu unterscheiden:

- Festlegung der *Zielsetzung & Systemgrenzen*
- *Informationsbeschaffung*
- *Ergebnisanalyse* und Identifikation von „hot spots“
- *Sensitivitätsanalyse* i. w. S.

Die feinere Untergliederung kann der Abbildung 3-9 entnommen werden. Ist einer der den vier Hauptarbeitsschritten untergliederten Arbeitsschritte in der Literaturreferenz beschrieben, gilt der Hauptarbeitsschritt i. d. R. als erfüllt. Zur Unterscheidung von Kostenallokation, -simulation, -prognose und -schätzung führt das Kapitel 3.2.4 Merkmale aus. Unter Unsicherheitsmodellierung zählen alle Verfahren, die explizit eine stochastische, nicht deterministische Verteilung der Einflussparameter zur Modellierung der Lebenszykluskosten unterstellen und berücksichtigen. Zur quantitativen Kostenanalyse zählen u. a. die Verfahren der Annuitätenmethode, *Payback Time* oder des Internen Zinsfußes. Zur Sensitivitätsanalyse i. w. S. gehören einfache Wahrscheinlichkeitsverfahren (z. B. Entscheidungsbaum), die Sensitivitätsanalyse i. e. S. (Variation einzelner Einflussparameter) sowie die Risikoanalyse (multiple Variation bestenfalls aller Einflussparameter). Die einzelnen Ablaufschritte sind binär kodiert (1 heißt vorhanden, sonst 0). Die Ablaufschritte sind dabei unabhängig ihrer Sequenz innerhalb der Literaturreferenz zu verzeichnen. Zusätzliche Arbeitsschritte, die sich dem Analyseraster nicht zuordnen lassen, sind in der gleichnamigen Kategorie zu nennen.

³⁷⁸ In Anlehnung an: LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 12.

LCC_Arbeitsschritte	Vollständig / Unvollständig / k.A. möglich
1_Zielsetzung & Systemgrenze	vorhanden, "1" oder nicht "0"
1a_Identif. Kundenbedürfnis	vorhanden, "1" oder nicht "0"
1b_Def. Systemgrenzen	vorhanden, "1" oder nicht "0" (s. oben)
1c_Identif. von Alternativen	vorhanden, "1" oder nicht "0"
1d_Identif. von Trade-offs	vorhanden, "1" oder nicht "0"
1e_Identif. von Win-Win	vorhanden, "1" oder nicht "0"
1f_Identif. Total Costs	vorhanden, "1" oder nicht "0"
1g_Identif. Allowable Costs	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2_Informationsbeschaffung	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2a_Kostenallokation	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2b_Kostensimulation	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2c_Kostenprognose	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2d_Kostenschätzung	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2e_Andere Kostenerhebung	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2f_Diskontierung	vorhanden, "1" oder nicht "0"
2g_Festlegung Zielkosten	vorhanden, "1" oder nicht "0"
3_Ergebnisanalyse/Hot spots	vorhanden, "1" oder nicht "0"
3a_Unsicherheitsmodellierung	vorhanden, "1" oder nicht "0"
3b_quantit. Kostenanalyse	vorhanden, "1" oder nicht "0"
3c_qualit. Kostenanalyse	vorhanden, "1" oder nicht "0"
4_Sensitivitätsanalysen	vorhanden, "1" oder nicht "0"
4a_Wahrscheinlichkeitsverf.	vorhanden, "1" oder nicht "0"
4b_Sensitivitätsanalyse i.e.S.	vorhanden, "1" oder nicht "0"
4c_Risikoanalyse	vorhanden, "1" oder nicht "0"
Zusätzliche Arbeitsschritte	Volltext, wenn nicht zuordbar

Abbildung 3-9: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil II des Analyserasters.

(Eigene Darstellung)

Im vierten Abschnitt LCC_Modell – immer noch des dritten Bereichs – erfolgt die Beschreibung einiger der zuvor binär kodierten Arbeitsschritte bezüglich der Modellierung der Lebenszykluskosten. Es interessiert, ob ein Kostenstrukturplan (CBS) vorhanden und welches Kostensimulations- bzw. -prognoseverfahren angewandt ist. Die Kategorie der Kostenschätzung ist in informale und formale Verfahren aufgegliedert um zu erfassen, welches Verfahren (z. B. parametrische Kostenschätzung, Schätzung nach Analogie u. a.) verwendet wird. Die Anwendung anderer Datenerhebungsverfahren, wie z. B. langfristige Datenerhebungen, wird ebenfalls geprüft und mit der möglichen Datenbereitstellung durch den Kunden des Herstellers bewertet. Allgemeines Interesse gilt der Evaluation der Nachvollziehbarkeit der Datenerhebung durch den Autor (Kategorie Datenerhebung nach-vollziehbar?). Ist eine Diskontierung angewandt, interessiert die Höhe der Diskontierungsrate (in %). Analog gilt dies für etwaige Inflationsbereinigungen und Lernkurveneffekte. Bezüglich der Art des Kostenmodells ist ferner zu unterscheiden, ob es einen statischen, quasi-dynamischen oder dynamischen bzw. stochastischen oder deterministischen Charakter aufweist. Die letzten Kategorien erfassen den Namen der Kosten- und Sensitivitätsanalysen sowie die Herkunft des Modells (z. B. ein eigenes oder solches eines anderen Autoren). Im fünften Abschnitt LCC_Kosten sind die für das LCC genutzten Kosten- oder Zahlungsstromarten verzeichnet. Anderer Unterscheidung ist, ob aus der jeweiligen Betrachterperspektive vor- und nachgelagerte Kosten bzw. Zahlungsströme integriert sind. Ebenso ist relevant, ob absehbar zu internalisierende (z. B. Kosten für CO2 Emissionen) oder auch andere externe Kosten in der Lebenszyklusmodellierung berücksichtigt sind. Andere Kostenarten bzw. -elemente, wie z. B. Finanzierungskosten oder Subventionen und Steuern, sind ebenfalls registriert. Die Frage, ob Erlöse (eingehende Zahlungsströme) explizit neben den Kosten (ausgehende ~) ausgewiesen sind um z. B. für eine Rentabilitäts-

rechnung genutzt zu werden. Von Interesse ist, welche Entscheidungsparameter neben Kosten und Zeit (z. B. Qualität) sowie welche Einflussparameter als relevant eingestuft sind. Zuletzt ist geprüft, inwiefern sprachlich dem dynamischen Charakter der Lebenszykluskostenmodellierung Rechnung getragen ist und von Zahlungsströmen statt Kosten in der Literaturreferenz die Rede ist. Die Abbildung 2 6 fasst die genannten Kategorien und Merkmalszuweisungen zusammen.

LCC_LCC-Modell	Vollständig / Unvollständig / k.A. möglich
Kostenallokation	Strukturmodell (CBS) vorhanden, "1" oder "0"
Kostensimulation	wenn ja, dann Name des Verfahrens z.B. Monte-Carlo-Simulation, Szenario
Kostenprognose	wenn ja, dann Name des Verfahrens z.B. Trendpolarisation
Kostenschätzung II	informal (Expertenmeinung, Analogie, Schätzung durch rel. Information, Daumenregel, Ingenieurstandard, Preisbasierte Schätzung, Parametr. Kostenschätzung) / formal (math. Modelle, CVM, WTP)
Kostenschätzung III	Parametr. Kostenschätzung
Kostenschätzung IV	Analogie
Kostenschätzung V	Ingenieurstandard
Kostenschätzung VI	Volltext, für sonstiges
Langfristige Datenerhebung	vorhanden, "1" oder nicht "0"
Datenerhebung bei Kunde	vorhanden, "1" oder nicht "0"
Datenerhebung nachvollziehbar?	vorhanden, "1" oder nicht "0"
Zielkosten	wenn ja, dann Angabe, sonst " "
Diskontierung	wenn ja, dann Zinsrate, sonst " "
Inflation	wenn ja, dann Zinsrate, sonst " "
Lernkurveneffekt	wenn ja, dann Zinsrate, sonst " "
Art des Modells I	steady-state / quasi-dynamisch / dynamisch
Art des Modells II	stochastisch / deterministisch
Kostenanalyse quantitativ	NPV / Annuitäten / IRR / Payback / Break-Even / Sonstiges
Kostenanalyse qualitativ	wenn ja, dann Name des Verfahrens
Sensitivitätsanalysen	Risikoanalyse / Sensitivitätsanalyse / Sonstige Unsicherheitsmodellierung
Herkunft des Modells	Eigenes Modell / Allg. Modell o. Standard / Ext. Berater / Software / Sonstiges
LCC_Kosten	Vollständig / Unvollständig / k.A. möglich
Kostenarten	Volltext, Angabe der Kostenarten i.S. 4. Ebene von Huppe, G.
Vorgelagerte Kosten	vorhanden, "1" oder nicht "0" (gff. benennen; vor Produktion bzw. Konsum wie z.B. Rohstoffgewinnung)
Nachgelagerte Kosten	vorhanden, "1" oder nicht "0" (gff. benennen; nach Prod. bzw. Konsum wie z.B. Service-Garantiekosten)
Internalisierte Kosten	vorhanden, "1" oder nicht "0" (gff. benennen; auch absehbar zu internalisierende K.)
Externe Kosten	vorhanden, "1" oder nicht "0" (gff. benennen; Ergebnis von Externalitäten)
Finanzierungskosten	vorhanden, "1" oder nicht "0" (gff. benennen; Ergebnis von Externalitäten)
Erlöse	neben Kosten auch Erlöse? "1" (ja) bzw. "0" (nein)
Subventionen / Steuern	vorhanden, "1" oder nicht "0" (gff. benennen; Ergebnis von Externalitäten)
Andere Faktoren	Volltext, neben Kosten andere Faktoren (Qualität, Zuverlässigkeit etc.)?
Einflussgrößen / Kostentreiber	Volltext, was treibt die Kosten?
Zahlungsströme	wird von Kosten statt Zahlungsströmen (Cash Flows) gesprochen?

Abbildung 3-10: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil III des Analyserasters.

(Eigene Darstellung)

Im sechsten Abschnitt, genannt LCC_Standard, ist dokumentiert, ob dem angewandten LCC Verfahren in irgendeiner Weise ein Standard zugrunde liegt. Dies erfolgt binär (1 heißt vorhanden) und per Volltext (wo bzw. inwiefern konkret). Analog wird die Anwendung einer Software oder eines Tools festgehalten in der Kategorie LCC_Software. Die Kategorie LCC_Ergebnis hält fest, ob in der Literaturreferenz – so eine Rechnung vorliegt – ein Ergebnis (quantitativer oder qualitativer Art) bezüglich der Lebenszykluskosten angegeben wird. Dieses ist ferner hinsichtlich eines absoluten („die Lebenszykluskosten betragen ... EUR über 20 Jahre) oder relativen (Alternative X ist besser als Y), als auch seines eindeutigen (sind z.

B. mehrere Ergebnisse aufgrund der stochastischen Modellierung relativ gleichwahrscheinlich?) Charakters zu unterscheiden. Für die Kategorie LCC_Besonderheit können Volltextangaben zu möglicher Weise diskutierten Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken und Hemmnissen notiert sein. Die letzten beiden Kategorien, LCA und SA (*Sustainable Assessment*), betreffen die Verwendung oder Modellierung einer Ökobilanz oder die Integration von LCC in den Rahmen einer Nachhaltigkeitsmessung. Dies geschieht durch binäre Kodierung und Volltextangabe.

LCC_Standard	Wird ein Standard verwendet? (Name und Nummer)
Standard-Erklärung	Wobei wird Standard verwendet?
LCC_Software	Wird eine Software / Tool verwendet? (Name und Nummer)
Software-Erklärung	Wobei wird Software / Tool verwendet?
LCC_Ergebnis	wenn vorhanden, welches Ergebnis liegt vor?
Absol. Lebenszykluskosten	Volltext, Angabe der Gesamtlebenszykluskosten pro funktionaler Einheit o. Produkt
Relative Lebenszykluskosten	Volltext, Angabe der % der Anschaffungskosten zu Gesamtlebenszykluskosten pro funktionaler
Eindeutigkeit	Ist das Ergebnis eindeutig?
Handlungsempfehlung	Welche Handlungsempfehlung leitet der Autor ab?
LCC_Besonderheit	Volltext, wenn nicht SWOT oder Hemmnis
Stärken	Volltext, welche Stärken der Anwendung identifiziert
Schwächen	Volltext, welche Schwächen der Anwendung identifiziert
Chancen	Volltext, welche Chancen der Anwendung identifiziert
Risiken	Volltext, welche Risiken der Anwendung identifiziert
Hemmnis	Volltext, welche Hemmnisse der Anwendung identifiziert
Geschichte	Volltext, welche hstor. Bezüge der Anwendung identifiziert
Forschungslücke	Volltext, welche Lücken der Anwendung identifiziert
LCA	LCA überhaupt vorhanden? Wenn ja "1", sonst "0"
LCA-Typ	LCI-LCA / IO-LCA / Sonstige LCA
SA (Sustainable Assessment)	Eine Art von Nachhaltigkeitsmessung enthalten (z.B. SIA, SusLCC o.ä.)? "1" oder "0"
SA_Name	Benennung dieser Messung
SA_Erklärung	Erklärung der Methode o. Verweis auf Autor

Abbildung 3-11: Bereich III „Beschreibung des LCC...“ Teil IV des Analyserasters.

(Eigene Darstellung)

Im **vierten Bereich** des Analyserasters sind Angaben zur Verfügbarkeit, wie z. B. der mögliche Internetverweis, das Datum der letzten Aktualisierung (Stand) bzw. der Abfrage sowie die Art der vorhandenen Referenz (Details in den Erläuterungen der Abbildung 2 8 zur Kategorie Verfügbarkeit; so bedeutet „PDF-Full“ dass die Literaturreferenz vollständig als PDF-Datei dem Verfasser vorliegt). Ist die Literaturreferenz als relevant eingestuft, dennoch nicht verfügbar, ist dies in der Kategorie „nicht verfügbar“ durch binäre Kodierung „1“ ersichtlich. Die letzten drei Kategorien befassen sich mit der Art der Beschaffung der Literaturreferenz: Suchstrategie (wie ist gesucht; z. B. systematisch durch Suchbegriffe nach der Suchmethodik erneut vorgestellt in Kapitels 2.3), Suchquelle (in welcher Literaturquelle ist gesucht worden) und Suchbegriff (mit welchem Suchbegriff).

Verfügbarkeit und Suchstrategie	
Link	Wenn online verfügbar, dann hier Link
Stand	Datum der letzten Aktualisierung des Mediums
Abfrage	Datum der Abfrage des Mediums
Verfügbarkeit	a) schriftlich: Medium vorhanden? In Buch- o. a. schriftlicher Form? "SLUB" (=in der SLUB verfügbar), "HTW" (=in HTW verfügbar), "HAP-BU" (=im Handapparat von Prof. E. Günther), "HAP-andere" (=in einem anderen Handapparat der TU Dresden), "CH" (=Eigentum des Verfassers b) digital: Medium vorhanden? Digital als PDF? "PDF-Abstract", "PDF-Extract" oder "PDF-Full" Digital als XLS oder DOC? "DOC-Abstract", "DOC-Full" oder "XLS" oder "Tool" (für anderweitige EXE-Dateien oder Programme) oder "JPEG", "GIF" etc. c) sonstig: Medium vorhanden? In anderer Form als a) und b) z.B. als "online-EBSCO", "online-Elsevier", "CD-ROM"
nicht verfügbar	Lesen nicht möglich, da weder physisch in Schriftform, noch digital als PDF erhältlich
Suchstrategie	Einteilung in "systematisch" und "unsystematisch"
Suchquelle	Wo wird das Medium gesucht? Angabe der Quelle z.B. "google.de", "google.com"
Suchbegriff	Wo & wie wurde das Medium gesucht? "Suchbegriff" (Suchkategorie z.B. Titel) - in "RefWorks" sind alle 3 Suchkategorien akkumuliert vorhanden

Abbildung 3-12: Bereich IV „Verfügbarkeit...“ des Analyserasters.

(Eigene Darstellung)

Das Analyseraster ist in seiner Gesamtheit Grundlage für die Bewertung Stichprobe von Literaturreferenzen im nachfolgenden Kapitel 4.

4 Forschungsstand Life Cycle Costing

In diesem Kapitel werden ausgewählte, aktuelle Erkenntnisse auf dem Gebiet des Life Cycle Costing (LCC) in einer Übersicht dargestellt. Beginnend ist die Methodik des angewandten Literature Review (LR) in Kapitel 4.1 erläutert. Danach folgt die Systematisierung der ermittelten Literaturreferenzen, zuerst durch eine deskriptive Beschreibung, dann durch eine systematische Kategorisierung. Der Versuch der Systematisierung von Studien anhand des vorgestellten Analyserasters führt zu einer Reihe direkter und indirekter Erkenntnisse über die Methodik des LCC, deren Anwendungsgrad in der Forschung und das vom Verfasser selbst gewählte Verfahren. Die Methodik des LCC ist in ihrer Variantenvielfalt und Zielgenauigkeit für eine Entscheidungsfindung im unternehmerischen Umfeld in Kapitel 3.2 ausführlich dargestellt. Das Kapitel schließt mit einer kurzen Zusammenfassung ab.

F-4: Wo und in welcher Form wird LCC angewandt?

These 4: Vermutlich wird LCC bereits weit verbreitet angewandt

F-5: Gibt es ein standardisiertes Konzept analog zur Ökobilanz nach ISO 14040?

These 5: LCC ist nur für Einzelanwendungen genormt, daher schlecht sichtbar.

F-6: Ergeben sich aus F-1 bis F-4 spezifische Anwendungsbereiche für LCC?

These 6: Trotz Vorteilen liegen Unkompatibilitäten von Anreizsystemen vor.

4.1 Angewandte Methodik

Ausgangspunkt der Untersuchung bildet das Analyseraster des Kapitel 3.4. Angewandt wird das bereits vorgestellte Literature Review (siehe Kapitel 1.3) in Verbindung einer Inhaltsanalyse³⁷⁹. Die konkrete Zielstellung sei durch die einleitenden Fragestellungen eingrenzt. Zunächst erfolgt eine Suche³⁸⁰ mit Hilfe kombinierter deutscher und englischer Suchbegriffe (z. B. „life cycle AND cost“ bzw. „lebenszyklus AND kosten“) nach relevanten Literaturreferenzen in einschlägigen Bibliothekskatalogen, Fachdatenbanken, Normendatenbanken sowie einer Reihe Internetkataloge von Forschungsinstituten, Industrieverbänden sowie Sach- und Wörterbüchern.³⁸¹ Die Suche ist vorerst nicht scharf³⁸² eingegrenzt um eine möglichst umfassende Trefferquote zu erzielen.³⁸³ In drei Arbeitsschritten wird die Relevanz³⁸⁴ und Verfügbarkeit der mit den Suchbegriffen erzielten absoluten Treffer der jeweiligen Suchquellen geprüft. Aufgrund der Fülle des Datenmaterials ist die Datenbasis durch weitere Ausschlusskri-

³⁷⁹ Der Charakter dieser Inhaltsanalyse entspricht einer Mischform qualitativ-quantitativer Art.

³⁸⁰ Im Sinne des Arbeitsschritts LR-2

³⁸¹ Eine ausführliche Liste aller Quellen finden sich im Arbeitsblatt „da_legende“ der beigelegten Microsoft Excel® 2003 Arbeitsmappe „DA_literatur_CH.xls“.

³⁸² Aus Ausschlusskriterium dient allenfalls die Sprache: nur englische und deutsche Literatur sei relevant.

³⁸³ Die Erkenntnisse des Kapitel 3.2 lassen vermuten, dass Literaturreferenzen mit Titeln wie „Sustainable Industrial Product Systems“ (HANSEN, O. J. (1997)) das Konzept LCC als Fallstudie oder Instrument ebenso beinhalten können wie die Monographien von HUNKELER; LICHTENVORT; REBITZER 2008 mit dem Wortlaut „Environmental Life Cycle Costing“.

³⁸⁴ In dem Sinne, ob LCC benannt, diskutiert oder angewandt wird.

terien eingrenzt. Als Kriterium wird nach der inhaltlichen Prüfung der ISI Impact Factor 2007 (ISI-IF07)³⁸⁵ angewendet.

Die ausführliche Beschreibung der Methodik findet sich im Appendix A-4.1 auf Seite XIV. Ebenfalls kann die Dokumentation der Arbeitsschritte in Form einer Microsoft Excel® 2003 „Arbeitsmappe“ (DA_literatur_CH.xls) eingesehen werden.

4.2 Deskriptive Beschreibung des Literaturpools

Die Suchmethodik ergab eine absolute Trefferzahl von **mehr als 71 Millionen Literaturreferenzen**³⁸⁶ mit unterschiedlichem Bezug zu LCC bzw. Lebenszykluskosten.³⁸⁷ Wie die Tabelle 4-1 zeigt, überwiegen englischsprachige Referenzen. Einzelne Literaturquellen weisen deutlich höhere Suchtreffer auf.

Literaturquellen	Absolute Suchtreffer	
	deutschsprachig	englischsprachig
Bibliothekskataloge	28.748	<< 271.258
Internetsuchmaschinen	3.021.425	<< 67.002.902
Normen	1.074	< 3.393
Hosts / JN-Datenbanken	60.144	<< 554.860
Kernfachzeitschriften	0	<< 3.971
Forschungsinstitute	19.444	<< 185.890
Industrieverbände	2.021	> 1.414
Sach- und Sprachwörterbücher	185	< 1.922
Summe	3.133.041	<< 68.025.610
Verhältnis	1	: 22

Tabelle 4-1: Absolute deutsch- und englischsprachige Suchtreffer.

(Eigene Darstellung)

Die Anwendung von **Relevanzkriterien** verringerte den Literaturreferenzpool auf 998 (siehe Tabelle 4-2). Dabei reduziert sich das Ungleichgewicht zwischen deutsch- und englischsprachigen Referenzen auf ein annäherndes Gleichgewicht (42,5 zu 57,5%). Ebenfalls wird deutlich, dass nur ein geringer Teil der Literaturreferenzen einem Ranking unterzogen ist (lediglich 19,1%). Die **Beschränkung** auf Fachzeitschriftenbeiträge mit einem ISI Impact Factor 2007³⁸⁸ größer 0,9 reduzierte den Literaturreferenzpool signifikant auf 58 Studien. Der Literaturpool zur empirischen Auswertung besteht ausschließlich aus englischsprachigen Fachzeitungsschriftartikeln.³⁸⁹ Eine Liste der Studien ist gesondert im Appendix A-4.2 auf Seite XIX angeführt.

³⁸⁵ Vgl. Appendix A-4.1.1 auf Seite XV.

³⁸⁶ Einer Mischung aus Monographien, Fachzeitschrift- und Zeitungsartikeln, Forschungsberichten, Normen, aber auch einzelner Internetseiten.

³⁸⁷ Eine Übersicht zu den absoluten und relativen Treffern sortiert nach den Literaturquellen bietet die Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblätter „matrix_quan“ und „matrix_qual“ der Arbeitsmappe „DA_literatur_CH.xls“.

³⁸⁸ Vgl. Appendix A-4.1 zu den Rankings

³⁸⁹ Dies verursacht einen sprachlichen *Publication Bias*, der aber durch die verschiedene Herkunft der Autoren etwas gemildert sei.

Jahr	Sprache		Ranking		Summe (Jahr)
	deutsch	englisch	Ranking	kein Rank.	
2009	56	43	14	85	99
2008	104	92	32	164	196
2007	56	75	15	116	131
2006	49	47	18	78	96
2005	34	43	15	62	77
2004	18	27	13	32	45
2003	16	44	15	45	60
2002	14	19	10	23	33
2001	12	20	7	25	32
2000	12	25	8	29	37
vor 2000	49	134	42	141	183
Summe (Typ)	420	569	189	800	989
Verhältnis	0,425	0,575	0,191	0,809	1

Tabelle 4-2: Beschreibung des Literaturreferenzpools nach Relevanzprüfung.

