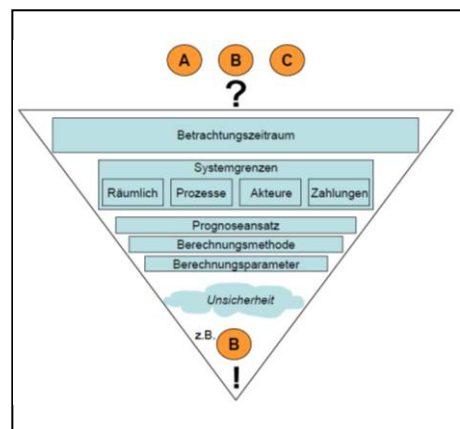
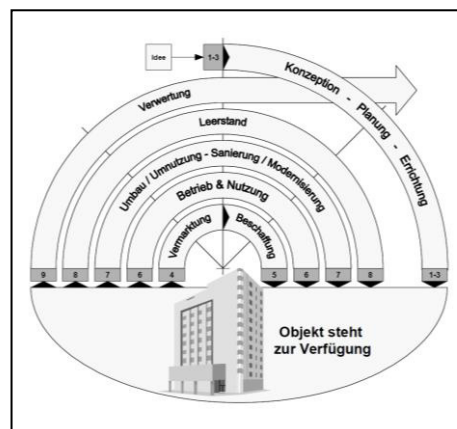
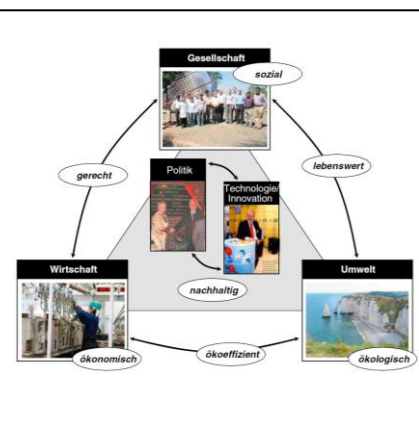


MASTERARBEIT



$$KW = -I_0 + \sum_{t=1}^T (E_t - A_t) \cdot (1 + i_k)^{-t} + L_T \cdot (1 + i_k)^{-T}$$

KW Kapitalwert einer Investition
 I_0 Investitionssumme oder Anschaffungskosten
 E_t Einzahlungen
 A_t Auszahlungen

LEBENSZYKLUSKOSTENRECHNUNG IN DER BAUWIRTSCHAFT

Analyse und Vergleich von Normen und Ansätzen

Verfasser
 Daniel Bichler
 #0831062

Vorgelegt am
 Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Betreuer
 Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Mitbetreuender Assistent
 DDipl.-Ing. Johannes Wall

Graz, am 15. März 2014

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz,

date

.....

(signature)

Gleichheitsgrundsatz

In der vorliegenden Masterarbeit wird auf eine Aufzählung beider Geschlechter oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort zugunsten einer leichteren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Es soll an dieser Stelle jedoch ausdrücklich festgehalten werden, dass allgemeine Personenbezeichnungen für beide Geschlechter gleichermaßen zu verstehen sind.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner gesamten Studienzeit und auch während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind. Ohne meine Freunde, die mir stets mit Wissen aus der Praxis geholfen haben, wäre es nicht gegangen. Danke Bojan, Florian und Georg.

Ich möchte mich ebenfalls bei Jürgen und Stefan bedanken, ohne die meine Studienzeit bestimmt nicht so unvergesslich geworden wäre und die eine oder andere Prüfung sicher nicht so gut geklappt hätte.

Besonderer Dank gebührt meinen Eltern, Carmen, Gerhard und meinem Bruder David, welche unentwegt an mich geglaubt haben und immer ein offenes Ohr hatten, auch wenn die Zeit knapp war.