(Eigene Darstellung)

Geografisch lassen sich die Studien nach der Herkunft der Autoren wie folgt zuordnen: etwa 44,8 Prozent (26 Studien) stammen aus Europa, 29,3 Prozent (17) aus den USA, 13,8 Prozent (8) aus Asien, 3,4 Prozent (2) aus Australien bzw. Neuseeland sowie 9 Prozent (5) wurden von Autoren verschiedener Kontinente gemeinsam verfasst. Die Liste der betreffenden Länder umfassen für Europa alle EU-15 Mitgliedsstaaten zuzüglich Litauen und Türkei, für Nordamerika die USA und Kanada, für Asien China, Japan, Südkorea und Thailand.

Nach dem **Erscheinungsjahr** betrachtet, datieren die Studie 1981 bis 2009. Die nachstehende Abbildung 4-1 zeigt eine Zunahme der Anzahl von Veröffentlichungen.

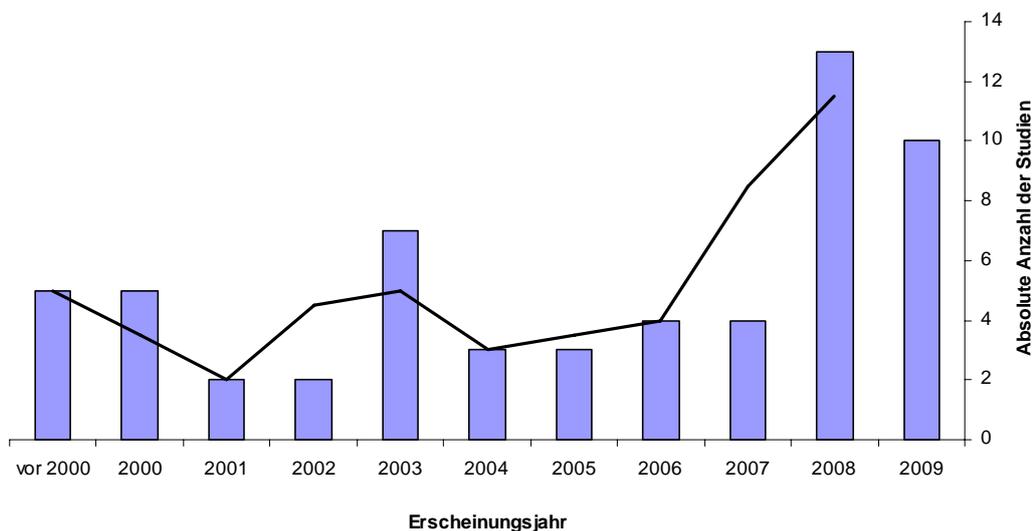


Abbildung 4-1: Zunahme der Veröffentlichungen zu LCC.

(Eigene Darstellung)

Zusätzliche **Eigenschaften der Autoren**: der überwiegende Anteil (81%) der Studien ist durch Autoren eines Forschungsinstitut oder einer Universität erstellt. Rund 7 Prozent entstammen von Unternehmen und 10 Prozent sind durch eine Form der Kooperation zwischen diesen beiden Gruppen entstanden. Unter Sonstige (1,7%) fallen z. B. Angehörige des Vertei-

digungswesens. Somit ist der Großteil der Studien als akademisch (96,5%) zu bezeichnen. Ebenso mehrheitlich ist die Disziplin der Ingenieurwissenschaften vertreten: 71,4 Prozent der Autoren können dem Bauingenieur-, Maschinenbau- oder Elektroingenieurwesen zugeordnet werden. Mit geringerer Repräsentation folgen Ökologen (16,1%), Betriebs- und Volkswirte (7,1%) und Sonstige (5,4%, z. B. Politik).

Bezüglich der **Qualität** gemessen durch den Impact Factor 2007 (ISI-IF07) ist keine auffällige Änderung über die Zeit zu beobachten. Der lineare Korrelationskoeffizient³⁹⁰ zwischen den Variablen Erscheinungsjahr und ISI-IF07 deutet keinen nennenswerten negativen Zusammenhang an (-0,012). Die Mittelwerte des ISI-IF07 für die einzelnen Jahre variieren von 1,271 (2007, 2006) bis 2,211 (2002).

Zusammenfassend kann der Studienpool als nicht ausgewogen betrachtet werden. Es existiert eine englischsprachige und ingenieurwissenschaftliche Überrepräsentation.³⁹¹ Unter dieser Einschätzung müssen die Interpretationen der nächsten Kapitel bedacht werden. Dennoch können insbesondere qualitative Erkenntnisse gewonnen werden.

4.3 Kategorisierung des Literaturpools

Die Kategorisierung orientiert sich an der angewandten Methodik, der Art der Bewertungsobjekte und den erzielten Ergebnissen der Studien. Die Studien werden zunächst grob nach Zielsetzung und unterstellten Systemgrenzen gegliedert.

4.3.1 Nach Methodik und Interessenschwerpunkt der Studien

In einer ersten Unterscheidung interessiert, ob die Autoren nur **Einzelaspekte**³⁹² oder das **Gesamtkonzept** des LCC diskutieren. Über 63 Prozent argumentierten i. S. eines Gesamtkonzeptes, 15,5 Prozent respektive einzelner Teilaspekte. Bei insgesamt 12 (20,7%) Studien wird LCC nur **benannt** oder z. B. im Sinne eines Review von Instrumenten zur Nachhaltigkeitsmessung kurz erläutert.³⁹³ Der überwiegende Teil der Studien befasst sich mit der Anwendung oder theoretischen Fragestellungen bezüglich des Gesamtkonzeptes des LCC. Zweitens kann die **wissenschaftliche Form** der Themauseinandersetzung den Pool gliedern: 43,1 Prozent der Studien sind als Fallstudien, 19 Prozent als theoretische Abhandlungen, 10 Prozent als empirische Studien oder Literature Review, 8,6 Prozent als Diskussionspapiere sowie weitere 19 Prozent als Mischformen³⁹⁴ angelegt. Der Studienpool wird folglich **erneut bereinigt** und auf **34 Studien** begrenzt.

³⁹⁰ D. h. ohne Wichtungsfaktoren oder Einbezug von weiteren Kontrollvariablen.

³⁹¹ Darüber hinaus ist die geografische Präsenz vor allem auf Europa und Nordamerika begrenzt. Afrika und Südamerika entfallen völlig.

³⁹² Zum Beispiel befassen sich Studien mit der Problematik nicht standardisierter Daten (SETTANNI, E. (2007), S. 526-531.) oder einer bestimmten Kostenmodellierung (CAMCI, F. (2009), S. 457-459.) ohne den gesamten Ablauf eines LCC i. S. des Kapitels 3.2.1 aufzugreifen.

³⁹³ Vgl. NESS, B. u. a. (2007), S. 498-508.

³⁹⁴ Diese betreffen i. a. R. eine Kombination aus theoretischer Abhandlung eines bestimmten Modells und der Zurschaustellung in Form einer abgeschlossenen Fallstudie.

Die angeführten **Erkenntnisinteressen und Zielsetzungen** repräsentieren eine in Kapitel 3.2.2 angedeutete Vielfalt (siehe Abbildung 4-2). LCC kommt z. B. zur Steigerung der Ökoeffizienz innerhalb der Lieferantenkette³⁹⁵, in Kombination mit der Ökobilanz³⁹⁶ oder unter klassischeren Zielsetzungen zum Einsatz. Die letzteren, standardisierten Kategorien der Anwendung des LCC zur Entscheidungsfindung bezüglich einer Investition (9,1%), Beschaffung (27,3%) und Lieferantwahl (0%), als auch die Optimierung (27,3%) und der Vergleich (15,2%) von Produktdesignalternativen bzw. die Optimierung der Instandhaltungsstrategie (36,4%) werden von einer Reihe sonstigen Verwendungszwecken (45,5%) dominiert. Unter Sonstige fallen z. B. die Bestimmung einer Finanzierungsoption, Prozessoptimierungen oder Produktvergleiche aus Konsumentensicht.³⁹⁷

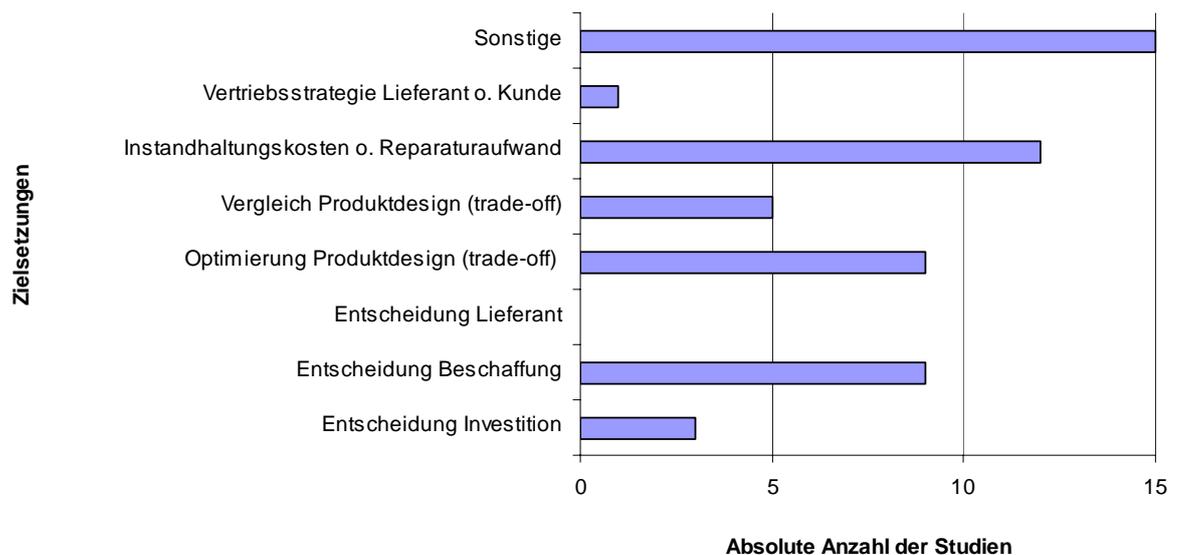


Abbildung 4-2: Zielsetzungen der Studien.

(Eigene Darstellung)

4.3.2 Nach Definition von LCC und Systemgrenzen

Die Studien verwenden verschiedene **Begriffe** für LCC: die erste Kategorie repräsentiert Lebenszykluskosten („*life cycle cost*“, „*life-cycle costs*“), die zweite Lebenszykluskostenrechnung („*Life-cycle costing*“) und die dritte die Analyse mit dem Zusatz („*analysis*“). Fast die Hälfte der Studien nutzen die erste Kategorie (41,7%), hingegen 19,4 Prozent bzw. ein Viertel (25%) die beiden anderen Kategorien, die aggregiert eine annähernd gleich hohe Anzahl Studien repräsentieren. Andere Begriffe wie „*social life cycle cost*“³⁹⁸, „*Total Cost of*

³⁹⁵ Vgl. MICHELSEN, O.; MAGERHOLM FET, A.; DAHLSTRUD, A. (2006), S. 290-297.

³⁹⁶ Vgl. u. a. REICH, M. C. (2005), S. 253-263., NAKAMURA, S. und KONDO, Y. (2005), S. 494-506.

³⁹⁷ Vgl. ARPKE, A. und STRONG, K. (2006), S. 66-78., DAHLBO, H. u. a. (2007), S. 42-63. oder LUO, L.; VAN DER VOET, E.; HUPPES, G. (2009), S. 1613-1619.

³⁹⁸ Vgl. DAHLBO, H. u. a. (2007), S. 42-63.

Ownership³⁹⁹ oder „Full-cost pricing“⁴⁰⁰ finden jeweils nur einmal Verwendung. **Definiert** wird LCC jedoch explizit nur in 50 Prozent der Studien.

Lebenszyklusmodelle werden i. d. R. nicht derartig benannt, sondern müssen implizit aus den betrachteten Lebenszyklusphasen und dem Bewertungsobjekt abgeleitet werden. Eine Hinwendung zu den einzelnen **Lebenszyklusphasen** zeigt Abbildung 4-3. Die Zuordnung erfolgt einerseits durch explizite Nennung (selten) oder Ableitung von den berücksichtigten Kostenarten. Die Nutzungs- und Betriebsphase dominiert (91,1%) die Beschaffungsphase (Kauf).⁴⁰¹ Die geringe Berücksichtigung der Forschungs- und Entwicklungsphase (FuE) (26,4%) ist „überraschend“, denn sie gilt trotz niedriger anfallender Kosten als größter Wirkhebel für das LCC.⁴⁰² Zu den zusätzlich genannten, nicht im Schema enthaltenen Lebenszyklusphasen zählt die Distributions- und Transportphase.

Die Abbildung 4-3 zeigt analog der vorangegangenen Übersichten die absolute Anzahl Studien (untere Achse) und die verwendeten Lebenszyklusphasen (linke Achse).

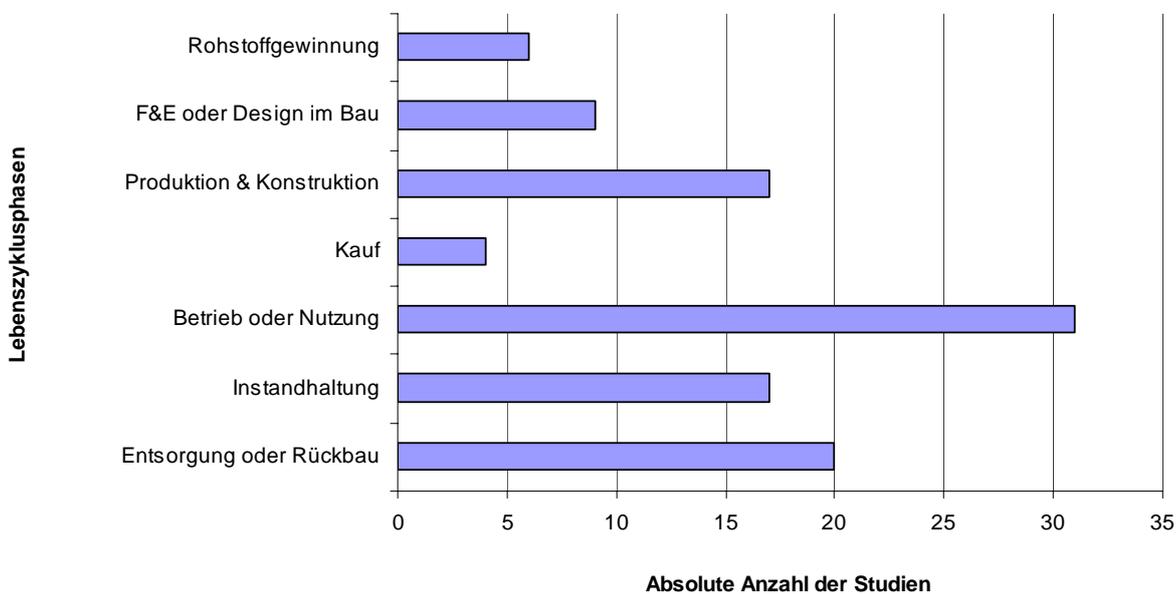


Abbildung 4-3: Bedachte Lebenszyklusphasen der Studien.

(Eigene Darstellung)

Daraus implizit enthaltenen **Betrachterperspektiven** werden gleichermaßen dominiert von Hersteller- (25%), Nutzer- (27,4%) und Betreibersicht (23,5%). Sieben Studien weisen eine Form der Gesellschaftsperspektive (14,8%) auf.⁴⁰³ Damit wird die Sichtweise von REBIT-

³⁹⁹ Vgl. SPITZLEY, D. V. u. a. (2005), S. 161-175.

⁴⁰⁰ Vgl. ARPKE, A. und STRONG, K. (2006), S. 66-78.

⁴⁰¹ Vielmehr enthält sie eine Vielzahl von Transaktionskosten um den Kauf zu realisieren wie z. B. die Transaktionskosten der Informationsbeschaffung.

⁴⁰² Die vorangehenden Kapitel 3.2, insbesondere 3.2.4, zeigen, dass rund 80 Prozent der Lebenszykluskosten in der FuE festgelegt werden. In diesem Sinne wären – trotz der geringen tatsächlich anfallenden Auszahlungen in der FuE – deren Berücksichtigung und wissenschaftliche Untersuchungen z. B. zu Prognoseverfahren in der FuE zu erwarten.

⁴⁰³ Eine Studie zieht eine Investorensicht in Betracht. Vgl. KAPPOS, A. J. und DIMITRAKOPOULOS, E. G. (2008), S. 33-54.

ZER 2008⁴⁰⁴, die Anwendung des LCC auf Nutzer- und Herstellersicht zu fokussieren, bestärkt.

Als **Bewertungsobjekte** dominieren Produkte.⁴⁰⁵ Bauwerke (Hochbau, 23,5%) und Anlagensysteme (5,9%) spielen eine ebenfalls bedeutende, wenngleich geringere Rolle. Unter Sonstige fallen Wasser, Bauwerke (Tiefbau), Abfallsysteme,⁴⁰⁶ die allesamt im nächsten Kapitel klassifiziert werden. Ferner kann unterschieden werden, ob die Bewertungsobjekte kontinuierlich produziert (41,2%) bzw. die Ergebnisse des LCC einmalige (26,5%) oder wiederkehrende Investitionen (26,5%) bewirken.⁴⁰⁷

4.3.3 Nach Produkttyp und Branchenzugehörigkeit

Folgende Produkte und Industriesektoren⁴⁰⁸ können den Studien zugeordnet werden:

Branche	Produkt
Fischerei (1)	Aquakultur (nachhaltige) und Schiffe
Verkehr (1),	Schielenkontrollinfrastruktur (RCM)
Verarbeitendes Gewerbe (15, inkl. Automobilwirtschaft, 3)	LCD Panel, Kühlschrank, elektrische Haushaltsgeräte, Bioethanol, Bürostuhl, Pumpe, Spritzkunststoffgussformen, Autoradio, Brennstoffzelle und Hybridversion, PKW
Baugewerbe (8)	Abwassersystem, Abwasserbehandlungsanlage
Wasserversorgung (4)	Brücke, Straßenstück, Autobahn, Stahltragwerk, Bürogebäude, betonbewehrte Bauelemente
Energieversorgung (2)	Photovoltaikanlage mit Batterien, Diesel-/Kerosingenerator
Abfallentsorgung (2)	Zeitungspapier, Abfallentsorgungssystem
Information und Kommunikation (1)	Software

Tabelle 4-3: Übersicht der Produkttypen und Branchen der Studien.

(Eigene Darstellung)

4.3.4 Nach Ablaufschritten und Kostenmodellierung

Entlang der Ablaufschritte nach LICHTENVORT u. a. 2008⁴⁰⁹ wird geprüft, inwiefern diese und in den Studien **explizit**⁴¹⁰ Anwendung finden. Die umseitige Abbildung 4-4 zeigt die Ergebnisse.

⁴⁰⁴ Vgl. REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 38.

⁴⁰⁵ Knapp die Hälfte der Studien bewerten Produkte (44,1%) bzw. Produktkomponenten (8,8%).

⁴⁰⁶ Vgl. ARPKE, A. und STRONG, K. (2006), S. 66-78. LAMPTEY, G.; LABI, S.; LI, Z. (2008), S. 376-387. REBITZER, G. und HUNKELER, D. (2003), S. 253-256. Sowie REICH, M. C. (2005), S. 253-263.

⁴⁰⁷ Vgl. KORPI, E. und ALA-RISKU, T. (2008), S. 248.

⁴⁰⁸ Für die Einteilung nach Sektoren gilt die NACE-Kodierung bzw. die Klassifizierung der Wirtschaftszweige nach STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (DESTATIS) (HRSG.) (2008), S. 1-828. Siehe auch Appendix A-4.1.1 Zusatz II.

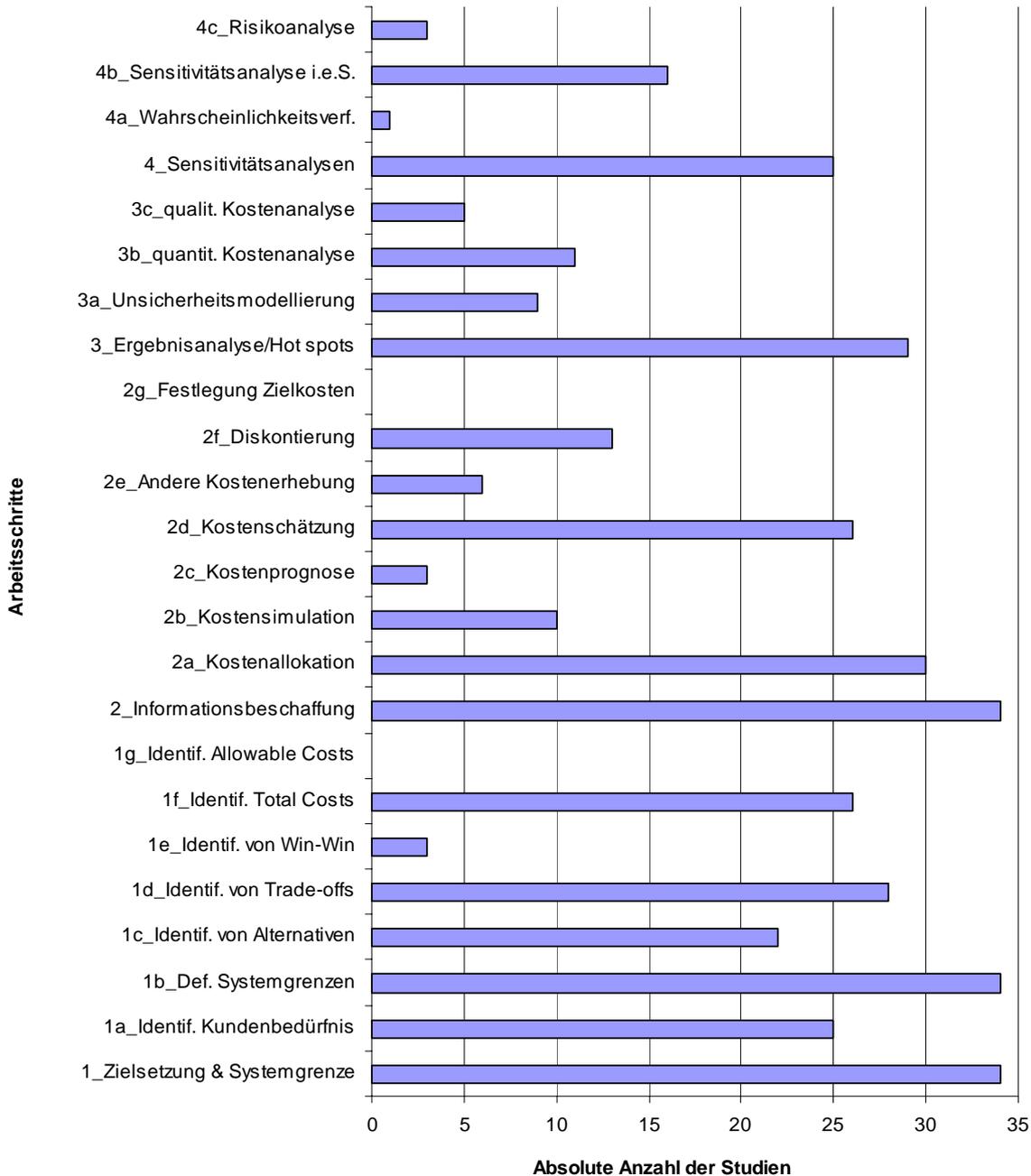


Abbildung 4-4: Ablaufschritte des LCC in den Studien.

(Eigene Darstellung)

Dazu sind den vier Hauptschritten weitere Teilarbeitsschritte⁴¹¹ zugeordnet. Erfüllt die Studie nur einen der Teilschritte gilt der Hauptschritt als ausgeführt. Knapp die Hälfte der Studien nutzt folglich ein verkürztes, unvollständiges Ablaufschema des LCC (41,2%). Die

⁴⁰⁹ Vgl. Kapitel 3.2.1. Die Hauptschritte Zielsetzung & Systemgrenzen, Informationsbeschaffung, Ergebnisanalyse & Hot spots sowie Sensitivitätsanalyse i. w. S. werden mit 1, 2 ... 4, die Teilschritte mit 1a, 1b ... 1f gekennzeichnet.

⁴¹⁰ Der Autor ist sich bewusst, dass eine schlechte Dokumentation impliziter Arbeitsschritte in den Primärstudien oder das Nichterkennen durch den Autor selbst zu Fehleinschätzungen führen können.

⁴¹¹ Vgl. Analyseraster im Appendix A-3.4 oder dem Microsoft Excel® Arbeitsblatt „da_legende“ [A11:C170].

Abbildung 4-4 zeigt **deutliche Lücken** insbesondere im ersten Hauptschritt für die Identifikation von Win-Win-Situationen (1e, 8,8%), im zweiten in der geringen Anwendung von Kostensimulations- (2b, 29,4%) und Kostenprognose- (2c, 8,8%) und andere Erhebungsverfahren⁴¹² (2e, 17,6%), im dritten in der expliziten Unsicherheitsmodellierung (3a, 26,5%) und qualitativen Kostenanalyse⁴¹³ (3c, 14,7%) schließlich im vierten in der geringen Anwendung einfacher Wahrscheinlichkeitsverfahren (4a, 2,9%) und Risikoanalysen (4c, 8,8%). Tendenziell unterstützen diese Ergebnisse die Beobachtungen von CIROTH u. a. 2008⁴¹⁴.

Die geringe Verwendung von Kostenprognoseverfahren könnte damit erklärt werden, dass jene nur in frühen Phasen mit hoher Unsicherheit Anwendung finden. Ob die **Kostenschätzmethoden** (76,5%) den Ansprüchen einer hohen Schätzgenauigkeit entsprechen, zeigen weitere Untersuchungen: demnach werden in 12 Studien formale Schätzmethoden angewandt, respektive 20 (58,8%) durch parametrische Kostenschätzungen, 3 durch Analogien, 8 mit Expertenmeinungen, 2 mit Daumenregeln und 6 sonstige Schätzverfahren (z. B. aus relativen Informationen). Die Dominanz der parametrischen Schätzung entspricht der Erwartungshaltung an Ingenieure und die Qualität der Fachartikel. In 6 Studien werden formale Kostenschätzverfahren angewandt, in 7 Fällen werden Kostensimulationen durchgeführt⁴¹⁵. Oft liegt eine Mischung verschiedener Verfahren vor, die den unterschiedlichen Verfügbarkeiten der Kostenarten oder Entscheidungsparameter Rechnung trägt. Die geringe **Datenverfügbarkeit** ist offensichtlich ein Problem: nur in 6 (17,6%) Studien liegen langfristige Daten vor oder können (23,5%) respektive bei Kunden bzw. Nutzern eingeholt werden. Dennoch werden in 64,7 Prozent der Studien **deterministische** Modelle als Entscheidungsgrundlage genutzt.

Eine **Diskontierung** findet sichtbar in 38,2 Prozent der Studien Anwendung. Die Diskontierungsraten (so angeben) schwanken zwischen 2 und 10 Prozent.⁴¹⁶ Lernkurveneffekte werden nie explizit erkennbar modelliert, nur von PERERA u. a. 2009⁴¹⁷ erwähnt.

4.3.5 Nach Art des LCC

In 7 Studien werden explizit ökologische Parameter der Ökobilanz⁴¹⁸ in die Entscheidungsfindung integriert, die Kriterien eines ökologieorientierten LCC erfüllen. Den Kreis erweitern können 4 Studien durch Einbeziehung ausgewählter Umweltparameter (z. B. Treibhausgasemissionen bei PAPADOPOULOS u. a. (2008)). Es überwiegen dennoch klassisches LCC

⁴¹² Zu diesen zählt die langfristige Datenerhebung durch Messung oder Bereitstellung vergangener Daten mithilfe von (unternehmensinternen) Datenbanken oder IT-Systemen.

⁴¹³ Auffällig ist die ebenfalls niedrige Nutzung quantitativer Kostenanalysen (Interner Zinsfuß, *Payback* u. a.). Dies scheint auf die Überrepräsentation von Ingenieurwissenschaftlern zurückzuführen zu sein. Die einzige betriebswirtschaftlich geprägte Studie des verkürzten Pools nutzt dennoch keine. Vgl. LUO, L. u. a. (2009).

⁴¹⁴ Komplexe Verfahren der Risikoanalyse finden nur geringe Verbreitung. Vgl. CIROTH, A. u. a. (2008), S. 66 ff.

⁴¹⁵ Neben der bekannten Monte-Carlo-Simulation (z. B. STEWART, M. G. (2001), S. 263-273) betrifft dies umfassendere Modelle zum Fahrverhalten (JEONG, K. S. und OH, B. S. (2002), S. 58-65), einer Erdbebenschadensprognose (KAPPOS, A. J. und DIMITRAKOPOULOS, E. G. (2008), S. 33-54) und *Fuzzy Logic* Simulationen (SARMA, K. C. und ADELI, H. (2002), S. 1451-1462).

⁴¹⁶ Vgl. SARMA, K. C. und ADELI, H. (2002), S. 1451-1462. Auch KONER, P. K.; DUTTA, V.; CHOPRA, K. L. (2000), S. 309-322.

⁴¹⁷ Vgl. PERERA, H. S. C.; NAGARUR, N.; TABUCANON, M. T. (1999), S. 112.

⁴¹⁸ Vgl. BOVEA, M. D. und VIDAL, R. (2004), S. 133-145. LUO, L.; VAN DER VOET, E.; HUPPES, G. (2009), S. 1613-1619. REICH, M. C. (2005), S. 253-263. MICHELSEN, O.; MAGERHOLM FET, A.; DAHLSTRUD, A. (2006), S. 290-297.

(19). In 4 Studien können explizit Ansätze eines gesellschaftsorientierten LCC identifiziert werden.⁴¹⁹ Werden die Studien der Typisierung von LICHTENVORT 2008⁴²⁰ zugeordnet ergibt sich folgendes Bild (siehe Abbildung 4-5): während das klassische LCC zahlenmäßig dominiert, ist eine Zunahme von Studien zu ökologieorientiertem und gesellschaftlich orientiertem LCC erkennbar. Letztere sind dennoch (deutlich) unterrepräsentiert.

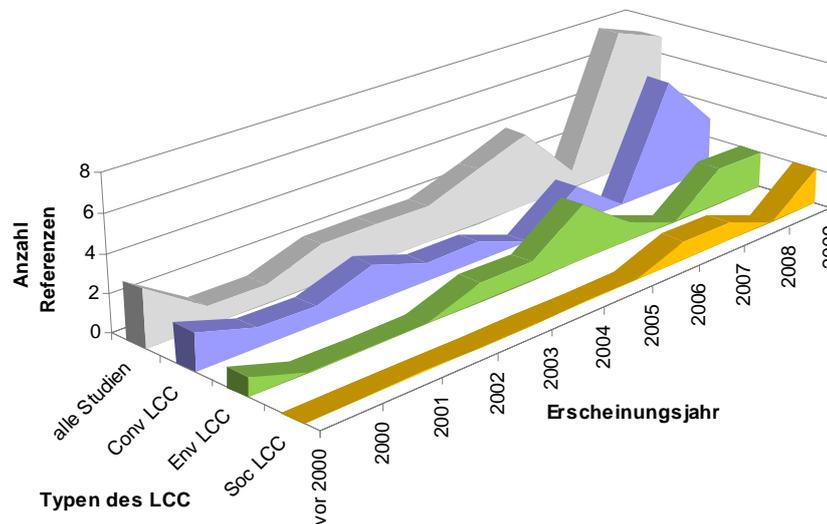


Abbildung 4-5: Typen des LCC in den Studien.

(Eigene Darstellung)

Lediglich drei Studien beziehen sich explizit auf **eine Norm bzw. einen Standard** zur Unterstützung des LCC. ARPKE u. a. 2006 (The Whitestone Building Maintenance and Repair Cost Reference) und zwei Arbeiten von HENNECKE 1999 sowie GARCIA MARQUEZ 2008 (DIN EN ISO 60300-3-3:2006). Drei Studien berichten explizit über die Verwendung von Software oder eigenhändig programmierten Routinen (z. B. KLEYNER u. a. 2008). Microsoft Excel® Spreadsheets werden in einer gleich hohen Anzahl genutzt. In allen Studien kann durch die Verwendung von LCC eine Entscheidung vorbereitet, jedoch in nur einem reichlichen Drittel (38,2%) eine eindeutige Handlungsempfehlungen ausgegeben werden.

4.4 Fazit

Der Versuch der Systematisierung von Studien anhand des vorgestellten Analyserasters führt zu einer Reihe direkter und indirekter Erkenntnisse über die Methodik des LCC, deren Anwendungsgrad bzw. Untersuchungsintensität in der Forschung und das vom Verfasser selbst gewählte Verfahren.

Die Methodik des LCC ist in ihrer Variantenvielfalt und Zielgenauigkeit für eine Entscheidungsfindung im unternehmerischen Umfeld in Kapitel 3.2 ausführlich dargestellt. Die empi-

⁴¹⁹ Vgl. ARPKE, A. und STRONG, K. (2006), S. 66-78. DAHLBO, H. u. a. (2007), S. 42-63.

⁴²⁰ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 1 ff. Oder auch Kapitel 3.2.

rische Prüfung der gewonnenen Kenntnisse fassen sieben Beobachtungen zusammen: 1) LCC wird in der Tat verschiedentlich angewandt.⁴²¹ 2) Große Unterschiede bestehen bezüglich der Zielsetzung.⁴²² 3) Der Autor beobachtet eine gewisse „Zeitresistenz“.⁴²³ 4) Parametrische Kostenschätzverfahren werden gegenüber formalen Verfahren bevorzugt. 5) Es existiert kein einheitlicher Ablauf- oder Berechnungsstil.⁴²⁴ 6) Die Integration in das bestehende betriebliche Entscheidungssystem ist oft nicht realisiert – trotz Notwendigkeit.⁴²⁵ 7) Trotz der Unterschiede findet sich eine „Universalität“.⁴²⁶

Angewendet wird LCC nach der vorliegenden Stichprobe in sieben⁴²⁷ verschiedenen Wirtschaftszweigen. Die Vielfalt deckt lang- und kurzlebige, kleine und große Produkte, vollständige Produktsysteme oder einzelne -komponenten ab. Bewertungsobjekte entstammen dem Konsumgüter-, Investitionsgüter- und Baugewerbe, so dass folglich allen wesentlichen Bewertungsobjekttypen aus Hersteller- und Nutzersicht eine Eignung i. S. potentieller Verbesserungen bzw. Einsparungen für Verfahren des LCC unterstellt werden kann. Sehr kurzlebige Güter bilden sicherlich die Ausnahme. Diese Beobachtung stützt die Forderung nach einer politischen Umsetzung des *Life Cycle Thinking* (LCT), die ansatzweise durch die Europäische Kommission mit dem Projekt *European Platform for Life Cycle Assessment* (EPLCA) bereits in Teilen erfolgt⁴²⁸.

Ohne Frage wird LCC über die in den Studien angedeuteten Problemstellungen und Bewertungsobjekttypen hinaus und vermutlich auch dabei verschieden angewandt. Die Anwendung des Rankingkriteriums ISI-IF07 weist Vor- wie Nachteile auf. Ziel ist, die arbeitsökonomische Reduktion des Studienmaterials anhand von Qualitätsmaßen. Dennoch kann eine Auswahlverzerrung (engl. *selection bias*) nicht ausgeschlossen werden. Der relativen Ausgewogenheit bezüglich der geografischen Verteilung zwischen Europa und Nordamerika steht eine Unterrepräsentation anderer Kontinente (inklusive deren Schwellenländer) gegenüber. Darüber hinaus betreffen die Verzerrungen das Wissenschaftsgebiet.⁴²⁹ Der ursprünglich weitaus größere Datenpool resultierend aus der Suchmethode zeigt eine breite Anwendung über die angerisse-

⁴²¹ Diese „banale“ Feststellung überrascht nicht, bestärkt jedoch den Wunsch einer Standardisierung des Verfahrens für bestimmte Anwendungsbereiche.

⁴²² Die Abbildung 4-2 verdeutlicht die hohe Zahl nicht konkret dem Analyseraster zuzuordnender Zielsetzungen. Dies weist einerseits auf das mögliche, breite Anwendungsspektrum für LCC hin. Andererseits erscheint dies auch größtes Hemmnis für die Etablierung eines standardisierten Verfahrens zu LCC zu sein.

⁴²³ Zwar nimmt die absolute Zahl an Studien über LCC innerhalb des Untersuchungszeitraums (1999 bis 2009) zu, doch können keine gravierenden methodischen Verbesserungen beobachtet werden. Trotz Zunahme verfügbarer Instrumente zur Unsicherheitsmodellierung werden diese zu wenig genutzt.

⁴²⁴ Der überwiegende Teil der Studien nutzt keine Norm oder Software zur Kostenmodellierung oder der Anleitung für ein LCC. Einzig drei Studien verweisen explizit auf insgesamt eine Norm und einen staatlichen Leitfaden.

⁴²⁵ Die Fallstudien fokussieren berechtigter Weise auf die Ermittlung der Lebenszykluskosten, dennoch bedarf das LCC einer integrierten Entscheidungsebene im Unternehmen. Das Berichtswesen oder Wissensmanagement von Lebenszykluskostendaten ist in keiner der Studien explizit diskutiert.

⁴²⁶ Neben den Unterschieden eint der ganzheitliche Anspruch, das Denken in langfristigen Zeitabschnitten und der Ansatz der monetären Bewertung die angewandten LCC. Bestimmte Ablaufschritte werden von allen Studien erfüllt (z. B. Definition der Systemgrenzen), so dass einer Hinwendung zu Gemeinsamkeiten im Detail der Kostenschätzung die Aufmerksamkeit zuteil werden kann.

⁴²⁷ Wasser- und Abfallversorgung gehören beide in den Wirtschaftsabschnitt E. Vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (DESTATIS) (HRSG.) (2008), S. 1-828.

⁴²⁸ Vgl. EUROPEAN PLATFORM ON LIFE CYCLE ASSESSMENT (EPLCA) (2009), o. S.

⁴²⁹ Es liegt eine Dominanz durch Ingenieure vor.

nen Fragestellungen der Stichprobe hinaus.⁴³⁰ Die zuerst in umfangreicher Zahl mithilfe der eingangs erörterten Suchmethodik in verschiedenen Literaturquellen identifizierten Literaturreferenzen weisen „gefühlte“ eine von der tatsächlich ermittelten Stichprobe verschiedene Merkmalsverteilung auf.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Methodik des LCC sowie der Anwendung eine positive Unterstützung durch unternehmerische, insbesondere ökologieorientierte und nachhaltig agierende, Entscheider erfahren kann. Die Vorteile des LCC als eine ganzheitliche Kosten- und Ertragsrechnung über einen strategisch relevanten, längeren Zeitraum bieten wertvolle Informationen zur optimierten Realisierung formaler wie sachbezogener Zielsetzungen der Unternehmen.

⁴³⁰ Diese Beobachtung kann aufgrund der methodisch bedachten, schrittweisen Relevanzprüfung vom Flüchtigen zum Volltextlesen der erzielten Suchtreffer formuliert werden.

5 Diskussion und Zusammenfassung

“However excellent a product may be environmentally, it would not come into wide use in the economy to realize its environmental load reducing potential unless it is also economically affordable”⁴³¹

Dieses Kapitel soll der kritischen Würdigung und zusammenfassenden Darstellung der Erkenntnisse der Forschungsarbeit in Bezug auf die eingangs erhobenen, leitenden Fragestellungen zu Life Cycle Costing (LCC) dienen. Es folgen zuerst wesentliche Ergebnisse und abschließend ein Ausblick.

5.1 Zusammenfassende Ergebnisse

Es werden die zu Beginn der Studie aufgestellten Fragestellungen zusammenfassend beantwortet.

F-1: Was sind die Motivatoren der Anwendung von LCC in Firmen?

Ausgehend von der Analyse aktueller Änderungen des Unternehmensumfelds sprechen folgende Faktoren für eine Hinwendung zu LCC: ein zunehmender internationaler Wettbewerb um Preis und Innovationen, verkürzte Markt- und Entstehungszyklen, eine zunehmende Komplexität von Unternehmensentscheidungen, steigende Anforderungen seitens der Kunden sowie eine verstärkte Zuwendung zu nachhaltigen Strategien. Seitens der Unternehmensführung ist der Bedarf für ein Entscheidungsinstrument zur Bereitstellung präziser Informationen über die Wirkbeziehungen und mehrperiodische Entwicklung der traditionellen Systemelemente Kosten, Zeit und Leistung gepaart mit Umweltauswirkungen, Qualität und Verfügbarkeit hoch. Einer solchen ganzheitlichen Sichtweise i. S. eines *Life Cycle Thinking* (LCT) genügen traditionelle Kostenrechenverfahren nicht. Das LCC hingegen bietet derlei Informationen und kann eine wichtige (ergänzende) Entscheidungsgrundlage der Unternehmensführung sein.

F-2: Gibt es ein standardisiertes Konzept analog zur Ökobilanz (LCA)?

Die theoretische und empirische Auseinandersetzung mit den Wesenszügen des LCC hat bestätigt, dass zwar keine einheitliche Definition zu LCC existiert, Ansätze einer Standardisierung in der Praxis und Forschung jedoch in bestimmten Anwendungsfeldern vorhanden oder erkennbar sind. Dies betrifft in erster Linie die DIN EN 60300-3-3:2006, die VDI-Richtlinie 2884:2005, das VDMA-Einheitsblatt 34160:2006 und der M-TCO Ansatz der Daimler AG.

F-3: Was sind die wesentlichen Vorteile von LCC?

Das Grundprinzip des LCC ist einleuchtend und nachvollziehbar: LCC kann strukturiert bereits in der Phase der Planung und Konzeption Informationen über die in diesen frühen Zeitpunkten unsicheren Eigenschaften der Entscheidungsparameter (der Systemelemente wie Kosten, Erlöse, Qualität, Zeit) zusammentragen und monetär bewerten. Die Betonung liegt auf dem systemischen Denken, der das Bewertungsobjekt über den ganzen Lebenszyklus aus

⁴³¹ NAKAMURA, S. und KONDO, Y. (2005), S. 494.

Betrachtersicht analysiert und eine rationale Entscheidungsfindung unter Unsicherheit ermöglicht. LCC kann vorsorglich (ex ante) wie analytisch (ex post) Ressourcenverschwendung identifizieren, Investitionsalternativen mehrperiodisch vergleichen, betriebliche Einsatzmittel optimal den Wertschöpfungsaktivitäten zuweisen und somit den langfristigen Erfolg des Unternehmens sichern. LCC hat demnach überall dort als betriebliches Instrument zur Entscheidungsfindung Relevanz, wo periodenübergreifende Informationen zur Gestaltung des Entscheidungsvektors nötig sind.

F-4: Was ist momentan unbefriedigend erforscht?

In der Forschung und Praxis existieren offene Fragen u. a. im Bereich der Bilanzgrenzen (z. B. der Einbeziehung externer Kosten oder weiterer Elemente entlang der Wertschöpfungskette), der Kostenallokation (direkte und indirekte Kosten), der Art und Höhe der Diskontierung, der Art der Kostenmodellierung (statisch oder dynamisch)⁴³², der Umgang mit Unsicherheit bezüglich der Datenbasis sowie der Integration des betrieblichen Wissensmanagement. Während für die Unsicherheitsmodellierung bereits eine hohe Anzahl Verfahren existiert, sind die subjektive und zielabhängige Definition von Systemgrenzen, die damit einhergehend hohe Spezifität sowie eingeschränkte Vergleichbarkeit mit anderen LCC Berechnungen, ein wohl stets verbundenes Problemfeld des LCC.

F-5: Wo und in welcher Form wird LCC angewandt?

Seit der ersten Anwendung in den 30er Jahren hat LCC in verschiedener Ausprägung und Zielsetzung praktisch alle Wirtschaftsbereiche erreicht. In Branchen mit Produkten bestimmter Objektcharakteristik z. B. dem Baugewerbe oder Industriesektoren mit ausgeprägter Kundenorientierung z. B. dem Investitionsgüterbereich ist LCC bereits etabliert und durch Normen oder Industrieverbandsrichtlinien standardisiert. Im Konsumgüterbereich hat LCC insbesondere durch den geforderten Einsatz ökoeffizienter (Ökodesign) bzw. energieeffizienter Produkte eine Anwendungsnische für Hersteller und Nutzer gefunden.

F-6: Ergeben sich aus F-1 bis F-4 spezifische Anwendungsbereiche?

Der Idealprodukttyp für die Anwendung des LCC sei als langlebig, groß und mit hohen Anfangsinvestitionen assoziiert zu vermuten. LCC kann jedoch durch Variation der Entscheidungsparameter flexibel und generisch überall dort eingesetzt werden, wo die zuvor angeführten Problemfelder eine Berücksichtigung des ganzheitlichen Lebenszyklus erfordern. Lediglich sehr kurzlebige Produkte scheiden aus dem Anwendungsfokus für aufwendigere Verfahren des LCC aus.

Zusammenfassend und Bezug nehmend der übergeordneten Frage, wie LCC in die Forschungsausrichtung des Dresdner Lehrstuhls für BWL, insbesondere Betriebliche Umweltökonomie, zur „ökologisch-ökonomischen Optimierung (O³) in Organisationen“⁴³³ zu integ-

⁴³² Die Befürworter eines ökologieorientierten LCC komplementär zu einer Ökobilanz – z. B. die Autoren des Sammelbands von HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008) – argumentieren, dass die Nachteile des statischen Charakters der Berechnung durch den Vorteil der Vergleichbarkeit mit der analog statischen Ökobilanz aufgewogen werden.

⁴³³ Vgl. Kapitel 1.

rieren ist: LCC ist als (betriebliches) Entscheidungsinstrument themenübergreifend von Bedeutung. Zu Recht kann die vorliegende Diplomarbeit den Gedanken eines „ökonomischen Bindeglieds zur Ökologie“ bestärken.

5.2 Ausblick

Zwei Hauptrichtungen zukünftiger Forschung zu LCC sieht der Autor dieser Diplomarbeit als relevant für die betriebliche Umweltökonomie:

- Integration von Ökobilanz und LCC zu einem ökologieorientierten LCC
- Integration des LCC für eine umfassende Nachhaltigkeitsmessung

Das Sammelwerk von HUNKELER u. a. 2008⁴³⁴ regt an, LCC komplementär zu einer Ökobilanz zu verwenden. Verschiedene Aspekte dieses Prozesses sind in der Diplomarbeit bereits erörtert. Forschungsbedarf besteht u. a. für die Frage der nicht deckungsgleichen Systemgrenzen, der Diskontierung, dem Vermeiden der Doppelzählung (engl. *double counting*⁴³⁵) durch Steuern und Subventionen, der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Produkte funktionaler Gleichheit sowie der möglichen Standardisierung analog zur ISO 14040:2006.⁴³⁶

Die Diskussion einer Integration von LCC in eine Nachhaltigkeitsmessung findet u. a. in KLÖPPFER 2008⁴³⁷ Anklang. Diese Forschung ist sozusagen noch in ihren „Kinderfüßen“. Forschungsbedarf besteht analog zum ökologieorientierten LCC im Bereich der Integration externer Effekte und der damit verbundenen Abgrenzungsschwierigkeiten.

⁴³⁴ HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008).

⁴³⁵ Vgl. REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 37 ff.

⁴³⁶ LICHTENVORT, K. u. a. (2008), S. 5 ff. sowie REBITZER, G. und NAKAMURA, S. (2008), S. 41 ff.

⁴³⁷ KLÖPPFER, W. (2008), S. 157 ff.

Appendix

Der Appendix dient der fortführenden, detaillierten Auseinandersetzung mit Fragestellungen, die dem Autor wichtig erscheinen, den Textfluss im Hauptteil der Diplomarbeit jedoch stören würden. Die Nummerierung der Unterkapitel orientiert sich an der **Gliederung des Hauptteils**. Die Such- und Systematisierungsmethodik, die einen wesentlichen Teil dieser Diplomarbeit bildet, ist hernach folgend zum Zweck der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit transparent in den Wesenszügen dokumentiert.