Weiters möchte ich mich bei meiner Freundin Christine bedanken, die mir die gesamte Ausbildungszeit hindurch treu zur Seite gestanden ist.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler und Herrn DDipl.-Ing. Johannes Wall.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Kurzfassung

LEBENSZYKLUSKOSTENRECHNUNG IN DER BAUWIRTSCHAFT

Analyse und Vergleich von Normen und Ansätzen

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit der Thematik der Lebenszykluskostenrechnung in der Bauwirtschaft. Diese Arbeit dient dazu, den Status Quo in Österreich und ausgewählten Nachbarländern, wie Deutschland und der Schweiz, zu analysieren und zu reflektieren. Dabei werden die einschlägigen Normen mit ihrem Inhalt analysiert und die Unterschiede verglichen. Um eine möglichst unabhängige, nicht nur auf den deutschen Sprachraum bezogene, wertfreie Untersuchung zu gewährleisten, wird die internationale ISO miteinbezogen.

Desweiteren beschäftigt sich diese Arbeit damit, die Zielsetzung bestehender Zertifizierungsverfahren, wie auch den wissenschaftlichen Ansatz von Girmscheid, welche von Normen unabhängig sind, zu analysieren und den Normen gegenüberzustellen.

Im ersten Teil der Arbeit werden alle notwendigen Grundlagen in Bezug auf Lebenszykluskosten, Einordnung in die Betriebswirtschaftslehre und Berechnung erläutert.

Lebenszykluskostenrechnung ist eine Mischdisziplin aus Kosten- und Investitionsrechnung. Daher werden im Grundlagenkapitel Teile der Kostenrechnung erläutert und im Investitionsrechnungskapitel wird auf die verbreitetsten Methoden der Investitionsrechnung eingegangen.

Im Hauptteil der Arbeit werden die ausgewählten Normen, Zertifizierungsverfahren und das Modell von Girmscheid analysiert. Die Unterschiede werden in Matrizen zusammengefasst.

Die Arbeit wird dabei helfen, sich einen schnellen repräsentativen Überblick über den derzeitigen Stand der Lebenszykluskostenrechnung in Normung, Privatwirtschaft und auf wissenschaftlicher Ebene zu verschaffen und die bestehenden Unterschiede in der Thematik, abhängig von der nationalen Auffassung, wiedergeben.

Abstract

LIFE-CYCLE COSTING IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Analysis and comparison of standards and methodical approaches

This master thesis deals with the issue of life-cycle costing in the construction industry, focused on analysis and reflection. This work serves the existing status quo in Austria and selected neighbouring countries, such as Germany and Switzerland. The relevant standards are analyzed by contents and compared to their differences. Standards of the German-speaking area and the international ISO are investigated in order to ensure an independent view on the topic.

Furthermore, this work deals with existing certification procedures and the scientific approach by Girmscheid. These approaches are independent of standards. They are analyzed on content and objective and compared to existing standards.

In the first part of the work all necessary basics in terms of life-cycle costs, the assignment to the business administration and their calculation are covered.

Life-cycle costing is a hybrid discipline of cost accounting and capital budgeting. Therefore, parts of cost accounting basics are explained first and then the investment accounting chapter explains the most widespread methods of investment.

The main part of the work, the selected standards, certification procedures and the model by Girmscheid are analyzed and compared in matrices.

This thesis should help to gain a quick representative overview of the current status of life-cycle costing in standardization, the private sector and on scientific level and reflects the differences in the subject depending on the national perspective.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	III
Gleichheitsgrundsatz.....	IV
Danksagung.....	V
Kurzfassung.....	VI
Abstract.....	VII
Inhaltsverzeichnis.....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	X
Tabellenverzeichnis.....	XI
Formelverzeichnis.....	XII
Abkürzungsverzeichnis.....	XII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Problemstellung.....	2
1.3 Zielsetzung	3
1.4 Abgrenzung des Themas.....	4
1.5 Vorgehensweise	5
1.6 Aufbau der Arbeit.....	7
2 Theoretische Grundlagen	8
2.1 Betriebswirtschaftliche Einordnung der Lebenszykluskostenrechnung	8
2.2 Nachhaltigkeit in Bezug auf Lebenszykluskosten.....	11
2.3 Herkunft und historischer Überblick	13
2.4 Entstehung von Lebenszykluskosten	15
2.5 Warum sind Lebenszykluskosten in der Baubranche bislang nur von geringer Bedeutung	16
2.6 Grundlagen der Lebenszykluskostenerfassung.....	18
2.7 Lebenszyklus- und Lebensphasenkonzept	20
2.8 Lebenszyklusphasen eines Gebäudes.....	23
2.9 Kostenerfassung.....	25
2.10 Methodik der Lebenszykluskostenrechnung.....	28
2.11 Beeinflussung von Lebenszykluskosten.....	30
2.12 Qualität, Zeit und Kosten als maßgebende Variablen	33
2.13 Systemabgrenzung Betrachtungswinkel	34
3 Methoden der Investitionsrechnung	36
3.1 Kapitalwertmethode	38
3.2 Annuitätenmethode.....	39
3.3 Methode des internen Zinsfußes.....	40
3.4 Methode des modifizierten internen Zinsfußes.....	41
3.5 Dynamische Amortisationsrechnung.....	41
3.6 Vermögensendwertmethode	42
3.7 Vollständiger Finanzplan.....	43
3.8 Methoden Anwendungsmatrix Vor- und Nachteile der Verfahren	44
4 Überblick Normen	46
4.1 Grundlagen zu Normen.....	46