A-1.3 Methodisches Vorgehen	X
A-3 Charakterisierung des Life Cycle Costing	XI
A-3.1 Angewandte Methodik	XI
A-3.2.1 Typische Arbeitsschritte	XII
A-3.4 Zwischenfazit und Aufstellung des Analyserasters	XIV
A-4 Forschungsstand Life Cycle Costing	XIV
A-4.1 Angewandte Methodik	XIV
A-4.1.1 Suchmethodik und Vorgehensweise zur Literaturrecherche	XV
A-4.1.1.1 Die Auswahl der Literatur	XV
A-4.1.1.2 Die Beschreibung und Aufbereitung der selektierten Literatur	XVIII
A-4.1.2 Kodierung des Analyserasters (LR-4)	XVIII
A-4.1.3 Methodik der Datenanalyse und Interpretation (LR-5/6)	XIX
A-4.2 Deskriptive Beschreibung des Literaturpools	XIX
Zusatz I: A-4.1.1.1 Literaturquellen	XXI
Zusatz II: A-4.1.1.1 Zusätzliche Informationen zur Datenaufbereitung	XXIII
Zusatz II: A-4.1.1.1 Kritische Würdigung der Suchmethodik	XXIV

Es folgen:

Verzeichnis der zitierten Literatur	XXVII
Ehrenwörtliche Erklärung	XLI
Erklärung zu Nutzungsrechten	XLII
Abstract	XLIII

A-1.3 Methodisches Vorgehen

Jeder Wissenschaftler muss sich den übergeordneten Kriterien der Validität und Reliabilität seines angewandten Forschungsdesigns unterziehen. Die Schwierigkeit, Generalisierungen aus empirischen Befunden abzuleiten, liegt häufig an methodischen und theoretischen Fehlspezifikationen der Primärforschung selbst.⁴³⁸ Einen für alle vorgestellten Arbeitsmethoden geltender Kriterienkatalog definiert Objektivität, Validität⁴³⁹, Nachvollziehbarkeit, Transparenz, Reliabilität⁴⁴⁰ (Zuverlässigkeit), Akzeptanz, und Praktikabilität. Analog zur eigenen Untersuchung muss demnach sicher gestellt sein, dass die untersuchten Literaturreferenzen (Primärstudien) diesen Ansprüchen genügen. Dies kann direkt durch eine eigene Bewertung oder indirekt mithilfe von Rankings approximativ ermittelt werden. Letzteres Verfahren ist dieser Diplomarbeit zu Grunde gelegt. Die Abbildung A-5-1 zeigt eine schematische Darstellung der Verknüpfung von Problemstellung, Forschungsfragen, Literature Review etc. zum Zweck der Systematisierung. An dieser Stelle bedarf es keiner weiteren Ausführungen. Wichtige ergänzende Informationen zur Methodik finden sich im Appendix A-3.1, A-4.1 und A-5.1 auf den nachfolgenden Seiten.

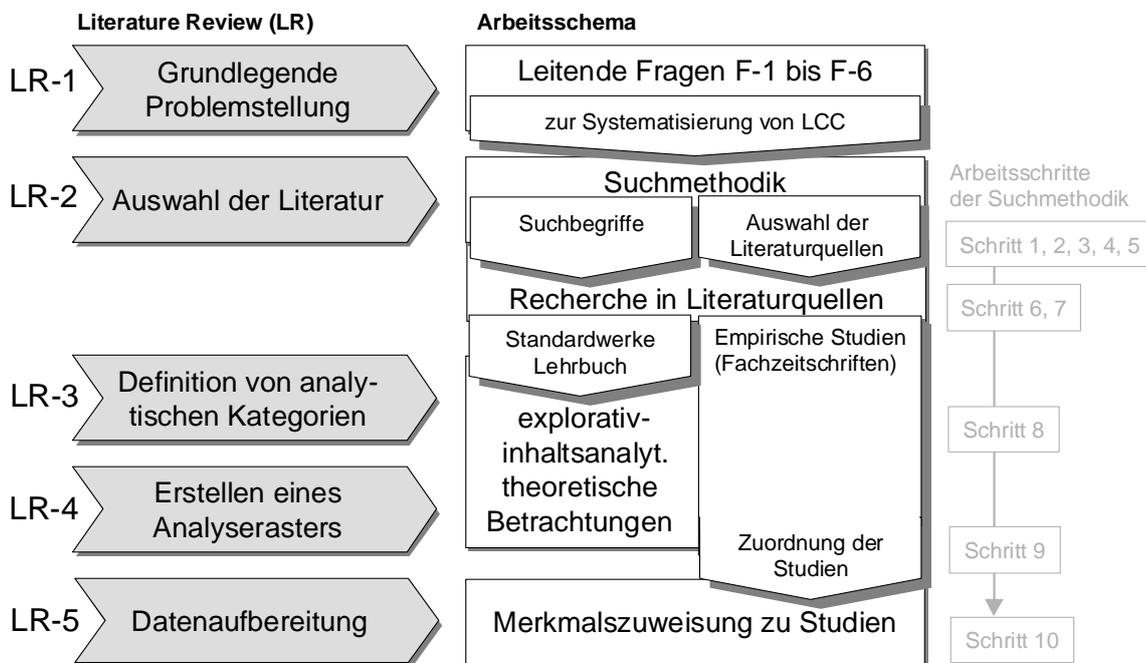


Abbildung A-5-1: Schematische Darstellung der Such- und Forschungsmethodik.

(Eigene Darstellung)

⁴³⁸ Vgl. ORLITZKY, M.; SCHMIDT, F. L.; RYNES, S. L. (2003), S. 403.

⁴³⁹ Unterschieden wird in interne und externe Validität: erste definiert die Gültigkeit der Ergebnisse für die gewählte Stichprobengesamtheit. Die Ergebnisse sollen inhaltlich eindeutig auf die Hypothese zu beziehen sein. Ob die erzielten Ergebnisse der Stichprobe auf die Gesamtpopulation generalisierbar sind, erfasst die externe Validität.

⁴⁴⁰ Reliabilität beschreibt die intersubjektive Wiederholbarkeit der erzielten Ergebnisse unter gleichen Bedingungen.

A-3 Charakterisierung des Life Cycle Costing

Dieses Kapitel dient allein Zwecken der Dokumentation der Methodik und kann gegebenenfalls ausgliedert werden.

A-3.1 Angewandte Methodik

Für den dritten Arbeitsschritt (LR-3), die Bildung eines Analyserasters, des Literature Review⁴⁴¹ werden die drei benannten Monographien⁴⁴² mit einer explorativ-induktiv, qualitativen Inhaltsanalyse untersucht. Ziel i. S. des ersten Arbeitsschritts (LR-1) ist die Erfassung der wesentlichen Merkmale und Problemstellungen des LCC. Operativ geschieht dies durch die Technik des „studierenden Lesens“⁴⁴³. Die vermeintlich kleine Stichprobe täuscht über den möglichen Erkenntnisgewinn hinweg. Folgende Gründe sprechen für die Qualität des Datenermaterials: Aufgrund der Art der Publikationen (2 Sammelwerke verschiedener Autoren, 1 Lehrbuch), der Autorenherkunft (Akademiker, Unternehmer, Berater, Verbandsvertreter einerseits; aus Europa, Australien und den USA andererseits)⁴⁴⁴, der Themenschwerpunkte (Ingenieurwissenschaft, Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft, Umweltwissenschaften), der Erscheinungsjahre (von 1991 bis 2009) und der Forschungssynthese (Lehrbuch als Niederschrift des Wissens einzelner Forscher, SETAC-Europe Workshop on Life Cycle Costing als interaktive Gestaltung des Wissens, Herausgeberband als Sammlung verschiedener Meinungen) kann von einer qualitativ hochwertigen Datengrundlage gesprochen werden.⁴⁴⁵

Zusätzlich nutzt der Autor Erkenntnisse von GÜNTHER 2008⁴⁴⁶ und ergänzt, wo notwendig und sinnvoll, das Kapitel um Referenzen bereits bestehenden Wissens oder der tendenziell neu akquirierten Literaturquellen mithilfe der Suchmethodik des Folgekapitels 4. Den Prozess der Inhaltsanalyse leiten folgende Fragestellungen (deren Beantwortung teilweise analog die Kapitelstruktur widerspiegelt):

Wie wird LCC definiert? Welche Begriffs-, System- und Entscheidungsgrenzen werden gesetzt? Welche Arbeitsschritte werden innerhalb des LCC implizit oder explizit vorgenommen? Welche Zielsetzungen verfolgt das LCC? Wie werden Kosten, Leistungen, Erlöse bzw. Zahlungsströme identifiziert und definiert? Welche Methoden, Instrumente oder Konzepte werden genutzt? Welche Ergebnisse erzielt LCC? Welche Stärken und Schwächen werden diskutiert? Welche Hemmnisse blockieren die Anwendung von LCC? Werden angrenzende, gleichartige oder andersartige Konzepte erwähnt?

⁴⁴¹ Vorgestellt in Kapitel 1.3.

⁴⁴² HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008), SCHWEIGER, S. (HRSG.) (2009), S. 188, und FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 384.

⁴⁴³ STICKEL-WOLF, C. und WOLF, J. (2001), S. 14 ff.

⁴⁴⁴ Lediglich leidet die geografische Präsenz von Schwellenländern der Auswahl.

⁴⁴⁵ Vgl. KORPI, E. und ALA-RISKU, T. (2008), S. 242. Der Literature Review von KORPI und ALA-RISKU 2008 nutzt ebenfalls Werke von EMBLEMSVAG, FABRYCKY und BLANCHARD sowie WOODWARD. „DURAIRAJ et al. (2002) have presented and compared different life cycle cost analysis methods in their paper. Some of the methods presented in the paper are extremely narrow by scope and hence are not useful for a general analysis. Out of the eight methods, three were found to be relevant in describing LCC methods. We used these three publications (EMBLEMSVAG 2001; FABRYCKY and BLANCHARD 1991; WOODWARD 1997) and another defining article in the field of LCC (ASIEDU and GU, 1998) to build the framework against which we compared the methods used in the case studies.“

⁴⁴⁶ Vgl. GÜNTHER, E. (2008), S. 387.

Das Ergebnis des Prozesses der beschriebenen Inhaltsanalyse ist das in Kapitel 3.4 präsentierte Analyseraster. Es dient dem nächsten Kapitel 4 als Grundlage der empirischen Auswertung.

Wiederholender Hinweis: Aus sprachökonomischen Gründen werden die einzelnen Autoren der Sammelwerke insbesondere in den Tabellenübersichten verkürzt zitiert. D. h. es wird stets nur der erste Autor genannt und der Hinweis „In: HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008)“ nicht angeführt. Analog wird bezüglich des Erstautors bei FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991) verfahren.

Für einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn speziell zur Definition des Begriffs LCC werden einschlägige Sach- und Sprachwörterbücher mithilfe der Suchbegriffe „*life cycle cost(ing)*“ bzw. „Lebenszykluskostenrechnung“ auf Vorhandensein einer solchen hin untersucht. Eine vollständige Liste dieser Literaturquellen befindet sich auf Seite XXI im gesonderten Appendix Zusatz II: A-4.1.1.1.

A-3.2.1 Typische Arbeitsschritte

Die umseitige Tabelle A-5-1 führt eine vollständige Zitierung aus den Standardwerken zu typischen Arbeitsschritten.

Autor	Günther, E. (2008)	Lichtenvort, K. u. a. (2008)	Fabrycky, W. J. u. a. (1991)
1	Welche Leistung/ Funktion wird gefordert?	u. a. werden genannt: Identifizierung der Gesamtkosten der Akteure, Bewertung der Wettbewerbsfähigkeit des Produkts, Proaktive Steuerung der Kosten innerhalb des Unternehmens, Harmonisierung von LCC und Zielsystem des Unternehmens, Identifizierung möglicher Alternativen der Produktentwicklung und -marketings, Identifizierung von ökon. Du ökol. Win-Win- oder Trade-offs-Situationen, Adressierung von CSR, Identifizierung eines potenziellen Business Case, Langfristigen Wertbeitrag ermitteln, Trade-offs zwischen gegenwärtigen und zukünftigen, internen und externen Kosten, Definition von lebenszyklusorientierten Optimierungspotenzialen entlang der Lebenszyklusphasen (z. B. DfDS)	Definition des Problems um Zielsrichtung zu eruieren: soll LCC der Alternativenauswahl bezüglich Design, Investition oder der Optimierung eines Instandhaltungskonzeptes dienen? Im Sinne des „Consumer-to-Consumer-Process“ ⁴⁴⁷ : was wird gewünscht?
2	Erkennen von Alternativen, die den Anforderungen von I genügen	u. a. Voraussetzung: ungenügend Informationen vorhanden, Entwicklung von Szenarios, Kostenprognoseverfahren, Kostenschätzverfahren, Andere Schätzverfahren, Schwellenwerte für die Berücksichtigung von Kostenelementen definieren, Kostenallokation	Identifikation machbarer Alternativen, d. h. Definition der operativen Prozesse, des Materialbedarfs, eines Instandhaltungskonzeptes und der Aktivitäten in den Lebenszyklusphasen
3	Diskontierungssatz, Zeitpunkt und Höhe der anfallenden Ein- und Auszahlungen, Dauer des Lebenszyklus, Projektstrukturplan empfohlen, separate Berücksichtigung von umweltrelevanten Kosten	u. a. Identifizierung von „hot spots“, Quantitative Analyse der „hot spots“ z. B. NPV, Annuitäten, IRR, Payback, Break-Even, Qualitative Analyse z. B. Nutzwertanalyse etc.	Entwicklung einer CBS, d. h. Kostenallokation zu Aktivitäten und operativen Prozessen, Definition der Kosten auf funktioneller Basis
4	Festlegung der akzeptablen Kosten in den einzelnen Lebenszyklusphasen	Unsicherheitsmodellierung durch Sensitivitätsanalyse bzw. Monte-Carlo-Simulation	Auswahl eines Kostenmodells, d. h. Kosten-Leistungsbeziehungen identifizieren (<i>Cost Estimation Relationships</i> , CERs, der parametrischen Schätzung) → Tabelle wird fortgeführt

⁴⁴⁷ Vgl. FABRYCKY, W. J. und BLANCHARD, B. S. (1991), S. 327.

5	Verschiedene Methoden zur Berechnung der insgesamt anfallenden Lebenszykluskosten; prinzipiell Diskontierung nach CAPM, Erstellen eines Kostenprofils		Kostenschätzungen ausgehend von CBS und CER mit z. B. Schätzverfahren der Analogien oder param. Kostenschätzmethoden
			Erstellung von Kostenprofilen zum Vergleich der Alternativen, Anwendung verschiedener Diskontierungsformen zur Berücksichtigung des Zeitwerts des Gelds (engl. <i>time value of money</i>), der Inflation und Währungsrisiken
			Durchführung einer Break-Even-Analyse zur Beurteilung der Zeitpräferenz
			Identifikation von dominanten Kostentreibern und Ursachen der Kostenentstehung (Wirkbeziehungen)
			Durchführung einer Sensitivitätsanalyse insb. der Eingangsgrößen in Wirkbeziehung mit den Kostentreibern
			Risikoanalyse zur weiteren Identifikation unternehmerischer Gefahrpotentiale
			Handlungsempfehlung in Form der Entscheidung für die bestmögliche Alternative

Tabelle A-5-1: Typische Arbeitsschritte (vollständig).

(Eigene Darstellung)

A-3.4 Zwischenfazit und Aufstellung des Analyserasters

Das vorliegende Raster ist in dem Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblatt „da_legende“ im Abschnitt [A11:C170] enthalten. Ausschnitte sind bereits im Fließtext ersichtlich.

A-4 Forschungsstand Life Cycle Costing

Dieses Kapitel dient allein Zwecken der Dokumentation der Methodik und kann gegebenenfalls ausgegliedert werden.

A-4.1 Angewandte Methodik

Nachdem die ersten vier Arbeitsschritte des Literature Review (siehe Kapitel 1.3), von der Problemdefinition bis zur Bildung eines Analyseraster, auf Mikroebene in Kapitel 3.1 erfolgt

sind, dokumentiert dieses Kapitel das weitere Vorgehen des Literature Review auf Metaebene. Die Problemstellung (LR-1)⁴⁴⁸ ist i. d. S. die Erfassung der Kategorien gemäß dem Analyseraster einer größeren Stichprobe. Somit erfolgt erneut eine Auswahl von Literatur (LR-2), um dann die Gewinnung des Analyserasters auszusetzen (LR-3). Das Analyseraster wird befüllt (LR-4) und eine Datenanalyse mit anschließender Interpretation (LR-5/6) realisiert. In Analogie stellt Kapitel A-4.1.1 zuerst die Suchmethodik (LR-2) zur Erhebung der Primärstudien zum Thema LCC dar. Hernach beschreibt A-4.1.2 die Kodierung des Analyserasters (LR-4), bevor A-4.1.3 die Methodik der Datenanalyse und Interpretation (LR-5/6) kurz erörtert.

A-4.1.1 Suchmethodik und Vorgehensweise zur Literaturrecherche

Die Suchmethodik beschäftigt sich mit der Vorgehensweise zur Erzielung einer größtmöglichen Schnittmenge relevanter Literatur zum Forschungsthema. Sie orientiert sich an der Problemstellung des Literature Review und der dabei angewandten Inhaltsanalyse. Es erfolgen systematisch geeignete Arbeitsschritte um ein Optimum aus Treffersicherheit, Arbeitsaufwand, Relevanz, Abbildungsgenauigkeit i. S. d. des tatsächlichen (zum jetzigen Zeitpunkt real existierenden)⁴⁴⁹ Forschungsstandes zu erzielen. Diese Schritte (*kursiv folgen Ausschlusskriterien*) betreffen:

A-4.1.1.1 Die Auswahl der Literatur

- Erschließung vorhandener Medien- und Literaturquellen,
Kriterien: Zugang, Umfang/ Qualität einer Quelle, Sprache (englisch, deutsch)
- Bildung von Suchbegriffen
Kriterien: Zielgenauigkeit, Vollständigkeit, Semantische Gültigkeit
- Gegenprobe
Kriterien: Miss-/Erfolg alternativer Suchbegriffe, Wahr-Falsch-Logik
- Anwendung der Suchbegriffe auf die in a) ermittelten Quellen
Kriterium: Arbeits- / Zeitaufwand, Trefferanzahl
- Dokumentieren der absoluten Trefferzahl in Form einer Matrix
Kriterium: Transparenz, Nachvollziehbarkeit
- Anwendung von Relevanzkriterien und Dokumentation in Form einer Matrix
Kriterium: Zugang, Schnelligkeit der Prüfung, Konsistenz
- Anwendung von Leseproben und Dokumentation in Form einer Matrix
Kriterium: Gezieltes Exzerpieren der vorliegenden Quelle
- Anwendung von Ausschlusskriterien und Dokumentation in Form einer Matrix
Kriterien: Praktikabilität, Arbeitsaufwand, Ranking des Journals

⁴⁴⁸ Die Abkürzung LR-1 bezieht sich auf die Bezeichnung des Arbeitsschrittes 1 des Literature Reviews in Kapitel 1.3.

⁴⁴⁹ Hinweis: Eine vollständige Erfassung aller tatsächlich vorhandenen Medien und Forschungsarbeiten zum Thema ist allein durch die begrenzt zur Verfügung stehende Arbeitszeit, vorhandene finanzielle Mittel und die mitunter stark eingeschränkte Zugänglichkeit (z. B. nicht veröffentlichter Literatur) nicht möglich. Sie ist aber i. S. eines Erkenntnisgewinns nicht unbedingt notwendig, wenn nur hinreichend gesichert ist, dass eine partielle Erfassung (quantitativ) den überwiegenden Anteil real existierender Forschungsansätze (qualitativ) beinhaltet.

In einem **ersten Schritt** (a) wird eine Übersicht der für den Verfasser zugänglichen Quellen von Literatur aufgestellt. Schon hier wird durch das Ausschlusskriterium „Zugang“ zur Quelle eine Minderung der später zu bearbeitenden Menge potenziell interessanter Medien in Kauf genommen. Eine einfacher zu beherrschende Entscheidung betrifft die Sprache: es werden für diese Diplomarbeit lediglich deutsch- und englischsprachige Medien genutzt. Eine vollständige Übersicht der Literaturquellen, Bibliothekskataloge und Datenbanken findet sich in einer anfordernden Microsoft Excel® 2003 Arbeitsmappe (DA_literatur_CH.xls). Eine Kurzform folgt nachstehend der Beschreibung der Arbeitsschritte auf Seite XXI in Zusatz II: A-4.1.1.1.

Im **zweiten Schritt** (b) wird durch Auswahl und Kombination geeigneter Suchbegriffe versucht, die Literaturquellen unter Bedacht ökonomischer, ergonomischer und zeitlicher Restriktionen sowie des Anspruchs der Qualitätskriterien „Zielgenauigkeit“ und „Vollständigkeit“ nach relevanten Medien zu durchsuchen. Alle Suchbegriffe werden zweisprachig in Englisch und Deutsch besetzt. Die englischen Begriffe werden entweder einschlägiger Fachliteratur⁴⁵⁰ oder der vorgegebenen Übersetzung von LEO⁴⁵¹ für die deutschen Begriffe entnommen. Zusätzlich fließen Erkenntnisse der Suche in Sach- und Sprachwörterbüchern des vorangegangenen Kapitels ein. Einen Überblick bietet das Arbeitsblatt „da_legende“ [A60:C121] und „matrix_quan“ [A3:B55] in der eingangs benannten Microsoft Excel® Arbeitsmappe. Konkret sind stets die Begriffe „Lebenszyklus“ bzw. „*life cycle*“ [„matrix_quan“: A33:55 bzw. A3:31] mit anderen Suchbegriffen [„matrix_quan“: B32:I32 bzw. B2:I2] durch den logischen Parameter UND (AND) kombiniert.⁴⁵² Letztere konkretisieren und engen die Suchmenge durch zielgenauere Suchbegriffskombinationen (attributiv-additiv) ein. Zum Beispiel wird durch Anhängen des Suffixes „kosten“ bzw. „*cost*“ der Suchbegriff „Lebenszyklus AND kosten“ bzw. „*life cycle AND cost*“ generiert. Ob und inwiefern diese zielgenaueren Suchbegriffe die Trefferanzahl deutlich verringern, ohne respektive die Trefferqualität zu verschlechtern bzw. zu verbessern, wird somit getestet. Zusätzlich werden Kombinationen mit den Abkürzungen⁴⁵³ „LCC“, „LCA“, „LCCA“ und „LCI“ verwendet. Folgende Suchbegriffe oder -kombinationen ergeben sich [Spalte J33:51 bzw. J3:33]: deutschsprachig – lebenszyklus, lebenszykluskosten, lebenszyklus AND kosten lebenszyklus AND rechnung usw. englischsprachig – *life cycle*, *life cycle cost*, *life cycle AND cost*, *life cycle AND cost AND calculation* usw.

Der **dritte Schritt** (c) soll durch eine Gegenprobe mit Alternativbegriffen die Trefferquote prüfen. Dieser Arbeitsvorgang wird implizit auch schon im zweiten Schritt gedanklich vollzogen, soll an dieser Stelle dennoch sichtbar gezeigt werden. Zu den Alternativen zählen u. a. „Terotechnologie“ bzw. „*terotechnology*“ sowie „*whole life cost*“, nicht aber „*total cost of ownership*“. Zusätzlich wird geprüft, ob Unterschiede in der Schreibweise („*life cycle*“, „*life-*

⁴⁵⁰ Neben der üblichen Taxonomie innerhalb englischsprachiger Fachliteratur zur Thematik Lebenszykluskosten betrifft dies: GOUTFER, B. (2002), S. 284.. Diese abgeleiteten Begriffe sind durch „Terotechnologie“ und „*Whole life cost*“ ergänzt. Letztere werden in Großbritannien z. T. als Synonym für „*life cycle costing*“ benutzt.

⁴⁵¹ LEO GMBH, Deutsch-Englisch Wörterbuch, <http://dict.leo.org/> © 2009.

⁴⁵² In Abhängigkeit von den Sucheingabemasken der später konsultierten Bibliothekskatalogen, Hosts, Fachdatenbanken und Internetseiten werden die logischen Parameter gegebenenfalls in „+“ konvertiert oder gänzlich weggelassen.

⁴⁵³ Dabei ist zu beachten, dass Abkürzungen mehrfach besetzt sind. Zum Beispiel existieren für „LCC“ mind. 24 andere Bedeutungen. Vgl. JOHN WILEY & SONS LTD. (2009), o. S.

cycle“ und „life-cycle“) oder der Suchlogik (Verknüpfung der Begriffe mittels „AND“ oder vollständigen Begriffen wie „life cycle cost“) zu quantitativ-qualitativ verschiedenen Ergebnissen führen.

Der **vierte Schritt** (d) befasst sich mit Anwendung der Suchbegriffe durch Eingabe in den einzelnen Suchmasken⁴⁵⁴ der ausgewählten Literaturquellen⁴⁵⁵. Um eine größtmögliche Schnittmenge zu erreichen, erfolgt die Suche durch Eingabe der Suchbegriffe in der Suchfeldkategorie „Beliebiger Text“ bzw. „Freitext“ bzw. „TX All Text“ um Kurzfassungen oder Volltextsuchfunktionen zu unterstützen. Von dieser Regelung ist nur im erklärten Sonderfall abzuweichen. Ein Treffer wird somit erzielt, wenn der Suchbegriff in seiner logischen Verknüpfung teilweise oder vollständig im Titel, im Abstract oder im Freitext aufgeführt ist. Um Treffer bei Vorlage von Indexierungen zu erzielen werden diese nach Übereinstimmungen mit den Suchbegriffen untersucht. Zu Dokumentationszwecken werden die erzielten Suchtreffer aller Anfragen entweder manuell durch Ausdruck als PDF oder mit Hilfe von Softwarelösungen, wie z. B. der in ESBCOhost© bereitgestellte Suchspeicherungsoption, gespeichert.

Im **fünften Schritt** (e) werden die erzielten absoluten Treffer in Form einer Matrix im Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblatt „matrix_quan“ dargestellt. Dabei interessieren einzig allein die absoluten Treffer – ohne Berücksichtigung von Qualitätsmerkmalen oder Dopplungen.

Der **sechste Schritt** (f) selektiert die absoluten Treffer. Erneut dient das Kriterium „Zugang“ (ein Abstract muss vorhanden sein)⁴⁵⁶, aber auch andere qualitative Kriterien der Relevanz, dem Ausschluss von Primärstudien. Diese letzte Prüfung auf Relevanz bezeichnet der Verfasser intern als „Relevanz Typ I“: dabei beschränkt sich die inhaltliche Prüfung auf vorhandene Merkmalsausprägungen gemäß dem Analyseraster des Kapitel 3.4 auf schnell zu erfassende Informationen des Titels und Abstract.⁴⁵⁷ Kritisch bleibt die in diesem Schritt zu bewältigende Analysearbeit bei einer mitunter hohen Zahl von absoluten Treffern. Insbesondere könnten Ermüdung und Konzentrationsschwächen zu vereinzelt inkonsistenten Ergebnissen führen. Auf Grund dieser tendenziellen Verzerrung wird bei Überschreiten der Suchtreffer von 50 bzw. 25 die Prüfung „Relevanz Typ I“ abgebrochen. Dies erscheint willkürlich⁴⁵⁸, aber zum Zwecke der Reduktion auf eine vertretbares Maß an Arbeitsaufwand. Durch Dokumentation in Form der PDF-Ausdrucke kann eine Nachprüfung ansatzweise realisiert werden. Eingeschränkt ist die qualitative Analyse auf all die absoluten Treffer, die nicht allein durch die Suchbegriffe „Lebenszyklus“ bzw. „life-cycle / life cycle / lifecycle“ ermittelt werden. Letztere dienen allein der Information einer Grundgesamtheit.

Im **siebten Schritt** (g) wird die erste Prüfung auf Relevanz durch „flüchtiges“⁴⁵⁹ Lesen erweitert. Der Verfasser verwendet hierfür die interne Bezeichnung „Relevanz Typ II“. Dieser Ar-

⁴⁵⁴ Zum Beispiel des WebOPAC-Katalogs der SLUB Dresden.

⁴⁵⁵ Das Microsoft© Excel 2003 Arbeitsblatt „da_legende“ in der Arbeitsmappe „DA_literatur_CH“ weist alle Quellen im Zellbereich [A241:C491] aus.

⁴⁵⁶ Es sei denn, der Titel ist ausleihbar und aussagekräftig genug um auf mögliche Relevanz hinzuweisen.

⁴⁵⁷ Angewandt wird die Methode des „Durchsehenden Lesens“ in STICKEL-WOLF, C. und WOLF, J. (2001), S. 13 ff.

⁴⁵⁸ Diese Methode filtert weder zufällig noch mit Prüfung bestimmte Primärstudien aus der Stichprobe heraus. Im solchen Fällen werden die erzielten Treffer nach Relevanz durch die Fachdatenbank sortiert – soweit möglich (ESBCOhost© bietet dies, wiso der GBI-Genios Deutsche Wirtschaftsdatenbank GmbH z. B. nicht).

⁴⁵⁹ Vgl. STICKEL-WOLF, C. und WOLF, J. (2001), S. 13 ff.

beitsschritt erfordert einen hohen Arbeitsaufwand, denn er untersucht die einzelne Primärstudie als Volltext. Dies erhöht die Zielgenauigkeit bei der Auswahl von Literatur. Maßgebend ist hierbei der Zeitaufwand.

Der **letzte, achte Schritt** (h) der Literatursuche befasst sich mit Ausschlusskriterien, die gegebenenfalls aus Gründen der Praktikabilität unter Wahrung von Reliabilität und Validität⁴⁶⁰ angewendet werden um die Stichprobe erneut einzugrenzen. Ausschlusskriterien sind u. U. Rankingergebnisse des ISI Impact Factor⁴⁶¹, EigenfactorTM⁴⁶² oder VHB-Jourqual⁴⁶³. Die Ergebnisse der Schritte fünf bis acht wurden ebenfalls in Form einer zusätzlichen Matrix in der zuvor genannten Microsoft Excel® 2003 Arbeitsmappe dargestellt.⁴⁶⁴ Die Erfassung der Literatur erfolgt parallel mit Hilfe der Literaturreferenzverwaltungsdatenbank RefWorks⁴⁶⁵. Dazu werden alle deskriptiven Merkmale der Literaturreferenzen und ausgewählte Textinhalte der Kategorien des Analyserasters gespeichert. Zum Beispiel wird für jede Primärstudie in RefWorks festgehalten, mit welchem Suchbegriff in welcher Datenbank diese ermittelt ist.⁴⁶⁶ Zwei erklärende Legenden für die Art der Dokumentation in RefWorks [„da_refworks“] und der Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblatt [„da_legende“] sind in letzterer zu finden. Weitere Fragen können direkt an den Autor gestellt werden: siehe Kontaktfeld zu Beginn der Diplomarbeit.

A-4.1.1.2 Die Beschreibung und Aufbereitung der selektierten Literatur

- Systematisierung der durch die Schritte a-h) erzielten Schnittmenge mittels deskriptiven als auch interpretativ-additiven Merkmalszuweisungen gemäß dem Analyseraster
Kriterien: Befolgen des Analyserasters, Besonderheiten dokumentieren

Dieser **neunte Schritt** (i) beschäftigt sich mit der Charakterisierung der ersuchten Medien nach deskriptiven formalen wie inhaltlichen Kategorien. Methodisch wird eine Mischform aus explorativ-induktiver und deduktiv qualitativer Inhaltsanalyse anhand der verfügbaren Volltexte verwendet. Erste umfassen standardisierte Angaben wie den Titel, die Autoren, letzte eine thematische Zuordnung zu Industriebereich (NACE Kodierung)⁴⁶⁷ bei Fallstudien sowie weiteren geforderten Kategorien des Analyserasters. Dieser Prozess ist kaum transparent und nachvollziehbar darzustellen. Das Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblatt „da_rawmaterial“ dokumentiert das Ergebnis.

A-4.1.2 Kodierung des Analyserasters (LR-4)

⁴⁶⁰ Zu den geltenden Metakriterien dieser wissenschaftlichen Arbeit: letzter Absatz des Kapitels 1.3.

⁴⁶¹ THOMSON REUTERS (HRSG.) (2008), o. S.

⁴⁶² BERGSTROM, C. u. a. (2009), o. S.

⁴⁶³ HENNIG-THURAU, T.; WALSH, G.; SCHRADER, U. (2003), o. S.

⁴⁶⁴ Das Arbeitsblatt „matrix_quan“ beinhaltet die absoluten Treffer des fünften Schrittes (e), während „matrix_qual“ die jeweiligen Zahlengruppe qualitativer Treffer getrennt durch Schrägstriche im Sinne „Absolute Treffer / Relevant Typ I / Verfügbar / Relevant Typ II“ enthält. Die Dokumentation „Nicht ausgeschlossen“ findet hier nicht statt, da die Zuordnung der jeweiligen Primärstudie zu einem Rankingergebnis erst zu einem späteren Zeitpunkt geschieht.

⁴⁶⁵ PROQUEST LCC, <http://www.refworks.com/> (c) 2009. Zugang über das Campusnetz der Techn. Univ. Dresden.

⁴⁶⁶ Dabei ist dieser Vorgang nicht vollständig: ist eine Primärstudie entweder mit verschiedenen Suchbegriffen oder in unterschiedlichen Literaturquellen zu finden, aber bereits registriert, wird nur in seltenen Fällen die neue Information gespeichert.

⁴⁶⁷ Vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (DESTATIS) (HRSG.) (2008), S. 1-828.

Aus den Rohdaten (Text) müssen in einem weiteren Schritt zu operationalisierende Variablen gebildet werden. Gegebenfalls werden zur vereinfachten Auswertung im nächsten Schritt der Datenanalyse Text homogen in numerische Werte umgewandelt. Dieser Prozess ist nur mühsam abzubilden. Das Ergebnis dokumentiert das Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblatt „da_coded“.

A-4.1.3 Methodik der Datenanalyse und Interpretation (LR-5/6)

Mit einfachen Häufigkeitsanalysen können Merkmalsverteilungen des Primärstudienpools über die Kategorien des Analyserasters identifiziert werden. Ferner können Kreuztabellen zur Kontingenzanalyse⁴⁶⁸ gebildet und interpretiert werden. Zielorientiert helfen die leitenden Fragestellungen (F-1 bis F-6). Diesen Merkmalsverteilungsanalysen kann zusätzlich eine Teilkontrolle der angewandten Methodik angeschlossen werden. Im Sinne einer kritischen Würdigung des Vorgehens wäre z. B. von Interesse, welche Kombination von Suchbegriffen welche Treffergenauigkeit⁴⁶⁹ besitzt oder ob bestimmte Literaturquellen dominanten Informationsträger zum Thema LCC darstellen. Dies wird i. d. R. stichprobenartig innerhalb der Stichprobengesamtheit vollzogen. Ein Grund liegt in dem nicht hinreichend systematisch untersuchten Zusammenhang zwischen unterschiedliche logische Struktur der Suchmaschinen der jeweiligen Literaturquellen und den erzielten Treffern. Zwar nimmt der Autor auf spezifische Syntexanforderungen Rücksicht und wendet Notationen wie „+“, „UND“ oder Leerzeichen zur Verknüpfung der Suchbegriffe je nach unterstützter Semantik, doch signalisieren einzelne Suchergebnisse die Ignoranz von logischer Befehlsketten.

A-4.2 Deskriptive Beschreibung des Literaturpools

Anbei ist der Literaturreferenzpool⁴⁷⁰ dargestellt, der für das Kapitel 4 verwendet wird (alphabetisch absteigend nach dem Autorennamen sortiert). Es ist jeweils nur der erste Autor angeführt. Die Studien der kursiv hervorgehobenen Autoren sind solche, die nur Teilaspekte des LCC untersuchen oder LCC nennen ohne das Gesamtkonzept zu erklären. Sie finden keine Verwendung für die Kategorisierung im Kapitel 4.3.

Arpke	Angela	2006	A comparison of life cycle cost analyses for a typical college dormitory using subsidized versus full-cost pricing of water
<i>Bage</i>	<i>Gontran F.</i>	2003	The Econo-Environmental Return (EER). A Link between Environmental Impacts and Economic Aspects in a Life Cycle Thinking Perspective
<i>Banaitiene</i>	<i>Nerija</i>	2008	Evaluating the life cycle of a building: A multivariant and multiple criteria approach
Bovea	María D.	2004	Increasing product value by integrating environmental impact, costs and customer valuation
<i>Camci</i>	<i>Fatih</i>	2009	A note to life cycle cost for railway condition monitoring
<i>Carter</i>	<i>Timothy</i>	2008	Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems
Celik	A. N.	2008	Optimal sizing and life cycle assessment of residential photovoltaic energy systems with battery storage
<i>Curlee</i>	<i>T. R.</i>	2000	The use of life cycle analysis within the U.S. department of energy
<i>Curran</i>	<i>R.</i>	2007	Integrated digital design for manufacture for reduced life cycle cost
Dahlbo	Helena	2007	Combining ecological and economic assessment of options for newspaper waste management
<i>Dowlatshahi</i>	<i>S.</i>	2000	Material selection and product safety: theory versus practice
García Márquez	Fausto Pedro	2008	Life cycle costs for railway condition monitoring

⁴⁶⁸ Zu den Begriffen der Kontingenz- und Häufigkeitsanalyse BORTZ, J.; DÖRING, J. (2006), S. 151 ff.

⁴⁶⁹ Eine quantitative Auswertung ergibt sich aus erzielten relevanten Treffern normiert zu erzielten absoluten Treffern.

⁴⁷⁰ Die vollständige Beschreibung ist dem Microsoft Excel® 2003 Arbeitsblatt „da_coded_selected“ der Arbeitsmappe „DA_literatur_CH.xls“ zu entnehmen.

<i>Haapio</i>	<i>Appu</i>	2008	A critical review of building environmental assessment tools
Hennecke	Friedrich-Wilhelm	1999	Life cycle costs of pumps in chemical industry
<i>Höjer</i>	<i>Mattias</i>	2008	Scenarios in selected tools for environmental systems analysis
<i>Hunkeler</i>	<i>David Jerome</i>	2003	Life Cycle Costing – Paving the Road to Sustainable Development?
<i>Hunkeler</i>	<i>David Jerome</i>	2000	Return on environment
In	Peter Hoh	2006	A quality-based cost estimation model for the product line life cycle
Jeong	In-Tae	2009	Assessment of the ecodesign improvement options using the global warming and economic performance indicators
Jeong	Kwi Seong	2002	Fuel economy and life-cycle cost analysis of a fuel cell hybrid vehicle
<i>Jiang</i>	<i>R.</i>	2003	Required characteristics of statistical distribution models for life cycle cost estimation
Kappos	Andreas J.	2008	Feasibility of pre-earthquake strengthening of buildings based on cost-benefit and life-cycle cost analysis, with the aid of fragility curves
Keoleian	Gregory A.	1999	Guidance for Improving Life-Cycle Design and Management of Milk Packaging
Kim	Hyung Chul	2006	Optimal household refrigerator replacement policy for life cycle energy, greenhouse gas emissions, and cost
Kleyner	Andre	2008	Minimizing life cycle cost by managing product reliability via validation plan and warranty return cost
Koner	P. K.	2000	A comparative life cycle energy cost analysis of photovoltaic and fuel generator for load shedding application
Krozer	Yoram	2008	Life cycle costing for innovations in product chains
Kumar	R.	2008	Effect of cumulative seismic damage and corrosion on the life-cycle cost of reinforced concrete bridges
Lamprey	Geoffrey	2008	Decision support for optimal scheduling of highway pavement preventive maintenance within resurfacing cycle
Lim	Seong-Rin	2008	Environmental and economic feasibility study of a total wastewater treatment network system
Luo	Lin	2009	Life cycle assessment and life cycle costing of bioethanol from sugarcane in Brazil
<i>McIvor</i>	<i>R.</i>	2004	Early supplier involvement in the design process: lessons from the electronics industry
Michelsen	Ottar	2006	Eco-efficiency in extended supply chains: A case study of furniture production
Mishalani	Rabi G.	2009	Optimal infrastructure condition sampling over space and time for maintenance decision-making under uncertainty
Nakamura	Shinichiro	2005	A waste input-output life-cycle cost analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances
<i>Ness</i>	<i>Barry</i>	2007	Categorising tools for sustainability assessment
Norris	Gregory A.	2001	Integrating Life Cycle Cost Analysis and LCA
Papadopoulos	Agis	2008	Application of the multi-criteria analysis method Electre III for the optimisation of decentralised energy systems
Peças	P.	2009	A Life Cycle Engineering model for technology selection: a case study on plastic injection moulds for low production volumes
Perera	H. S. C.	1999	Component part standardization: A way to reduce the life-cycle costs of products
Rebitzer	Gerald	2003	Life Cycle Costing in LCM: Ambitions, Opportunities, and Limitations
Rebitzer	Gerald	2003	LCC - The economic pillar of sustainability: Methodology and application to wastewater treatment
<i>Rebitzer</i>	<i>Gerald</i>	2003	Methodology and Application of Life Cycle Costing
Reich	Marcus Carlsson	2005	Economic assessment of municipal waste management systems. Å case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC)
Rouse	Paul	2009	Towards optimal life cycle management in a road maintenance setting using DEA
<i>Rowe</i>	<i>A. J.</i>	1983	Methods to predict performance in major program acquisition
Sarma	Kamal C.	2002	Life-cycle cost optimization of steel structures
Sato	Nobuyuki	2009	Economic evaluation of sewage treatment processes in India
<i>Settanni</i>	<i>Ettore</i>	2007	The need for a computational structure of LCC
Sherif	Yosef S.	1981	Life cycle costing: Concept and practice
Spitzley	David V.	2005	Life cycle optimization of ownership costs and emissions reduction in US vehicle retirement decisions
<i>Starkl</i>	<i>Markus</i>	2009	Design of an institutional decision-making process: The case of urban water management
Stewart	Mark G.	2001	Reliability-based assessment of ageing bridges using risk ranking and life cycle cost decision analyses
<i>Stone</i>	<i>Kenneth R.</i>	2000	Accounting for engineering trade-offs in corporate and public decision-making
Takahashi	Yuji	2004	Life-cycle cost analysis based on a renewal model of earthquake occurrences
Utne	Ingrid Bouwer	2009	Life cycle cost (LCC) as a tool for improving sustainability in the Norwegian fishing fleet
Val	Dimitri V.	2003	Life-cycle cost analysis of reinforced concrete structures in marine environments
<i>Varnäs</i>	<i>Annika</i>	2009	Environmental consideration in procurement of construction contracts: current practice, problems and opportunities in green procurement in the Swedish construction industry

Tabelle A-5-2: Liste der untersuchten Studien (58).

(Eigene Darstellung)

Zusatz I: A-4.1.1.1 Literaturquellen

Hernach folgt eine Auflistung aller Datenquellen, die im Zuge der Suchanfrage genutzt wurden. Eine Übersicht ist ebenfalls in der Microsoft Excel® 2003 Arbeitsmappe zu finden.⁴⁷¹

Bibliothekskataloge

Neben der Recherche im WebOPAC-Katalog der SLUB⁴⁷² wird der Karlsruher Virtuelle Katalog (KVK)⁴⁷³ und darin enthaltene deutsch- und englischsprachige Onlinekataloge anderer Bibliotheken (z. B. SWB, BVB, TIBORDER etc.) zur Recherche verwendet.

Internetsuchmaschinen

Neben den bekannten Suchmaschinen Google™⁴⁷⁴ und Google™ Scholar⁴⁷⁵ betrifft dies MetaGer, iBoogie⁴⁷⁶ sowie YouTube⁴⁷⁷. Deren absolute Treffer dienen lediglich der Abschätzung einer Maximalmenge und der Beantwortung von Hypothesen bezüglich der Suchbegriffe.

Normen und Standards im Bereich von LCC

Einschlägige Normen wurden mithilfe der Datenbank PERINORM / DIN-Normen⁴⁷⁸ an Arbeitsplatzrechnern der SLUB nach dem erörterten Verfahren gesucht. Zusätzlich wurden Suchanfragen auf den Internetseiten Normierungsinstitute der ISO, des DIN und der ANSI, ASME, ASTM, IEEE und dem MIL-Standards gestartet.

Hosts und Fachdatenbanken

Fachdatenbanken stellen eine effektive Form der Konzentration katalogisierter Literaturreferenzen aller Art dar. Neben EBSCOhost, Emerald Insight, informaworld™, ScienceDirect®, WILEY InterScience umfasst dies die deutschen WISO Wirtschaftswissenschaften, FIZ-Technik TEMA, Dandelon und EconBiz.⁴⁷⁹

Kernzeitschriften zu LCC (o. a. Umweltwissenschaften)

Eine einfache Suche in der Zeitschriftendatenbank (ZDB), die nach eigenen Worten „weltweit größte Datenbank für ... Zeitschriften“⁴⁸⁰, ergibt unter der Rubrik „Online-Zeitschriften nach Fachgebieten - alle | nur kostenfreie | Nationallizenzen“ in der Kategorie „160 – Umweltforschung und Umweltschutz“ allein 504 (respektive 207 und 42 von 8850 möglichen) Titel. Welche Fachzeitschriften für den Fachbereich Betriebliche Umweltökonomie gleichzeitig relevant und von höchster wissenschaftlicher Qualität ist, wird indirekt mithilfe von Rankings ermittelt. Eine ausführlichere Diskussion der Vor- und Nachteile von Rankings folgt in diesem

⁴⁷¹ Dies wird nicht in jeder Kategorie gesondert wiederholend erwähnt.

⁴⁷² WEBOPAC der SLUB DRESDEN, <http://webopac.slub-dresden.de/libero/WebOpac.cls> © 2009.

⁴⁷³ UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK der UNIVERSITÄT KARLSRUHE (TH), <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/kvk.html> © 2009.

⁴⁷⁴ GOOGLE™ Deutschland, <http://www.google.de/> © 2009. In einem Versuch prüft der Autor, ob ein Unterschied bei der Eingabe der englischen Begriffe zwischen deutscher und englischer Suchmaske besteht – es gibt keinen.

⁴⁷⁵ GOOGLE™ Scholar Beta, <http://scholar.google.de/> © 2009.

⁴⁷⁶ CYBERTAVERN, LLC, <http://iboogie.com/> © 2009.

⁴⁷⁷ YOUTUBE, LLC, <http://www.youtube.com/> © 2009.

⁴⁷⁸ PERINORM / DIN-Normen via DBOD (SLUB), <http://dvneu.slub-dresden.de/dienste/ica/din.ica>, © 2009.

⁴⁷⁹ JSTOR®, SCOPUS®, ISI WEB OF KNOWLEDGESM und OLC-SGG werden nicht verwendet.

⁴⁸⁰ STAATSBIBLIOTHEK ZU BERLIN (SBB) - PREUßISCHER KULTURBESITZ (TRÄGER) (2009): Zeitschriftendatenbank (ZDB), <http://dispatch.opac.ddb.de/LNG=DU/DB=1.1/>, © 2009.

Appendix als Zusatz II: A-4.1.1.1. Einschlusskriterien sind (logisch mit UND verknüpft): 1.a) Umweltthemen für Fachzeitschrift typisch aufgrund vergangener Publikationen bzw. redaktionellen Schwerpunkten ODER kein Umweltbezug, aber Fokus auf Rechnungswesen bzw. Controlling, 1.b) ISI Impact Factor 2007 (ISI-IF07)⁴⁸¹ größer 1 ODER VHB-Jourqual 2003/08 (VHB08)⁴⁸² größer A; oder 1.c) Ausnahmen: Critical Perspectives on Accounting (CPA), Business Strategy & Environment (BSE) sowie British Accounting Review (BAR) zusätzlich zu den als Benchmark i. S. d. ISI-I07 gedachten Harvard Business Review (HBR), Science und Nature.

Forschungsinstitute speziell zu LCC

Die Auswahl der auf Publikationen zum LCC untersuchten Forschungsinstitute ist durch Zitierung in Referenzen und einschlägigen Datenbanken zu LCA und LCC erarbeitet worden. Sie betrifft in aller Regel solche Forschungseinrichtungen, die sich hauptsächlich oder teilweise mit umweltökonomischen Fragestellungen befassen.

Industrieverbände

Die Auswahl der auf Publikationen zum LCC untersuchten Industrieverbände ist durch Zitierung in Referenzen und ergänzende Informationen des Deutschen Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) erarbeitet worden.

NROs und Sonstige

Darunter zählen Nichtregierungsorganisationen (NROs, engl. *NGO*) und andere Organisationsformen wie die Hannover Messe 2009. Die Suche dient ebenfalls nur einer absoluten Trefferprüfung.