4.2	ÖNORM 1801-1/2 und 4.....	48
4.2.1	Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 1: Objekterrichtung	48
4.2.2	Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2: Objektfolgekosten	50
4.2.3	Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten	53
4.3	DIN 276-1/4 und DIN 18960.....	55
4.3.1	DIN 276-1 Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau.....	55
4.3.2	DIN 276-4 Kosten im Bauwesen – Teil 4: Ingenieurbau	56
4.3.3	DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau	56
4.4	GEFMA 100/200 und 220-1/2 Facility Management.....	58
4.4.1	GEFMA 100-1/2 Facility Management Grundlagen und Leistungsspektrum.....	59
4.4.2	GEFMA 200 Kosten im Facility Management.....	61
4.4.3	GEFMA 220-1/2 Lebenszykluskosten im Facility Management	61
4.5	SN 506 511/512, SIA 112, SIA 480 und IFMA Teil 1	67
4.5.1	SN 506 511 Baukostenplan Hochbau	67
4.5.2	SN 506 512 Baukostenplan Tiefbau.....	68
4.5.3	SIA 112 Leistungsmodell	69
4.5.4	SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung im Hochbau	70
4.5.5	IFMA Lebenszykluskostenermittlung von Immobilien Teil 1	73
4.6	ISO 15686-5	75
5	Gegenüberstellung der Kostenstrukturen	83
5.1	Zeitliche und Objektbezogene Kostenzuordnung	83
5.2	Kostenstrukturmatrix.....	84
5.3	Elementare Unterschiede	85
5.4	Erfassung von externen Kosten und Nutzen	89
6	Systematische Ansätze	90
6.1	LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell	91
6.2	Modell der ÖGNB	98
6.3	Modell des BNB.....	100
6.4	Modell der DGNB und ÖGNI.....	102
6.5	Umgang mit Unsicherheiten in der Lebenszykluskostenrechnung.....	105
6.6	Szenarienuntersuchung.....	107
6.7	Sensitivitätsanalyse	108
7	Vergleichsmatrix	110
7.1	Wichtige Unterschiede in der Auffassung.....	112
8	Zusammenfassung	113
8.1	Resümee	114
8.2	Ausblick	118
Anhang		120
Glossar		124
Literaturverzeichnis		126