Sach- und Sprachwörterbücher

Die Literaturrecherche ergibt, dass kein spezielles Sach- und Sprachwörterbuch für den Bereich LCC existiert. Deshalb sind übliche Wörterbücher, Lexika und Taschenbücher im Allgemeinen bzw. Umweltthemen im Speziellen mit der Suchmethodik untersucht. Dieser Arbeitsschritt dient einerseits der Prüfung auf sprachliche Verbreitung des Begriffs „Lebenszykluskosten“ bzw. „*life cycle cost*“, andererseits der Gewinnung von Informationen für die Suchbegriffsbildung (durch z. B. Übersetzungen oder typische Anwendung).

Monographien: DUDENREDAKTION (1996), DUDENREDAKTION (2001), POLLERT, A.; KIRCHNER, B.; POLZIN, J. M. (2008), FRÄNZLE, O.; MÜLLER, F.; SCHRÖDER, W. (Loseblattsammlung, Stand: 01.12.2008), GROBE, H.; LEHMANN, G.; MITTAG, M. (Loseblattsammlung, Stand: 01.11.2008), O. V. (1971) Management-Enzyklopädie, BURKE, G.; SINGH, B. R.; THEODORE, L. (2005), GENG, H. (2004), AHLHEIM, K. (1981), SCHWISTER, K. (2003), BEIER, E. (2002), O. V. (2002) Lexikon Rechnungswesen, HADELER, T. und ARENTZEN, U. (2000), BAHADIR, M. und ANGERHÖFER, D. (2000), LEE, C. C. (2000), WOLL, A.; VOGL, G.; WEIGERT, M. M. (2000), CALOW, P. (1998), OLSSON, M. und PIEKENBROCK, D. (1998), VERBAND DER CHEMISCHEN IN-

⁴⁸¹ THOMSON REUTERS (HRSG.) (2008), o. S.

⁴⁸² HENNIG-THURAU, T.; WALSH, G.; SCHRADER, U. (2003), o. S.

DUSTRIE (VCI) (1996), BORSDORF, W. (1994), CRYSTAL, D. (1991), LEXIKON-INSTITUT BERTELSMANN (1991), GOETZ, P. W.; MACHENRY, R.; SAFRA, J. E. (1990), ALBERS, W. u. a. (1980), EVERT, K. (2001) u. a.

Elektronisch: Wikipedia⁴⁸³, Finanzen-lexikon⁴⁸⁴, Wirtschaftslexikon24⁴⁸⁵ u. a.

Zusatz II: A-4.1.1.1 Zusätzliche Informationen zur Datenaufbereitung

Für die Datenaufbereitung benötigt der Verfasser eine Reihe zusätzlicher Informationen, die unabhängig von der Suche nach Primärstudien zu LCC für die Beschreibung und Charakterisierung der Literaturreferenzen notwendig sind. Darunter fallen in erster Linie Branchen nach der NACE-Kodierung und Rankings von Fachzeitschriften.

Branchen

Für einzelne Bewertungsschritte, der deskriptiven Beschreibung der Literaturreferenzen sowie der Interpretation von Einzelaussagen ist die Kenntnis der Branchenzugehörigkeit notwendig. So erfolgt z. B. eine thematische Zuordnung von Fallstudien. Auf nationaler Ebene soll dafür die Branchenkodierung („WZ – Wirtschaftszweige“) gemäß dem Statistischen Bundesamt Deutschland (DESTATIS)⁴⁸⁶ genügen. Sie folgt der NACE- (Rev. 2, in Europa) und z. T. der ISIC-Kodierung (Rev. 4, global). WZ 2008 und NACE Rev. 2 unterscheiden sich lediglich im Detaillierungsgrad bei den sogenannten Unterklassen.⁴⁸⁷ Die Zuordnung kann so detailliert wie nur möglich erfolgen (bis zur Unterklasse), trotzdem sich die spätere Datenanalyse an den schwächsten (höchste Einstufung) Merkmalen orientieren wird. Eine Übersicht ist in der Microsoft Excel® 2003 Arbeitsmappe „DA_daten_CH“ unter „da_branchen“ dargestellt.

Rankings von Fachzeitschriften

Um in Arbeitsschritt (h) der Suchmethodik (A-4.1.1) Ausschlusskriterien anzuwenden, bedarf es der Formulierung eben solcher, die den in Kapitel 1.3 vorgestellten Metakriterien gerecht werden. Ein Ausschlusskriterium umfasst die Qualität der Veröffentlichungen. Die Messung und Bewertung der wissenschaftlichen Qualität eines einzelnen Artikels bzw. einer Literaturreferenz verlangt einen sehr hohen Arbeitsaufwand⁴⁸⁸. Eine Form einer ergonomisch sinnvollen, die Metakriterien erfüllenden, indirekten Messung der Qualität ermöglichen sogenannte Rankings. In der Regel werden nicht Rankingergebnisse für einzelne Artikel (universalistisch), sondern aggregiert für Fachzeitschriften veröffentlicht (partikularistisch, sozial konstruktivistisch).⁴⁸⁹ Einen alternativen Ansatz bietet z. B. der Herfindhal-Index (h-index) für Einzelautoren. Eine hohe Anzahl Literatur hat sich mit den Bewertungsverfahren und Ergeb-

⁴⁸³ WIKIMEDIA FOUNDATION, INC, <http://de.wikipedia.org/> sowie <http://en.wikipedia.org/> © 2009.

⁴⁸⁴ QUALITY-DATENBANK KLAUS GEBHARDT E.K, <http://www.finanzen-lexikon.de/> © 2009.

⁴⁸⁵ WITHERTON, M. P., <http://www.wirtschaftslexikon24.net/> © 2009.

⁴⁸⁶ STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (DESTATIS) (HRSG.) (2008), S. 1-828.

⁴⁸⁷ Abschnitte (A-X), Abteilungen, Gruppen und Klassen sind hingegen gleichartig. Vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (DESTATIS) (HRSG.) (2008), S. 18.

⁴⁸⁸ Um den genannten Ansprüchen gerecht zu werden.

⁴⁸⁹ Vgl. HARZING, A. (2008), S. 9-11. Mithin wird implizit unterstellt, dass der Prozess des Reviews durch die Redakteure in Form eines Review Boards oder mittels „peer review“ eine für alle Artikel mittlere methodische Qualität entsprechend des Zeitschriftenranking sichert.

nissen der einzelnen Rankings auseinander gesetzt.⁴⁹⁰ Der Autor verweist auf die umfangreiche, z. T. kommentierte Literaturliste der C.B. „Bud“ Johnston Library⁴⁹¹. Zusammenfassend erlauben Rankings dennoch eine Schätzung der Qualität durch externe Gutachten, die durch eine kritische Würdigung seitens des Forschers mit Hinblick auf *Publication Bias*⁴⁹² sinnvoll genutzt werden kann. Für deutsche Fachzeitschriften der Betriebswirtschaft kann der VHB-Jourqual⁴⁹³ als Maßstab eines Rankings hinzugezogen werden.⁴⁹⁴ International bieten sich neben dem Journal Citation Report / Impact Factor (JIF) des ISI Web of Science™, das Top20-Ranking der BusinessWeek, das Top100-Ranking der School of Management der University of Texas in Dallas, die ERIM Journal List (EJL), das ERA Journals Ranking sowie das Ranking der British Association of Business Schools (ABS) an. Gegenwärtig gewinnen Scopus®⁴⁹⁵, Citeseer, RePEc bzw. der h-index (Google Scholar, QuadSearch⁴⁹⁶) gegenüber dem etablierten „gold standard“ ISI-IF an Reputation.⁴⁹⁷ Probleme des ISI umschließen der geringe Anteil nicht englischsprachiger Fachzeitschriften, falsche Schreibweisen von nicht englischen Autoren u. a.⁴⁹⁸ Aus der Fülle ist dennoch der ISI-IF als Ausschlusskriterium⁴⁹⁹ einbezogen worden: Journal Citation Report des ISI Web of Science 2007 (ISI-IF07).

Dieses Ausschlusskriterium führt zur Bereinigung des Studienreferenzpools auf 64 respektive 58 Studien.

Zusatz II: A-4.1.1.1 Kritische Würdigung der Suchmethodik

Zur Reflektion der angewandten Suchmethodik und zur Diskussion eines Vorschlags für zukünftige Suchstrategien ähnlich umfangreicher, inhaltsanalytischer Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Betrieblicher Umweltökonomie, von Prof. Dr. Edeltraud Günther der TU Dresden könnten folgende Erkenntnisse leitend sein:

- die Suchstrategie ist auf eine überdurchschnittlich hohe Zahl Literaturquellen angewendet
- dies resultiert in sehr vielen absoluten Suchtreffern
- einige Literaturquellen erzielen wenige oder keine Suchtreffer
- einige Literaturreferenzen werden mehrfach, über viele Literaturquellen hinweg er sucht

⁴⁹⁰ Mitunter werden hitzige Debatte geführt: als Beispiele seien die Aufsätze von INKPEN, A. C. (2001), S. 193-196., DUBOIS, F. L. und REEB, D. (2000), S. 689-704., DUBOIS, F. L. und REEB, D. M. (2001), S. 197-199. zitiert.

⁴⁹¹ C.B. "BUD" JOHNSTON LIBRARY (HRSG.) (2009), o. S.

⁴⁹² Eine umfassende Einführung zu *Publication Bias* bietet ROTHSTEIN, H. R.; SUTTON, A. J.; BORENSTEIN, M. (HRSG.) (2005), S. 354.

⁴⁹³ Vgl. HENNIG-THURAU, T.; WALSH, G.; SCHRADER, U. (2003), o. S.

⁴⁹⁴ Vgl. HENNIG-THURAU, T.; WALSH, G.; SCHRADER, U. (2003), o. S. Dieser evaluiert ein Gesamturteil der wissenschaftlichen Qualität einer Zeitschrift aus „dem wissenschaftlichen Niveau der in der Zeitschrift veröffentlichten Artikel sowie den wissenschaftlichen Anforderungen der Herausgeber/ Schriftführer der Zeitschrift“. Der VHB-Jourqual basiert auf Internet-Befragungen aktiver VHB-Mitglieder, die im Jahre 2003 durchgeführt wurden.

⁴⁹⁵ SCIMAGO (HRSG.) (2009), o. S.

⁴⁹⁶ DATA ENGINEERING LABORATORY (DELAB) - ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI (HRSG.) (2009), o. S.

⁴⁹⁷ Vgl. HARZING, A.-W. (2008), o. S.

⁴⁹⁸ Vgl. Ebenda.

⁴⁹⁹ Aufgenommen sind die möglichen Rankingergebnisse des EJL 2006, VHB-Jourqual 2008 und der Eigenfactor™ 2007.

- verschiedene Literaturquellen erzielen ähnliche absolute Suchtreffer
- der resultierende Literaturreferenzpool muss erneut aufwändig bewertet werden (absolute werden relevante Suchtreffer)
- der Umfang der relevanten Literaturreferenzen ist dennoch zu groß um einzelne (gemäß dem Analyseraster) Bewertungen der Referenzen vorzunehmen
- Ausschlusskriterien wie der Impact Factors 2007 (ISI-IF07) genügen nicht vollständig den Ansprüchen einer unverzerrten, objektiven wissenschaftlichen Forschung
- Dies trifft analog auf die arbeitsökonomisch motivierte Beschränkung der Untersuchung der ersten 25 bzw. 50 absoluten Suchtreffer zu

Ausgehend dieser Erkenntnisse können folgende Empfehlungen ausgesprochen werden:

a) Empfehlung 1: Beschränkung der Literaturquellen

Konkret empfiehlt sich eine Suche in den genannten ausgewählten Bibliothekskatalogen, Hosts und Fachdatenbanken sowie einzelnen, zusätzlichen Literaturquellen wie z. B. Google™ Scholar Beta. Empfehlungen können einer Auflistung des Autors auf Anfrage entnommen werden. Für die untersuchten Verbands- und Forschungsinstitutionen gilt, dass der Aufwand der Anwendung der Suchmethodik i. d. R. mit der Zahl der somit erzielten neuen Suchtreffer in einem Missverhältnis steht. Relevante und qualitativ hochwertige Forschungsergebnisse aus diesen Institutionen oft in den zuerst benannten Bibliothekskatalogen und Fachdatenbanken verzeichnet sind – somit eine zeitaufwendige Dopplung der Suchtreffer vorliegt.

b) Empfehlung 2: Sprachliche Einschränkung

Konkret empfiehlt der Autor eine Differenzierung in englisch- und deutschsprachige Suchbegriffe sowie einen Vergleich, respektive eine kritische Würdigung, der erzielten Suchtreffer innerhalb der Literaturquellen.

c) Empfehlung 3: Aufarbeitung des Analyserasters in Microsoft Excel®

Konkret empfiehlt der Autor eine Aufgabenteilung zwischen RefWorks und Microsoft Excel® wie ursprünglich vorgesehen: RefWorks sollte lediglich der Pflege bibliografischer Angaben der einzelnen Literaturreferenzen, Microsoft Excel® zur statistischen Datenauswertung genutzt werden.

d) Empfehlung 4: Nutzung von RefWorks

Konkret kann die Verwendung RefWorks empfohlen werden. Es sollte aber vorab definiert werden wie die Literaturreferenzen einzupflegen und zu zitieren sind.

e) Empfehlung 5: Handlungsleitfaden und Zitierstil für RefWorks

Konkret ist ein Bedarf für einen Leitfaden und einen Zitierstil i. S. der wissenschaftlichen Leitlinien des Lehrstuhls zu verzeichnen. Beide sollten jedem zukünftigen Diplomanden zugänglich sein.

f) Empfehlung 6: Software für computergestützte Inhaltsanalysen

Konkret kann keine Empfehlung pro oder contra gegeben werden.

Weitergehende Ausführungen zu den einzelnen Empfehlungen und der kritischen Würdigung können auf Nachfrage bei dem Autor dieser Diplomarbeit erfragt werden. Beispielhaft seien Visualisierungen der Suchtreffereffizienzen für die untersuchten Bibliothekskataloge und Hosts/ Fachdatenbanken dargestellt (siehe Abbildung A-5-2 und Abbildung A-5-3).

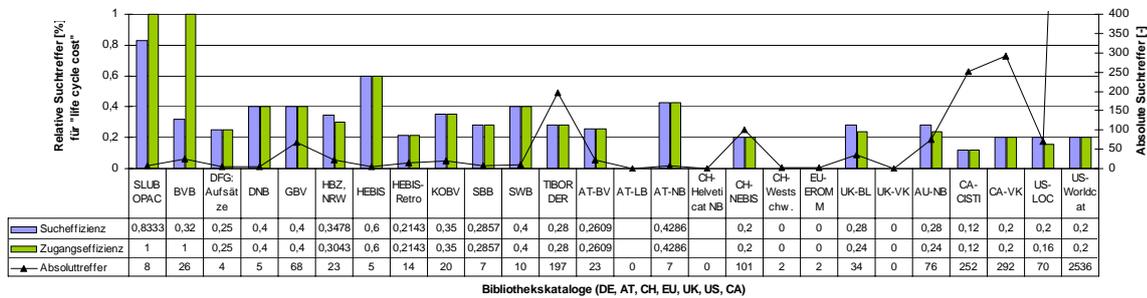


Abbildung A-5-2: Suchtreffereffizienz für „life cycle cost“ in Bibliothekskatalogen.
(Eigene Darstellung)

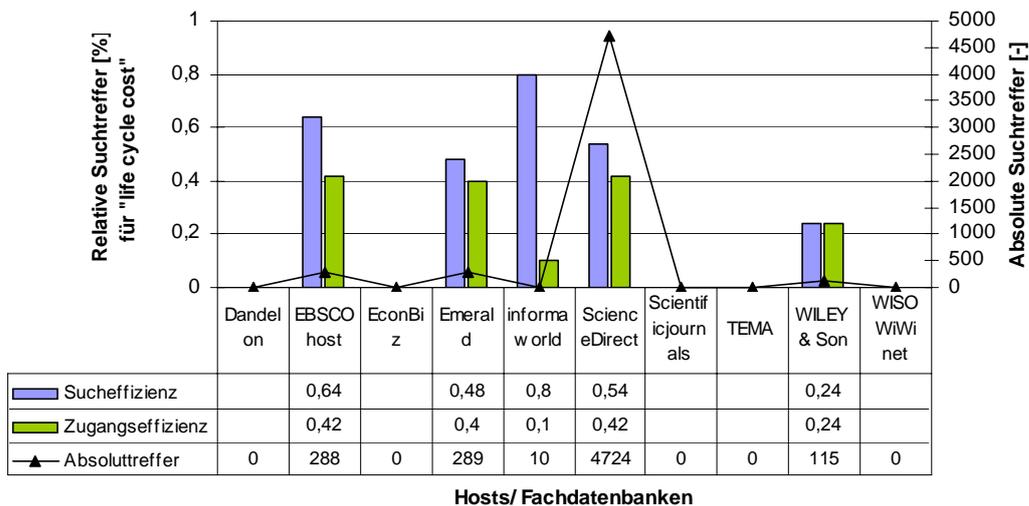


Abbildung A-5-3: Suchtreffereffizienz für „life cycle cost“ in Hosts/ Fachdatenbanken.
(Eigene Darstellung)

Verzeichnis der zitierten Literatur

- ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M.; KUHRKE, B. (2009): Bedeutung und Anwendung von Lebenszyklusanalysen bei Werkzeugmaschinen. In: SCHWEIGER, S. (HRSG.): Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 51-80.
- ABELE, E.; DERVISOPOULOS, M. (2008): Nutzung der Lebenszykluskostenanalyse von Werkzeugmaschinen im Vertrieb und der Entwicklung. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2008, Heft 6, S. 380-384.
- AHLHEIM, K. (HRSG.) (1981): Meyers grosses Universallexikon. In 15 Bd. mit Atlasbd. Mannheim [u. a.] 1981.
- ALBERS, W. u. a. (HRSG.) (1980): Handelsrechtliche Vertretung bis Kreditwesen in der Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart 1980.
- ALBRECHT, V.; WETZEL, P. (2009): M-TCO. Daimler AG. In: SCHWEIGER, S. (HRSG.): Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 81-96.
- ARPKE, A.; STRONG, K. (2006): A comparison of life cycle cost analyses for a typical college dormitory using subsidized versus full-cost pricing of water. In: Ecological Economics, 58. Jg., 2006, Heft 1, S. 66-78.
- ASHWORTH, A. (1996): Estimating the life expectancies of building components in life-cycle costing calculations. In: Structural Survey, 14. Jg., 1996, Heft 2, S. 4-8.
- ASIEDU, Y.; GU, P. (1998): Product life cycle cost analysis: state of the art review. In: International Journal of Production Research, 36. Jg., 1998, Heft 4, S. 883-908.
- BACK-HOCK, A. (1988): Lebenszyklusorientiertes Produktcontrolling. Ansätze zur computergestützten Realisierung mit einer Rechnungswesen-Daten- und -Methodenbank, 1. Aufl. Berlin [u. a.] 1988.
- BAHADIR, M.; ANGERHÖFER, D. (HRSG.) (2000): Springer-Umweltlexikon. 2. Aufl., Berlin [u. a.] 2000.
- BALDERJAHN, I.; SCHOLDERER, J. (2007): Konsumentenverhalten und Marketing. Grundlagen für Strategien und Maßnahmen. Stuttgart 2007.
- BALDERJAHN, I. (2003): Validität, Konzept und Methoden. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 2003, Heft 3, S. 130-135.
- BAUER, C.; POGANIETZ, W. (2007): Prospektive Lebenszyklusanalyse oder die Zukunft in der Ökobilanz. In: Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis, 16. Jg., 2007, Heft 3, S. 17-23.
- BEHRENDT, S. (1998): Innovationen zur Nachhaltigkeit: ökologische Aspekte der Informations- und Kommunikationstechniken. Berlin [u. a.] 1998. Online im Internet: http://www.bsz-bw.de/rekla/show.php?mode=source&eid=uni_0_066729661inh,1998, Abfrage: 2.03.2009.

- BEIER, E. (2002): Umweltlexikon, 2., aktualisierte u. erg. Aufl., Bochum 2002.
- BERGSTROM, C. u. a. (2009): EigenfactorTM. Ranking and Mapping Scientific knowledge. Online im Internet: <http://www.eigenfactor.org/index.php>, Stand: 23.01.2009, Abfrage: 23.01.2009.
- BOGE, C. (2009): LCC/TCO aus Sicht eines Werkzeugmaschinenherstellers. In: Schweiger, S. (Hrsg.): Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 117-134.
- BORSODORF, W. (1994): Fachwörterbuch Angewandte Ökologie. Englisch-Deutsch, Deutsch-Englisch, 1 Aufl., Berlin [u. a.] 1994.
- BORTZ, J.; DÖRING, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. mit ... 87 Tabellen, 4., überarb. Aufl., Heidelberg 2006.
- BOUSSABAINÉ, H. A.; KIRKHAM, R. J. (2006): Whole life-cycle costing: risk and risk responses. Oxford 2006.
- BOVEA, M. D.; VIDAL, R. (2004): Increasing product value by integrating environmental impact, costs and customer valuation. In: Resources, Conservation and Recycling, 41. Jg., 2004, Heft 2, S. 133-145.
- BRADLEY, M.; DAWSON, R. (1999): Whole Life Cost: The Future Trend in Software Development. In: Software Quality Journal, 8. Jg., 1999, Heft 2, S. 121-131.
- BREDE, H. (1994): Verbreitung des Kostenmanagements in schweizerischen Grossunternehmen. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: Die Unternehmung, 48. Jg., 1994, Heft 5, S. 335-350.
- BRENT, A. C.; LABUSCHAGNE, C. (2007): An appraisal of social aspects in project and technology life cycle management in the process industry. In: Management of Environmental Quality, 18. Jg., 2007, Heft 4, S. 413-426.
- BRITZELMAIER, B.; ELLER, B. (2004): Aspekte einer Dynamisierung der Lebenszykluskostenrechnung. Wertorientierung im Life cycle Costing? In: Controller Magazin, 29. Jg., 2004, Heft 6, S. 527-534.
- BRUNDTLAND, G. H. (1987): Our Common Future. World Commission on Environment and Development, Annex 4. New York 1987.
- BUFARDI, A.; KIRITSIS, D.; XIROUCHAKIS, P. (2008): Generation of Design Knowledge from Product Life Cycle Data. In: BERNARD, A.; TICHKIEWITCH, S. (HRSG.): Methods and Tools for Effective Knowledge Life-Cycle-Management, Dordrecht 2008, S. 375-389.
- BÜNTING, F. (2009): Lebenszykluskostenbetrachtungen bei Investitionsgütern. In: SCHWEIGER, S. (HRSG.): Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 35-50.
- BURKE, G.; SINGH, B. R.; THEODORE, L. (2005): Handbook of environmental management and technology, 2. Aufl., Hoboken 2005.

- C.B. "BUD" JOHNSTON LIBRARY (HRSG.) (2009): Journal Rankings in Business. Online im Internet: <http://www.lib.uwo.ca/business/Rank.html>, Stand: 23.01.2009, Abfrage: 21.01.2009.
- CALOW, P. (HRSG.) (1998): The encyclopedia of ecology & environmental management. Oxford [u. a.] 1998.
- CAMCI, F. (2009): A note to life cycle cost for railway condition monitoring. In: Transportation Research Part E, 45. Jg., 2009, Heft 3, S. 457-459.
- CLESLE, F. D.; BACHMANN, E. (2008): Beurteilung der Umweltwirkungen eines Produktes mit einem SAP Softwaresystem. GI-Edition. Lecture Notes in Informatics (LNI), Proceedings 8.-13.09., Band 134, Bonn 2008, S. 885-890.
- COENENBERG, A. G.; FISCHER, T.; SCHMITZ, J. (1994): Target Costing und Product Life Cycle Costing als Instrumente des Kostenmanagements. In: Zeitschrift für Planung, 1994, Heft 1, S. 1-38.
- COLE, R. J.; STERNER, E. (2000): Reconciling theory and practice of life-cycle costing. In: Building Research and Information, 28. Jg., 2000, Heft 5-6, S. 368-375.
- COOPER, H. (1998): Synthesizing research. a guide for literature reviews, 3. Thousand Oaksland [u. a.] 1998.
- COOPER, R. KAPLAN, R. S. (1988): Measure Costs Right. Make the Right decisions. In: Harvard Business Review, 66. Jg., September/Oktober 1988, Heft 5, S. 96-103.
- CRYSTAL, D. (HRSG.) (1991): The Cambridge encyclopedia. Cambridge 1991.
- CURRAN, R.; GOMIS, G.; CASTAGNE, S. u. a. (2007): Integrated digital design for manufacture for reduced life cycle cost. In: International Journal of Production Economics, 109. Jg., 2007, Heft 1-2, S. 27-40.
- DAHLBO, H.; OLLIKAINEN, M.; PELTOLA, S. u. a. (2007): Combining ecological and economic assessment of options for newspaper waste management. In: Resources, Conservation and Recycling, 51. Jg., 2007, Heft 1, S. 42-63.
- DALY, H. E. (1999): Wirtschaft jenseits von Wachstum. die Volkswirtschaftslehre nachhaltiger Entwicklung, 1. Aufl., Salzburg [u. a.] 1999.
- DATA ENGINEERING LABORATORY (DELAB) - ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI (HRSG.) (2009): QuadSearch. Online im Internet: <http://quadsearch.csd.auth.gr/index.php?lan=1&s=2>, Stand: 23.01.2009, Abfrage: 23.01.2009.
- DE VAUS, D. A. (2006): Research Design in Social Research, 6. Aufl., London 2006.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (DIN) (HRSG.) (2005): DIN EN 60300-3-3:2005 - Zuverlässigkeitsmanagement. Teil 3-3: Anwendungsleitfaden. Lebenszykluskosten (IEC 60300-3-3:2004). Deutsche Fassung EN 60300-3-3:2004. Berlin 2005.
- DUBOIS, F. L.; REEB, D. M. (2001): Ranking the International Business Journals: A Reply. In: Journal of International Business Studies, 32. Jg., 2001, Heft 1, S. 197-199.

DUBOIS, F. L.; REEB, D. (2000): Ranking the International Business Journals. In: Journal of International Business Studies, 31. Jg., 2000, Heft 4, S. 689-704.

DUDENREDAKTION (HRSG.) (2001): Duden - Das Bedeutungswörterbuch. 7., völlig neu bearb. u. erw. Aufl., Mannheim [u. a.] 2001.

DUDENREDAKTION (HRSG.) (1996): Duden - Rechtschreibung der deutschen Sprache. 21., völlig neu bearb. u. erw. Aufl., Mannheim [u. a.] 1996.

EBNER, D.; BAUMGARTNER, R. J. (2006): The relationship between Sustainable Development and Corporate Social Responsibility. Corporate Responsibility Research Conference 2006, Dublin, 04.-05.09.2006, Leoben 2006, S. 1-17.

EMBLEMSVÅG, J. (2003): Life-Cycle Costing: Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks. Hoboken 2003.

EMBLEMSVÅG, J.; BRAS, B. (2001): Activity-based cost and environmental management: a different approach to ISO 14000 compliance. Boston 2001.

EUROPEAN PLATFORM ON LIFE CYCLE ASSESSMENT (EPLCA) (2009): Life Cycle Thinking. Supporting Business and Public Administrations in the drive towards sustainability. Online im Internet: http://lca.jrc.ec.europa.eu/EPLCA/Deliverables/ILCD_supporting.htm, Stand: 01.10.2009, Abfrage: 10.01.2009.

EVERT, K. (HRSG.) (2001): Lexikon - Landschafts- und Stadtplanung. Mehrsprachiges Wörterbuch über Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. Heidelberg 2001.

FABRYCKY, W. J.; BLANCHARD, B. S. (1991): Life-cycle cost and economic analysis. Englewood Cliffs 1991.

FECK, N. (2008): Monte-Carlo-Simulation bei der Lebenszyklusanalyse eines Hot-Dry-Rock-Heizwerkes (Diss.), in: Schriftenreihe des Lehrstuhls für Energiesysteme und Energiewirtschaft, 20, Ruhr-Univ. Bochum [auch online im Internet: <http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/FeckNorbert/diss.pdf>, Stand: 13.02.2008, Abfrage: 27.02.2009].

FELDHUSEN, J.; GEBHARDT, B. (2008): Product Lifecycle Management für die Praxis. ein Leitfaden zur modularen Einführung, Umsetzung und Anwendung. Berlin [u. a.] 2008.

FERRIN, B. G.; PLANK, R. E. (2002): Total Cost of Ownership Models: An Exploratory Study. In: Journal of Supply Chain Management, 38. Jg., 2002, Heft 3, S. 18-29.

FIVE WINDS INTERNATIONAL u. a. (2009): LCM Training Kit Material. Online im Internet:

http://www.unep.fr/shared/publications/cdrom/DTIx0889xPA/Navigation%20files/training_kit_en.htm, Stand: 01.03.2009, Abfrage: 15.03.2009.

FRANK, S.; SCHWAB, F. (2009): Interview mit Bosch-Chef Franz Fehrenbach. In: FOCUS Nr. 23, Juni 2009, S. 102-106.

FRÄNZLE, O.; MÜLLER, F.; SCHRÖDER, W. (HRSG.) (Loseblattsammlung, Stand: 01.12.2008): Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. Landsberg/Lech, Loseblattsammlung, Stand: 01.12.2008.

- FREEMAN, A. M. (1994): The measurement of environmental and resource values: theory and methods, 2, paperback print. Washington 1994.
- FREEMAN, R. E. (1984): Strategic Management. A stakeholder approach. Boston 1984.
- FREIDANK, C.; VELTE, P. (2007): Rechnungslegung und Rechnungslegungspolitik. eine Einführung aus handels-, steuerrechtlicher und internationaler Sicht in die Rechnungslegung und Rechnungslegungspolitik von Einzelunternehmen, Personenhandels- und Kapitalgesellschaften . mit 169 Beispielen. Stuttgart 2007.
- FRENCH, J. R. P.; RAVEN, B. H. (1959): The Bases of Social Power. In: CARTWRIGHT, D. (HRSG.): Studies in social power, Ann Arbor 1959, S. 150-167.
- FRIEDRICH, P. (2008): Allgemeine TCO-Betrachtungen zum aktuellen IBM-Mainframe System z10. In: e-Journal of Practical Business Research, Nr. 6, Selbstverlag Prof. Dr. Olaf Resch, Berlin [auch online im Internet: <http://www.e-journal-of-pbr.de/downloads/tcomainframefriedrich.pdf>, Stand: Dezember 2008, Abfrage: 23.01.2009].
- FULLER, S. K.; PETERSEN, S. R. (i. A. USDOE) (1996): Federal Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program. NIST Handbook 135, Washington [auch online im Internet: <http://www.fire.nist.gov/bfrlpubs/build96/PDF/b96121.pdf>, Stand: 01.02.1996, Abfrage: 04.04.2009].
- FÜRNROHR, M. (1992): Stochastische Modelle zur Prognose von Lebenszykluskosten komplexer Systeme (Diss.), Univ. d. Bundeswehr, München 1992.
- GADATSCH, A.; MAYER, E. (2006): Masterkurs IT-Controlling. Grundlagen und Praxis, IT-Kosten- und Leistungsrechnung, Deckungsbeitrags- und Prozesskostenrechnung, Target Costing, 3., verb. u. erw. Aufl., Wiesbaden 2006, Abfrage: 23.01.2009.
- GÄLWEILER, A. (1986): Unternehmensplanung: Grundlagen und Praxis. Frankfurt/Main 1986.
- GEIßDÖRFER, K. (2009): Total Cost of Ownership (TCO) und Life Cycle Costing (LCC). Einsatz und Modelle: Ein Vergleich zwischen Deutschland und USA. Münster 2009.
- GENG, H. (HRSG.) (2004): Manufacturing engineering handbook. New York [u. a.] 2004.
- GLUCH, P.; BAUMANN, H. (2004): The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making. In: Building and Environment, 39. Jg., 2004, Heft 5, S. 571-580.
- GLÜCKSTEIN, A. (2002): Wissensmanagement. Eine neo-insitutionalistische Perspektive. München 2002, Abfrage: 2.02.2009.
- GOETZ, P. W.; MACHENRY, R.; SAFRA, J. E. (HRSG.) (1990): The New Encyclopaedia Britannica. In 32 volumes. 15. Aufl., Chicago [u. a.] 1990.
- GÖTZE, U. (2008): Investitionsrechnung. Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben, 6, durchges. und aktualisierte Aufl., Berlin [u. a.] 2008.
- GOUTFER, B. (2002): Deutsch-englische Fachterminologie Umwelt und Umweltrecht (deutsch - englisch, englisch - deutsch), 1. Aufl., Baden-Baden 2002.

GROßE, H.; LEHMANN, G.; MITTAG, M. (HRSG.) (Loseblattsammlung, Stand: 01.11.2008): Fachlexikon Umwelt: betrieblich relevante Umwelt-Fachbegriffe im thematischen Umfeld. Augsburg, Loseblattsammlung, Stand: 01.11.2008.

GÜNTHER, E. (2008): Ökologieorientiertes Management: Um-(weltorientiert) Denken in der BWL, 1. Aufl., Stuttgart 2008.

GÜNTHER, E. (2005a): Öko-Effizienz: der Versuch einer Konsolidierung der Begriffsvielfalt. In: Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre, 2005, Heft 103, S. 1-23.

GÜNTHER, E.; SCHEIBE, L. (2005a): Green eBusiness. Methodik der Befragung zu Hemmnissen umweltfreundlicher Beschaffung. In: Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre, 2005, Heft 98, S. 1-43.

GÜNTHER, E.; SCHEIBE, L. (2005b): Analyse der Hemmnisse. In: HORBACH, J. U. A. (HRSG.): Umweltfreundliche öffentliche Beschaffung, Nachhaltigkeit und Innovation Berlin 2005, S. 143-183.

GÜNTHER, E.; SCHEIBE, L. (2004): Green eBusiness. Entwicklung eines Erklärungsmodells für die Marktdurchdringung ökologischer Produkte auf Basis einer Hemmnisanalyse und Entwicklung geeigneter eBusiness-Konzeptionen zur Überwindung der identifizierten Hemmnisse auf der Basis von Szenarien. Design eines Forschungsvorhabens Laufzeit: 2003 - 2005. In: Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre, 2004, Heft 83, S. 1-18.

GÜNTHER, E.; SCHUH, H. (1999): Entscheidungsorientierte Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung. Empirische Analyse für die öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im Freistaat Sachsen. In: Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre, 1999, Heft 32, S. 1-25.

GÜNTHER, T.; KRIEGBAUM, C. (1999): Life Cycle Costing. Ein Instrument zur Unterstützung der ökologieorientierten Kostenrechnung. In: BAUM, H. (HRSG.): Betriebliche Umweltökonomie in Fällen (Band 1), München [u. a.] 1999, S. 232-286.

GÜNTHER, T.; KRIEGBAUM, C. (1997): Life Cycle Costing: Vergleich Energiesparlampe versus Glühlampe. In: Wirtschaftsstudium, 26. Jg., 1997, Heft 12, S. 1160-1162.

HADELER, T.; ARENTZEN, U. (HRSG.) (2000): Gabler-Wirtschafts-Lexikon. K - R. 15., vollst. überarb. u. aktualisierte Aufl., Wiesbaden 2000.

HAGENMEYER, V. (2009): Innovative Prozessführung - Erfahrungen und Perspektiven. In: Automatisierungstechnische Praxis, 51. Jg., 2009, Heft 1-2, S. 48-64.

HÄNGGI, M. (2008): Wir Schwätzer im Treibhaus. Warum die Klimapolitik versagt. Zürich 2008.

HANSSEN, O. J. (1997): Sustainable industrial product systems: Integration of life cycle assessment in product development and optimisation of product systems (Diss.), Norwegian Univ. of Sci. and Techn. (NTNU), Trondheim 1997.

HARZING, A. (2008): Publish or Perish? The value of Google Scholar for extended impact monitoring. Online im Internet: <http://www.harzing.com/download/popextimpact.pdf>, Stand: März 2008, Abfrage: 21.01.2009.

- HEILALA, J.; MONTONEN, J.; HELIN, K. (2007): Selecting the right system - assembly system comparison with total cost of ownership methodology. In: *Assembly Automation*, 27. Jg., 2007, Heft 1, S. 44-54.
- HENNIG-THURAU, T.; WALSH, G.; SCHRADER, U. (2003): VHB-JOURQUAL: Ein Ranking von betriebswirtschaftlich-relevanten Zeitschriften auf der Grundlage von Expertenurteilen—Ranking. Online im Internet: <http://www.hennig-thurau.de/JOURQUAL%20alphabetisch.htm>, Stand: 08.06.2003, Abfrage: 10.01.2008.
- HERDAN, T.; VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU E. V. (VDMA) (HRSG.) (2007): VDMA: Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung – Maschinen- und Anlagenbau bildet das Rückgrat. Online im Internet: http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Verband/VDMA_Presse/Pressemitteilungen/komm_A_20071205_PI_PS_Energie-+und+Klimaprogramm?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/Home/de/Verband/VDMA_Presse/Pressemitteilungen/komm_A_20071205_PI_PS_Energie-+und+Klimaprogramm, Stand: 05.12.2007, Abfrage: 29.03.2009.
- HERZOG, K. (2005): Lebenszykluskosten von Baukonstruktionen. Entwicklung eines Modells und einer Softwarekomponente zur ökonomischen Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung von Gebäuden. 1. Aufl., Darmstadt 2005.
- HÖFT, U. (1992): Lebenszykluskonzepte. Grundlage für das strategische Marketing- und Technologiemanagement. Berlin 1992.
- HOLZAPFEL, J.; BELLMER, M. (2005): Partnerschaftliche Instandhaltungskonzepte zur Kostenoptimierung durch Online-Diagnose und Lebensdauer verlängernde Maßnahmen. Kraftwerke im Wettbewerb - Technik, Betrieb und Umwelt, VGB-Konferenz, PotsDipl.-arb.m, 25.-27.04.2005, Tagungsband, Essen 2005, S. 1-12.
- HUETING, R.; REIJNDERS, L. (2004): Broad sustainability contra sustainability: the proper construction of sustainability indicators. In: *Ecological Economics*, 50. Jg., 2004, Heft 3-4, S. 249-260.
- HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.) (2008): Environmental life cycle costing. 1. Aufl., Boca Raton 2008.
- HUPPES, G. u. a. (2008): Modelling for Life Cycle Costing. In: HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.): Environmental life cycle costing. 1. Aufl., Boca Raton 2008, S. 17-34.
- HÜSKE, A. (2008): Hemmnisse in Entscheidungsprozessen. Entstehungsfaktoren, deren Messung und Bewertung: Systematisierung und Analyse theoretischer und empirischer Ergebnisse (Dipl.-arb.), Techn. Univ. Dresden 2009.
- INKPEN, A. C. (2001): A Note on Ranking the International Business Journals. In: *Journal of International Business Studies*, 32. Jg., 2001, Heft 1, S. 193-196.
- JANKOWSKI, A. (2006): Optimization of Risk Management by Life Cycle Costing and Application to the European Train Control System (Diss.). Carola-Wilhelmina Techn. Univ. zu

Braunschweig [auch online im Internet: <http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=982752113>, Stand: 30.03.2006, Abfrage: 04.04.2009].

JEONG, K. S.; OH, B. S. (2002): Fuel economy and life-cycle cost analysis of a fuel cell hybrid vehicle. In: *Journal of Power Sources*, 105. Jg., 2002, Heft 1, S. 58-65.

JIANG, R.; ZHANG, W. J.; JI, P. (2003): Required characteristics of statistical distribution models for life cycle cost estimation. In: *International Journal of Production Economics*, 83. Jg., 2003, Heft 2, S. 185-194.

JOHN WILEY & SONS LTD. (HRSG.) (2009): Acronym finder. Stichwort „LCC“. Online im Internet: <http://www3.interscience.wiley.com/stasa/search.html>, Abfrage: 16.1.2009, Stand: 16.1.2009.

KAPPOS, A. J.; DIMITRAKOPOULOS, E. G. (2008): Feasibility of pre-earthquake strengthening of buildings based on cost-benefit and life-cycle cost analysis, with the aid of fragility curves. In: *Natural Hazards*, 45. Jg., 2008, Heft 1, S. 33-54.

KLÖPFFER, W. (2008): Outlook: Role of Environmental Life Cycle Costing in Sustainability Assessment. In: HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.): *Environmental life cycle costing*. 1. Aufl., Boca Raton 2008, S. 157-162.

KOHLER, N.; HASSLER, U.; PASCHEN, H. (1999): Stoffströme und Kosten in den Bereichen Bauen und Wohnen. Ein Bericht der Enquête-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer Nachhaltig Zukunftsverträglichen Entwicklung. Deutschland. Berlin [u. a.] 1999.1999, Abfrage: 1.03.2009.

KÖLLNER, T.; WIESER, R.; STRIEFLER, M. (2009): Betrachtungen zu Life-Cycle-Costing bei Werkzeugmaschinen aus der Sicht eines Automobilzulieferers. In: SCHWEIGER, S. (HRSG.): *Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern*. 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 97-116.

KONER, P. K.; DUTTA, V.; CHOPRA, K. L. (2000): A comparative life cycle energy cost analysis of photovoltaic and fuel generator for load shedding application. In: *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 60. Jg., 2000, Heft 4, S. 309-322.

KORNMEIER, M. (2007): *Wissenschaftstheorie und wissenschaftliches Arbeiten. eine Einführung für Wirtschaftswissenschaftler*. Heidelberg 2007.

KORPI, E.; ALA-RISKU, T. (2008): Life cycle costing: a review of published case studies. In: *Managerial Auditing Journal*, 23. Jg., 2008, Heft 3, S. 240-261.

KROZER, Y. (2008): Life cycle costing for innovations in product chains. In: *Journal of Cleaner Production*, 16. Jg., 2008, S. 310-321.

KUUSISTO, T. (1993): Life Cycle Cost Estimate for the Short Range Antitank Weapon (SRAW) (Nr. 0704-0188), Quantico [auch online im Internet: <http://handle.dtic.mil/100.2/ADA275699>, Stand: September 1993, Abfrage: 05.03.2009].

LABUSCHAGNE, C.; BRENT, A. C. (2005): Sustainable Project Life Cycle Management: the need to integrate life cycles in the manufacturing sector. In: *International Journal of Project Management*, 23. Jg., 2005, Heft 2, S. 159-168.

- LAMPTEY, G.; LABI, S.; LI, Z. (2008): Decision support for optimal scheduling of highway pavement preventive maintenance within resurfacing cycle. In: *Decision Support Systems*, 46. Jg., 2008, Heft 1, S. 376-387.
- LAY, G.; SCHRÖTER, M.; ARMBRUSTER, H. (2009): TCO als Ausgangspunkt für die Entwicklung dienstleistungsbasierter Geschäftsmodelle in der Investitionsgüterindustrie. In: SCHWEIGER, S. (HRSG.): *Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern*. 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 153-179.
- LEE, C. C. (HRSG.) (2000): *Handbook of environmental engineering calculations*. New York [u. a.] 2000.
- LEHRSTUHL FÜR BWL, INSBESONDERE BETRIEBLICHE UMWELTÖKONOMIE - TU DRESDEN (2008): Stichwort "Forschung & Praxis". Online im Internet: <http://www.tu-dresden.de/www/bwlbu/>, Stand: 14.03.2008, Abfrage: 19.03.2009.
- LEXIKON-INSTITUT BERTELSMANN (HRSG.) (1991): *Die große Bertelsmann Lexikothek*. In 15 Bänden. Gütersloh 1991.
- LICHTENVORT, K. u. a. (2008): Introduction: History of Life Cycle Costing, Its Categorization, and Its Basic Framework. In: HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.): *Environmental life cycle costing*. 1. Aufl., Boca Raton 2008, S. 1-16.
- LIEVROUW, L. A. (2001): New media and the pluralization of life-worlds. A role for information in social differentiation. In: *New Media & Society*, 3. Jg., 2001, Heft 1, S. 7-8.
- LUMLEY, S. (1997): The environment and the ethics of discounting: An empirical analysis. In: *Ecological Economics*, 20. Jg., 1997, Heft 1, S. 71-82.
- LUO, L.; VAN DER VOET, E.; HUPPES, G. (2009): Life cycle assessment and life cycle costing of bioethanol from sugarcane in Brazil. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13. Jg., 2009, Heft 6-7, S. 1613-1619.
- MCIVOR, R.; HUMPHREYS, P. (2004): Early supplier involvement in the design process: lessons from the electronics industry. In: *Omega*, 32. Jg., 2004, Heft 3, S. 179-199.
- MICHELSSEN, O.; MAGERHOLM FET, A.; DAHLSTRUD, A. (2006): Eco-efficiency in extended supply chains: A case study of furniture production. In: *Journal of Environmental Management*, 79. Jg., 2006, Heft 3, S. 290-297.
- NAKAMURA, S.; KONDO, Y. (2005): A waste input-output life-cycle cost analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances. In: *Ecological Economics*, 57. Jg., 2005, Heft 3, S. 494-506.
- NESS, B.; URBEL-PIIRSALU, E.; ANDERBERG, S. u. a. (2007): Categorising tools for sustainability assessment. In: *Ecological Economics*, 60. Jg., 2007, Heft 3, S. 498-508.
- NORMENAUSSCHUSS GRUNDLAGEN DES UMWELTSCHUTZES (NAGUS) im DIN (2008): *Jahresbericht 2008 der Geschäftsstelle*, Berlin [auch online im Internet: http://www.nagus.din.de/sixcms_upload/media/2612/NAGUS-Jahresbericht_2008.pdf, Stand: 31.12.2008, Abfrage: 28.01.2009].

NORRIS, G. A. (2001): Integrating Life Cycle Cost Analysis and LCA. In: *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6. Jg., 2001, Heft 2, S. 118-120.

NOSKE, H.; KALOGERAKIS, C. (2009): Design-to-Life-Cycle-Cost bei Investitionsgütern am Beispiel von Werkzeugmaschinen. In: SCHWEIGER, S. (HRSG.): *Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern*. 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 135-152.

O. V. (2002): *Lexikon Rechnungswesen. Alle wichtigen Fachbegriffe von A - Z kurz und einfach erklärt*. Freiburg [u. a.] 2002.

O. V. (1971): *Management-Enzyklopädie. Lagerhaltung bis Publizität*. Landsberg/Lech 1971.

OLSSON, M.; PIEKENBROCK, D. (1998): *Kompakt-Lexikon Umwelt- und Wirtschaftspolitik*, 3. Bonn 1998.

ORLITZKY, M.; SCHMIDT, F. L.; RYNES, S. L. (2003): Corporate Social and Financial Performance: A Meta-analysis. In: *Organization Studies*, 24. Jg., 2003, Heft 3, S. 403-441.

ORLITZKY, M.; SWANSON, D. L. (2002): Value Attunement: Toward a Theory of Socially Responsible Executive Decision-Making. In: *Australian Journal of Management*, 27. Jg., 2002, S. 119.

ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR (HRSG.) (2009): *Lebenszykluskosten Prognosemodell. Projekt "Immobilien-Datenbank Analysen zur Ableitung lebenszyklusorientierter Investitionsentscheidungen"*. Online im Internet: [http://www.eva.ac.at/\(de,nopubl\)/projekte/lzk.htm](http://www.eva.ac.at/(de,nopubl)/projekte/lzk.htm), Stand: 04.03.2009, Abfrage: 04.03.2009.

PELZETER, A. (2007): Building optimisation with life cycle costs – the influence of calculation methods. In: *Journal of Facilities Management*, 5. Jg., 2007, Heft 2, S. 115-128.

PERERA, H. S. C.; NAGARUR, N.; TABUCANON, M. T. (1999): Component part standardization: A way to reduce the life-cycle costs of products. In: *International Journal of Production Economics*, 60-61. Jg., 1999, S. 109-116.

PFOHL, H.; WÜBBENHORST, K. L. (1983): *Lebenszykluskosten - Ursprung, Begriff und Gestaltungsvariablen*. In: *Journal der Betriebswirtschaft*, 1983, Heft 3, S. 142-k.A.

POLLERT, A.; KIRCHNER, B.; POLZIN, J. M. (2008): *Duden - Wirtschaft von A bis Z*, 3. Aufl. Mannheim [u. a.] 2008.

PORTER, M. E. (1999): *Wettbewerbsstrategie*. Frankfurt/Main 1999.

PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. (2006): Strategy & Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. In: *Harvard business review*, 84. Jg., 2006, Heft 12, S. 78-92.