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Mind-Map.....	6
Abbildung 2:	Kostenrechnungsportfolio	9
Abbildung 3:	Instrumente für das Management von Kostenniveau und Kostenstruktur.....	10
Abbildung 4:	Zieldreieck der nachhaltigen Entwicklung.....	12
Abbildung 5:	Zeitlinie Entwicklung LCC	14
Abbildung 6:	Eisbergtheorie,.....	15
Abbildung 7:	Hauptfaktoren für den Preisdruck am Baumarkt im deutschsprachigen Raum	17
Abbildung 8:	WLC und LCC Abgrenzung	19
Abbildung 9:	Abgrenzung der Grundbegriffe des Rechnungswesen	20
Abbildung 10:	Allgemeine Lebenszyklusmodelle.....	21
Abbildung 11:	Klassischer Produktlebenszyklus.....	22
Abbildung 12:	Integrierter Produktlebenszyklus.....	23
Abbildung 13:	Baulebenszyklusphasen	24
Abbildung 14:	Zusammenhang Ausgaben und Projektphasen.....	25
Abbildung 15:	Trade-off Prinzip	30
Abbildung 16:	Kosten und Kostenbeeinflussbarkeit.....	31
Abbildung 17:	Lebenszykluskosten im Projektverlauf.....	31
Abbildung 18:	LZK-Projektphasen Beispiel.....	32
Abbildung 19:	Erweiterung Kostendreieck	33
Abbildung 20:	Betrachtungswinkel Immobilienmanagement.....	34
Abbildung 21:	Methoden der Investitionsrechnung,	36
Abbildung 22:	Hierarchie von Regelwerken.....	47
Abbildung 23:	Wissensstand und Wissensverbreitung	48
Abbildung 24:	Kostentrichter.....	50
Abbildung 25:	Gesamtkosten der Errichtung und Folgekosten.....	53
Abbildung 26:	LzK als Kapitalfluss nach ÖNORM B 1801-4.....	54
Abbildung 27:	LzK mit AfA und Finanzierung nach ÖNORM B 1801-4	54
Abbildung 28:	Lebenszyklusphasen Liniendarstellung	59
Abbildung 29:	Lebenszyklusphasen - zyklische Darstellung.....	60
Abbildung 30:	Modellierungsschema von LzK nach GEFMA 220-1	65
Abbildung 31:	Gliederungsebenen BkP-H	68
Abbildung 32:	SIA 112 Phasenmodell	70
Abbildung 33:	Schweizer Sicht der LzK nach ISO 15686-5.....	72
Abbildung 34:	Beeinflussbarkeit der LzK bezogen auf Projektphasen.....	74
Abbildung 35:	Abgrenzung WLC und LCC nach ISO 15686-5	77
Abbildung 36:	Kostenstruktur nach ISO 15686-5.....	78

Abbildung 37:	Zusammenhang Projektphasen und Kostenzuordnung nach ISO 15686-5	79
Abbildung 38:	Analyse der Levels in unterschiedlichen Projektphasen	80
Abbildung 39:	LC-NPV-Modell.....	92
Abbildung 40:	Zahlungsströme	95
Abbildung 41:	Symmetrische Dichte- und Verteilungsfunktion	97
Abbildung 42:	Bewertungsschema nach TQB 2010	98
Abbildung 43:	Punkteverteilung ÖGNB LCC	99
Abbildung 44:	Gütesiegel Schlüssel nach BNB	101
Abbildung 45:	DGNB-/ÖGNI-Kriterien,.....	103
Abbildung 46:	Bewertungsschlüssel nach ÖGNI	103
Abbildung 47:	ÖGNI-Bewertungsschema.....	105
Abbildung 48:	Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit einer Investition.....	107
Abbildung 49:	Zukunftstrichter	108
Abbildung 50:	Kano-Modell.....	117

Abbildungen am Deckblatt von links nach rechts 4, 29, 30 und Formel 3

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Aufbau der Arbeit.....	7
Tabelle 2	Gegenüberstellung von Normen für Baukosten	26
Tabelle 3:	Gegenüberstellung von Normen für Folge- und Nutzkosten	27
Tabelle 4:	Ablauf Methodik einer LCC und Vorgehensweise bei einer LCC,..	28
Tabelle 5:	Beispiel VOFI.....	44
Tabelle 6:	Methoden der Investitionsrechnung für die LCC,.....	45
Tabelle 7:	Kostenplanung nach ÖNORM B 1801-1	49
Tabelle 8:	Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801-1.....	49
Tabelle 9:	Zusammenhang von Gesamtkosten der Errichtung und Folgekosten	52
Tabelle 10:	Kostengruppen DIN 276-1	56
Tabelle 11:	Kostenermittlung als Bestandteil der Planung im Hochbau	57
Tabelle 12:	Nutzkosten DIN.....	58
Tabelle 13:	Betrachtungsmaßstab.....	62
Tabelle 14:	Zusammenhang Untersuchungsziel und Maßstabsebene	63
Tabelle 15:	Verhältnis Investitions- zu Nutzungskosten	64
Tabelle 16:	Baukostenplan Hochbau SN 506 511	68
Tabelle 17:	Baukostenplan Tiefbau SN 506 512	69
Tabelle 18:	Massstabsebene der IFMA	73
Tabelle 19:	Zusammenhang Untersuchungsziel Massstabsebene	74
Tabelle 20:	empfohlene Kostenstruktur entlang der SIA 112 Phasen	75
Tabelle 21:	Kostenstrukturmatrix.....	84
Tabelle 22	Bewertungsschema nach BNB	100
Tabelle 23:	Ökonomische Bewertung nach BNB.....	101
Tabelle 24:	Mindesterfüllungsgrad nach BNB	102
Tabelle 25:	Ökonomische ÖGNI-Kriterien	104
Tabelle 26:	Beispiel Lebenszykluskosten bei Variation des Energiepreises .	109
Tabelle 27:	Normenvergleich.....	111