PREISIG, H.; KASSER, U. (2008): *Lebenszykluskosten – Nutzen oft teurer als Bauen*. In: GRUPPE DER SCHWEIZERISCHEN BAUINDUSTRIE (SBI) (HRSG.): *Jahresbericht 2005* Bern 2008, S. 15-23.

RABL, A.; HOLLAND, M. (2008): Environmental Assessment Framework for Policy Applications: Life Cycle Assessment, External Costs and Multi-criteria Analysis. In: *Journal of Environmental Planning & Management*, 51. Jg., 2008, Heft 1, S. 81-105.

- RAGIN, C. C. (1994): *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative*. Berkeley 1994.
- RAVEN, B. H. (1993): The bases of power: Origins and recent developments. In: *Journal of Social Issues*, 49. Jg., 1993, Heft 4, S. 227-251.
- REBITZER, G.; NAKAMURA, S. (2008): *Environmental Life Cycle Costing*. In: HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.): *Environmental life cycle costing*. 1. Aufl., Boca Raton 2008, S. 35-58.
- REBITZER, G.; HUNKELER, D. (2003): Life Cycle Costing in LCM: Ambitions, Opportunities, and Limitations. In: *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8. Jg., 2003, Heft 5, S. 253-256.
- REBITZER, G.; HUNKELER, D.; JOLLIET, O. (2003): LCC—The economic pillar of sustainability: Methodology and application to wastewater treatment. In: *Environmental Progress*, 22. Jg., 2003, Heft 4, S. 241-249.
- RECHNUNGSLEGUNGS INTERPRETATIONS COMMITTEE (RIC) - DEUTSCHES RECHNUNGSLEGUNGS STANDARDS COMMITTEE E.V. (DRSC) (HRSG.) (2005): Entwurf Rechnungslegung Interpretation Nr. 3 (E-RIC 3) - Verpflichtung zur Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten. Online im Internet: http://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Wirtschaft_Recht/Betriebswirtschaft/Rechnungslegung/R_ckstellung_Elektro-Altger_te/E-RIC3.pdf, Stand: 11.10.2005, Abfrage: 03.04.2009.
- REICH, M. C. (2005): Economic assessment of municipal waste management systems—case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC). In: *Journal of Cleaner Production*, 13. Jg., 2005, Heft 3, S. 253-263.
- ROTHSTEIN, H. R.; SUTTON, A. J.; BORENSTEIN, M. (HRSG.) (2005): *Publication Bias in Meta-Analysis. Prevention, Assessment and Adjustments*. Chichester 2005.
- RÜDENAUER, I.; EBERLE, U.; GRIEBHAMMER, R. (2006): *Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung Wäschewaschen. Vergleich des Waschens bei durchschnittlichen Waschttemperaturen mit Waschen bei niedrigeren Waschttemperaturen*, Endbericht, Freiburg [auch online im Internet: <http://www.oeko.de/oekodoc/289/2006-008-de.pdf>, Stand: 16.08.2006, Abfrage: 04.04.2009].
- SARMA, K. C.; ADELI, H. (2002): Life-cycle cost optimization of steel structures. In: *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 55. Jg., 2002, Heft 12, S. 1451-1462.
- SCHMIDT, F. R. (2000): *Life cycle target costing; ein Konzept zur Integration der Lebenszyklusorientierung in das Target costing*. Aachen 2000.2000, Abfrage: 17.01.2009.
- SCHMIDT, W. (1997): *Ökologische Grenzkosten der Kreislaufwirtschaft (Diss.)*, Techn. Univ. Berlin 1997.
- SCHÖNHEIT, M. (1997): *Wirtschaftliche Prozeßgestaltung: Entwicklung, Fertigung, Auftragsabwicklung*. Berlin [u. a.] 1997.
- SCHUB, A.; STARK, K. (1985): *Life cycle cost von Bauobjekten; Methoden zur Planung von Erst- u. Folgekosten*. Köln 1985, Abfrage: 1.03.2009.

- SCHULZE, R. (2005): ... teures Vergnügen mit unsicherem Ausgang ... Standpunkt: Dr.-Ing. Horst Gerlach, Mitglied der Hauptgeschäftsführung des ZVEI, über künftige Normungs- und Gremienarbeiten. In: VDI Nachrichten. Online im Internet: http://www.vdi-nachrichten.com/vdi_nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?source=volltext&cat=1&id=24547, Stand: 21.10.2005, Abruf: 28.03.2009.
- SCHWEIGER, S. (HRSG.) (2009): Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. 1. Aufl., Wiesbaden 2009.
- SCHWISTER, K. (HRSG.) (2003): Taschenbuch der Umwelttechnik. Mit 59 Tabellen. München [u. a.] 2003.
- SCIMAGO (HRSG.) (2009): SCImago Journal & Country Rank. Online im Internet: <http://www.scimagojr.com/>, Stand: 23.01.2009, Abfrage: 23.01.2009.
- SETTANNI, E. (2007): The need for a computational structure of LCC. In: International Journal of Life Cycle Assessment, 13. Jg., 2007, Heft 7, S. 526-531.
- SHERIF, Y. S.; KOLARIK, W. J. (1981): Life cycle costing: Concept and practice. In: Omega, 9. Jg., 1981, Heft 3, S. 287-296.
- SPITZLEY, D. V.; GRANDE, D. E.; KEOLEIAN, G. A. u. a. (2005): Life cycle optimization of ownership costs and emissions reduction in US vehicle retirement decisions. In: Transportation Research Part D, 10. Jg., 2005, Heft 2, S. 161-175.
- STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (DESTATIS) (HRSG.) (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen - Ausgabe 2008. Wiesbaden 2008.
- STEWART, M. G. (2001): Reliability-based assessment of ageing bridges using risk ranking and life cycle cost decision analyses. In: Reliability Engineering & System Safety, 74. Jg., 2001, Heft 3, S. 263-273.
- STICKEL-WOLF, C.; WOLF, J. (2001): Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Erfolgreich studieren - gewusst wie! 1. Aufl., Wiesbaden 2001.
- SWARR, T.; HUNKELER, D. (2008): Life Cycle Costing in Life Cycle Management. In: HUNKELER, D. J.; LICHTENVORT, K.; REBITZER, G. (HRSG.): Environmental life cycle costing. 1. Aufl., Boca Raton 2008, S. 77-90.
- THOFT-CHRISTENSEN, P. (2008): Modelling User Costs in Life-Cycle Cost-Benefit (LCCB) Analysis. In: SORENSEN, J. D.; FRANGOPOL, D. M. (HRSG.): 14th IFIP WG7.5 Working Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems, Toluca, MX, 06.-09.08.2008, Proceedings, London 2008, S. 1-10.
- THOMSON REUTERS (HRSG.) (2008): 2007 JCR Science Edition. ISI Journal Citation Report®. Online im Internet: <http://admin-apps.isiknowledge.com/JCR/JCR>, Stand: 20.11.2008, Abfrage: 23.01.2009.
- UDO DE HAES, H. A.; HEIJUNGS, R.; SUH, S. u. a. (2004): Three Strategies to Overcome the Limitations of Life-Cycle Assessment. In: Journal of Industrial Ecology, 8. Jg., 2004, Heft 3, S. 19-32.

- UHL, H. (2002): Mehrdimensionale Optimierung der Lifecycle Costs von komplexen (Industrie-) Anlagen und Systemen unter Beachtung von Wissensmanagement-Ansätzen. Online im Internet: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=968772986&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=968772986.pdf, Stand: 2002, Abfrage: 04.03.2007.
- UK OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE (OGC) (HRSG.) (2009): Life Cycle Costing. Online im Internet: http://www.ogc.gov.uk/implementing_plans_introduction_life_cycle_costing_.asp, Stand: 13.02.2009, Abfrage: 13.02.2009.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (HRSG.) (2008): Umweltfreundliche Beschaffung. Ökologische und wirtschaftliche Potenziale rechtlich zulässig nutzen (Nr. FKZ 206 95 300), Berlin [auch online im Internet: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3687.pdf>, Stand: 02.12.2008, Abfrage: 04.03.2009].
- VAL, D. V.; STEWART, M. G. (2003): Life-cycle cost analysis of reinforced concrete structures in marine environments. In: *Structural Safety*, 25. Jg., 2003, Heft 4, S. 343-362.
- VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE (VCI) (HRSG.) (1996): Umwelt und Chemie von A - Z. 10, verb. Aufl., Freiburg 1996.
- VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU E. V. (VDMA) (2007): VDMA-Einheitsblatt 34160 Berichtigung 1:2007 - Prognosemodell für die Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen. Frankfurt/Main 2007.
- VOSS, H. (2006): Life Cycle Logistics: der Weg zur produktlebenszyklusorientierten Ersatzteillogistik (Diss.). In: Schriftenreihe Logistik der Kühne-Stiftung, Band 11, Univ. Nürnberg 2006.
- WEGNER, M. (2001): Life-Cycle-Costing als Instrument des strategischen Kostenmanagements (Dipl.-arb.), Fachhochschule Mittweida 2001.
- WITTE, E. (1999): Promotoren. Schlüsselpersonen für Entwicklung und Marketing innovativer Industriegüter. In: HAUSSCHILDT, J.; GEMÜNDEN, H. G.; WITTE, E. (HRSG.): Promotoren. Champions der Innovation. 2. Aufl., Wiesbaden 1999, S. 43-64.
- WOLL, A.; VOGL, G.; WEIGERT, M. M. (HRSG.) (2000): Wirtschaftslexikon. 9., völlig überarb. u. erw. Aufl., München [u. a.] 2000.
- WOODWARD, D. G. (1997): Life cycle costing—Theory, information acquisition and application. In: *International Journal of Project Management*, 15. Jg., 1997, Heft 6, S. 335-344.
- WÜBBENHORST, K. L. (1992): Lebenszykluskosten. In: SCHULTE, C. (HRSG.): Effektives Kostenmanagement; Methoden und Implementierung, Stuttgart 1992, S. 245-272.
- WÜBBENHORST, K. L. (1986): Life cycle costing for construction projects. In: *Long Range Planning*, 19. Jg., 1986, Heft 4, S. 87-97.
- WÜBBENHORST, K. L. (1984): Konzept der Lebenszykluskosten; Grundlagen, Problemstellungen und technologische Zusammenhänge (Diss.), Techn. Hochschule Darmstadt 1984.
- ZEBOLD, C. (1996): Lebenszykluskostenrechnung. Wiesbaden 1996.

ZENTRALVERBAND ELEKTROTECHNIK- UND ELEKTRONIKINDUSTRIE E.V. (ZVEI) (HRSG.) (2008): Einsparpotenzial eine Milliarde Kilowattstunden jährlich; ZVEI fordert: Externe Stromversorgungen effizienter machen. Online im Internet: https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse/2008/Pr2008-014.pdf, Stand: 19.03.2008, Abfrage: 26.03.2009.

ZENTRALVERBAND ELEKTROTECHNIK- UND ELEKTRONIKINDUSTRIE E.V. (ZVEI) (HRSG.) (2005): Protokoll zum siebten CEO-Treffen der Bestückungsindustrie am 08.11.2005 bei Siemens in Karlsruhe. Online im Internet: http://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Fachverbaende/Electronic_Components/ERB/FG_IV/CEO_Treffen/051108/05-11-08_Protokoll_FGIV_CEO-Treffen.pdf, Stand: 08.11.2005, Abfrage: 02.03.2009.

Abstract

Die vorliegende Arbeit untersucht Wesensmerkmale des Life Cycle Costing (LCC, dt. Lebenszykluskostenrechnung) und dessen Anwendung veröffentlicht in Fachzeitschriften. Aufgrund der langen Historie des LCC seit Beginn der 30er Jahre, gibt es zu dem Forschungsthema bereits eine Vielzahl theoretischer und empirischer Studien. Dennoch existiert bis heute keine einheitliche Definition oder ein standardisierter methodischer Rahmen. Das Ziel dieser Arbeit ist es, LCC zu charakterisieren und eine sinnvolle Methode für die Klassifizierung der vorhandenen Forschungsarbeiten zu identifizieren um methodische und inhaltliche Unterschiede darzustellen.

Angewandt wird die Methodik des Literature Review, respektive einer Mischform explorativ-induktiver, qualitativer und quantitativer Inhaltsanalyse. Den Prozess der Charakterisierung und Systematisierung leiten folgende Fragestellungen: Was sind die Motivatoren der Anwendung von LCC in Firmen? Gibt es ein standardisiertes Konzept analog zur Ökobilanz (LCA)? Was sind die wesentlichen Vorteile von LCC? Was ist momentan unbefriedigend erforscht? Wo und in welcher Form wird LCC angewandt? Ergeben sich aus F-1 bis F-4 spezifische Anwendungsbereiche? Zu Beginn erfolgt im Sinne der Vision des *Life Cycle Thinking* eine Erörterung möglicher Motivationen einer Zuwendung zu LCC aus unternehmerischer Entscheidungsperspektive. Dem folgt eine umfangreiche Analyse und Diskussion der wesentlichen Charakterzüge von LCC. Ausgehend dieser Erkenntnis ist ein Analyseraster abgeleitet um die zu bewertenden Studien geeignet zu kategorisieren.

Ein direktes Ergebnis stellt die Evaluierung von 34 Studien zu LCC dar. Als mittelbare Ergebnisse der Systematisierung gelten die Erkenntnisse zur Wahl einer optimierten Suchstrategie und die Schaffung eines Startpunkts für Forscher, die sich zukünftig mit Detailfragen des LCC beschäftigen.

Stichwörter: Life cycle costing; LCC; Lebenszykluskostenrechnung; Lebenszykluskosten; Methodik; Modell; Literature Review; Metaanalyse; Inhaltsanalyse; Systematisierung

In dieser Reihe sind bisher erschienen:

<i>Nummer</i>	<i>Autoren</i>	<i>Titel</i>
01/1996	Günther, T. / White, M. / Günther E. (Hrsg.) Schill, O.	Ökobilanzen als Controllinginstrument  Download
02/1998	Günther, E. (Hrsg.) Salzmann, O.	Revisionäre Zeit- und Geschwindigkeitsbetrachtungen im Dreieck des Sustainable Development  Download
I/2000	Günther, E. (Hrsg.) Schmidt, A.	Auszug aus der Diplomarbeit: Umweltmanagement und betriebswirtschaftlicher Nutzen. Eine theoretischen Analyse und empirische Untersuchung am Beispiel ÖKOPROFIT München  Download
03/2000	Günther, E. / Schill, O. (Hrsg.) Klauke, I.	Kommunales Umweltmanagement: Theoretische Anforderungen und Einordnung vorhandener Ansätze  Download
04/2000	Günther, E. (Hrsg.) Krebs, M.	Aufgaben- und Organisationsstruktur der Umweltpolitik in der Bundesrepublik Deutschland  Download
05/2000	Günther, E. / Schill, O. (Hrsg.) Sicker, B.	Umweltfreundliche Beschaffung und Abfallmanagement in öffentlichen Einrichtungen - Eine Untersuchung am Landratsamt Bautzen und Klinikum Bautzen-Bischofswerda  Download
	Günther, E. / Thomas, P. (Hrsg.) Wollmann, R.	Integration des Instrumentes Environment-oriented Cost Management in die Controllingprozesse von Unternehmen in Entwicklungsländern Ergebnisse der Zusammenarbeit mit dem Pilotvorhaben zur Unterstützung umweltorientierter Unternehmensführung in Entwicklungsländern (P3U) der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) Erschienen in den Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre Nr. 50/01  Download

Fortsetzung:

06/2001	Günther, E. / Berger, A. (Hrsg.) Kaulich, S.	Ermittlung kritischer Erfolgsfaktoren für die Implementierung der Umwelleistungsmessung in Unternehmen, insbesondere für die Maschinenbaubranche  Download
07/2001	Günther, E. / Berger, A. (Hrsg.) Scheibe, L.	Konzeption eines Umweltkennzahlensystems zur Umwelleistungsmessung für Prozesse unter Beachtung der in Unternehmen vorliegenden Rahmenbedingungen  Download
08/2001	Krebs, P. / Günther, E. / Obenaus, G. (Hrsg.) Bölter, C.	Regenwassernutzung im nicht privaten Bereich Eine technische und wirtschaftliche Analyse dargestellt am Beispiel des Fraunhofer-Institutszentrum Dresden  Download
09/2001	Krause, W. / Günther, E. / Schulze, L. (Hrsg.) Huber, V.	Ökologische Bewertung von Reinigungsprozessen in der Oberflächentechnik - Möglichkeiten zum Einsatz integrierter Umweltschutztechnologien  Download
10/2001	Wingrich, H. / Günther, E. / Reißmann, F. / Kaulich, S. / Kraft, A. (Hrsg.) Seidel, T.	Vergleichende Untersuchungen zur Wasseraufbereitung mit getauchten Membranen  Download
11/2002	Koch, R. / Günther, E. / Fröhlich, J. / Jetschny, W. / Klauke, I. (Hrsg.) Sauer, T.	Aufbau eines integrierten Umweltmanagementsystems im universitären Bereich  Download
12/2003	Günther, E. / Berger, A. / Hochfeld, C. (Hrsg.) Tröltzsch, J.	Treibhausgas-Controlling auf Unternehmensebene in ausgewählten Branchen  Download

Fortsetzung:

<p>13/2003</p>	<p>Günther, E. / Neuhaus, R. / Kaulich, S. (Hrsg.) Becker, S. / Kornek, S. / Kreutzfeldt, C. / Opitz, S. / Richter, L. / Ulmschneider, M. / Werner, A.</p>	<p>Entwicklung von Benchmarks für die Umweltleistung innerhalb der Maschinenbaubranche Eine Benchmarkingstudie im Auftrag der Siemens AG  Download</p>
	<p>Günther, T. / Günther, E. (Hrsg.) Hoppe, H.</p>	<p>Umweltaspekte und ihre Wertrelevanz für die Unternehmen: Eine Zusammenfassung existierender empirischer Forschungsergebnisse. Erschienen in den Dresdner Beiträgen zur Betriebswirtschaftslehre Nr. 81/04  Download</p>
<p>14/2004</p>	<p>Günther, E. / Klauke, I. (Hrsg.) Kreutzfeldt, C.</p>	<p>Herausforderungen für die nachhaltige öffentliche Beschaffung in der Tschechischen Republik im Zuge der EU-Osterweiterung  Download</p>
<p>15/2004</p>	<p>Günther, E. / Farkavcová, V. / Hoppe, H. (Hrsg.) Jacobi, R. / Scholz, F. / Umbach, F. / Wagner, B. / Warmuth, K.</p>	<p>Entwicklung eines integrierten Managementsystems bei einem mittelständischen Unternehmen der Entsorgungswirtschaft Verknüpfung von Umweltmanagement und Qualitätsmanagement unter besonderer Berücksichtigung der Transportprozesse in der Entsorgungsbranche  Download</p>
<p>16/2004</p>	<p>Günther, E. / Will, G. / Hoppe, H. (Hrsg.) Ulmschneider, M.</p>	<p>Life Cycle Costing (LCC) und Life Cycle Assessment (LCA) – eine Übersicht bestehender Konzepte und deren Anwendung am Beispiel von Abwasserpumpstationen  Download</p>
<p>17/2005</p>	<p>Günther, E. / Hoppe, H. / Klauke, I. (Hrsg.) Deuschle, T. / Friedemann, J. / Kutzner, F. / Mielecke, T. / Müller, M.</p>	<p>Einweg- und Mehrwegtextilien im Krankenhaus – das Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie  Download</p>

Fortsetzung:

18/2005	Günther, T. / Günther, E. / Hoppe, H. (Hrsg.) Mahlendorf, M.	Entwicklung eines Entscheidungsmodells zur Anwendung von Umweltkostenrechnungssystemen: Aktuelle Entwicklungen und Anwendungsbereiche  Download
19/2006	Günther, E. / Kaulich, S. (Hrsg.) Kornek, S.	Entwicklung einer Methodik eines integrierten Managementsystems von Umwelt-, Qualitäts- und Arbeitsschutzaspekten unter besonderer Betrachtung des Risikomanagements  Download
20/2006	Günther, E. / Lehmann-Waffenschmidt, W. (Hrsg.) Bolze, C. / Ernst, T. / Greif, S. / Krügler, S. / Nowotnick, M. / Schneider, A. / Steneberg, B.	Entschleunigung von Konsum- und Unternehmensprozessen  Download
21/2006	Günther, E. / Farkavcovà, V. (Hrsg.) König, J	Ökologische Bewertung von Transportprozessen - Systematisierung und Analyse existierender Bewertungsverfahren und Studien  Download
22/2006	Günther, E. / Becker, U. J. / Farkavcovà, V. (Hrsg.) Kutzner, F.	Emissionshandel im Verkehr - Konsequenzen aus einzelwirtschaftlicher Perspektive  Download
23/2006	Günther, E. / Hoppe, H. (Hrsg.) Mielecke, T.	Erstellung einer Sachbilanz-Studie und Modellierung des Lebensweges von Operationstextilien  Download
24/2007	Günther, E. / Scheibe, L. (Hrsg.) Laitenberger, K. / Meier, K. / Poser, C. / Röthig, D. / Stienen, J. / Tobian, S.	Umweltkennzahlen zur Prozessbewertung  Download

Fortsetzung:

25/2007	Günther, E. / Bilitewski B. / Hoppe, H. / Janz, A.(Hrsg.) Greif, S.	Ökonomische Analyse der Rückgewinnung von hochwertigen Metallen aus elektrischen und elektronischen Altgeräten in Deutschland  Download
26/2007	Günther, E. (Hrsg.) Steneberg, B.	Beschleunigung und Entschleunigung – eine empirische Untersuchung der Zahlungsbereitschaft für Entschleunigung.  Download
27/2007	Günther, E. / Becker, U./ Gerike, R. / Nowack, M. (Hrsg.) Friedemann, J.	Analyse von Verteilungswirkungen externer Effekte im Verkehr  Download
28/2007	Günther, E. / Hoppe, H. (Hrsg.) Poser, C.	Komponenten und Einflussfaktoren der Umweltleistung eines Unternehmens: Strukturierung und Strukturanalyse auf Basis theoretischer und empirischer Ergebnisse  Download
29/2007	Günther, E./ Hoppe, H. (Hrsg.) Laitenberger, K.	Der Einfluss des Umweltschutzes auf die Wettbewerbsfähigkeit von Ländern und Industrien  Download
30/2008	Günther, E. (Hrsg.) Meier, K.	Die Umweltleistung in der Umweltberichterstattung von Unternehmen und deren Zusammenhang mit der ökonomischen Leistung  Download
31/2008	Günther, E./ Tränckner, J./ Nowack, M. (Hrsg.) Röthig, D.	Betriebswirtschaftliche Analyse der Kapazitätsauslastung in der Siedlungsentwässerung  Download
32/2008	Günther, E. / Tränckner, J. / Nowack, M. (Hrsg.) Gaitzsch, G.	Analyse der Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Siedlungsentwässerung mit Hilfe des Realoptionsansatzes  Download
33/2008	Günther, E. / Scheibe, L. (Hrsg.) Hüske, A.-K.	Hemmnisse in Entscheidungsprozessen  Download

34/2009	Günther, E. / Günther, T. / Nowack, M. (Hrsg.) John, S.	Bewertung der Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Abwasserbetriebe Bautzen mit Hilfe der Szenarioanalyse  Download
35/2009	Günther, E. / Hüske, A.-K. / Hutter, K. / SoyeZ, K. / Stechemesser, K. (Hrsg.) Domke, T. / Geißler, M. / Gornickel, D. / Görtz, A. / Heide, N. / Hentschel, N. / Hildebrandt, S. / Kasten, M. / Loitsch, N. / Schmidt, M. / Starke, M. / Villalba, M.	Hemmnisse umweltfreundlichen Verhaltens  Download
36/2009	Günther, E. / Stechemesser, K. (Hrsg.) Bergheim, K. / Gerbaulet, C. / Graßhoff, N. / Kittlaus, B. / Klapper, H. / Plischtil, M. / Rehm, F. / Scheel, R.	Anwendung monetärer und nicht-monetärer Entscheidungsinstrumente. Am Beispiel von Investitionsentscheidungen der MAN Nutzfahrzeuge AG.  Download
37/2009	Günther, E. (Hrsg.) Höhne, C.	Life Cycle Costing – Systematisierung bestehender Studien  Download