Formelverzeichnis

Formel 1:	LCC Grunderfassung nach ISO 15686-5.....	19
Formel 2:	LCC als Barwert der Cash Flows.....	29
Formel 3:	Kapitalwertmethode.....	38
Formel 4:	Annuitätenmethode.....	39
Formel 5:	Interner Zinsfuß.....	40
Formel 6:	Baldwin Zins.....	41
Formel 7:	Break Even.....	42
Formel 8:	Vermögensendwertmethode.....	42
Formel 9:	NPV Grundformel.....	93
Formel 10:	NPV reine Ausgabenbetrachtung.....	93
Formel 11:	NPV Ein- und Ausgabenbetrachtung.....	94
Formel 12:	Beispiel für mögliche Ausgaben Anteilsfaktoren.....	96
Formel 13:	Nachschüssige Rente.....	109

Abkürzungsverzeichnis

ABGB	Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch
BGF	Bruttogeschossfläche
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
BVerG	Bundesvergabegesetz
CEN	Comité Européen de Normalisation, Europäisches Komitee für Normung
CSR	Corporate Social Responsibility, Unternehmerische Gesellschaftsverantwortung
CRB	Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung
d.h.	das heißt
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DIN	Deutsches Institut für Normung
EAVG	Energieausweis Vorlagegesetz
EStG	Einkommensteuergesetz
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule, z.B. Zürich
EU	Europäische Union
ff	fort folgende
FM	Facility Management, zu Deutsch die Verwaltung, Bewirtschaftung und der Betrieb von Bauanlagen und Gebäuden
GEFMA	German Facility Management Association
ggf.	gegebenenfalls
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HWR	Hochschule für Wirtschaft und Recht z.B. Berlin
i.A.a.	in Anlehnung an
i.d.R	in der Regel
IFMA	International Facility Management Association
ISO	International Organization for Standardization
KW	Deutsche Schreibweise des Kapitalwertes
LCA	Life-cycle Assessment, zu Deutsch Lebenszyklusanalyse Ökobilanz
LCC	Life-cycle costing bzw. Life-cycle costs, wird im Deutschen mit Lebenszykluskostenrechnung bzw. Lebenszykluskosten übersetzt, abhängig davon in welchen Kontext es im Satz verwendet wird
LCCA	Life-cycle cost analysis, wird im Deutschen mit Lebenszykluskostenanalyse übersetzt
LV	Lehrveranstaltung an einer Österreichischen Universität
LzE	Lebenszyklus-Erfolg
LZK	Deutsche Abkürzung für Lebenszykluskosten
LzK	Lebenszyklus-Kosten
LZKB	Lebenszykluskostenberechnung

LzPH	Lebenszyklusphasen
MRG	Mietrechtsgesetz
NGF	Nettogeschossfläche
NPV	Net Present Value, zu Deutsch Nettobarwert, ist die Summe aller Barwerte und der Investitionskosten
OBK	Objektbasiskosten
OFK	Objektfolgekosten
ÖGNB	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
OIB	Österreichische Institut für Bautechnik
OSB	Oberschwellenbereich nach BVerG
PPP	Public Private Partnership, Öffentlich-private Partnerschaft (ÖPP)
PV	Present Value, zu Deutsch Barwert oder Gegenwartswert
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SNV	Schweizerische Normen-Vereinigung
TC	Technical Komitée, Technisches Komitee
TU	geläufige Abkürzung für Technische Universität
UK	United Kingdom, vereintes Königreich, Großbritannien und Nord Irland
USB	Unterschwellenbereich nach BVerG
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Vgl.	vergleiche
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung von Bauleistungen
VOFI	Vollständiger Finanzplan
VPI	Verbraucherpreisindex
WGG	Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz
WLC	Whole Life-Cycle Costs or Costing, wird in Deutsch mit Gesamtlebenszykluskosten oder Gesamtlebenszykluskostenrechnung verwendet
WLCC	Whole Life-Cycle Costing
z.B.	zum Beispiel
zzgl.	zuzüglich

1 Einleitung

Einleitend wird die gegenwärtige Situation der Lebenszykluskostenrechnung in der Bau- und Immobilienbranche veranschaulicht. In weiterer Folge wird das Ziel der Arbeit, Analyse, Vergleich und Interpretation bestehender deutschsprachiger Normen, sowie der europäischen ISO, detailliert erläutert.

1.1 Ausgangssituation

Die Forderung nach mehr Nachhaltigkeit innerhalb der EU stellt die Bauindustrie vor neue Herausforderungen. Um soziale, ökonomische und ökologische Aspekte abbilden zu können ist es notwendig, neue Denkansätze in der Branche einzuführen. Es ist erforderlich, den Betrachtungszeitraum auf die Gesamtlebensdauer von Gebäuden auszudehnen. Die Lebenszykluskostenrechnung ist dafür ein geeignetes Werkzeug.

Ferner führen Marktsättigung und Globalisierung zu mehr Konkurrenz und steigendem Preisdruck. Gleichzeitig sinken die Margen der Unternehmer. Private wie öffentliche Auftraggeber treffen Investitionsentscheidungen auf Basis des billigsten Preises. Aus Arbeiten (Prof. Jodl TU Wien, Prof. Girmscheid ETH Zürich, Prof. Pelzeter HWR Berlin)¹ geht hervor, dass diese Entscheidungen nur kurzfristig vorteilhaft sind, da anfallende Kosten nach der Errichtung nicht berücksichtigt werden. Fehlentscheidungen der Vergangenheit sind dadurch entstanden, dass nur etwa 20 %² der Gesamtkosten eines Bauprojektes auf die Errichtung entfallen, die restlichen 80 % entfallen auf die Betriebs- und Bewirtschaftungsphase. Diese Verteilung ist auf die lange Nutzungsdauer von Bauwerken zurückzuführen. Investitionsobjekte in der Baubranche haben üblicherweise Nutzungsdauern von mehr als 50 Jahren. Die Vernachlässigung der Folgekosten, welche die Anschaffungskosten um ein Vielfaches übersteigen, ist nicht nachhaltig argumentierbar.

Der Begriff Lebenszykluskosten hat in den letzten Jahren in internationalen Normen, Richtlinien wie auch in Softwareapplikationen Einzug gehalten. Im Moment gibt es keine gesetzlichen Vorgaben, sondern nur bedingte Verpflichtungen, Lebenszykluskostenrechnung bei der Realisierung von Bauprojekten einzusetzen. Gegenwärtig wird eine Lebenszykluskostenrechnung meist nur in der nachhaltigen Gebäudezertifizierung gefordert.

¹ z.B. Jodl - Brückentagung 2007 Wien; Girmscheid und David Lunze Nachhaltig optimierte Gebäude; Pelzeter www.pelzeter.de;

² Vgl. KOMPETENZZENTRUM DER INITIATIVE „KOSTENGÜNSTIG QUALITÄTSBEWUSST BAUEN“ IM BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) IM BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR): Bauen im Lebenszyklus. Info Ballt Nr. 3.2. S. 3

1.2 Problemstellung

Das Prinzip der Lebenszykluskostenrechnung wurde von der Baubranche aufgegriffen, um ein Umdenken herbeizuführen. Um die langfristige Vorteilhaftigkeit eines Projektes zu bewerten ist es erforderlich, alle Kosten zu berücksichtigen, die über die gesamte Laufzeit anfallen. Sämtliche Kostengrößen sind systematisch zu erfassen und fließen in die Investitionsentscheidung ein. Verglichen mit der Entscheidungsfindung, basierend auf den geringsten Errichtungskosten, liefert der Ansatz der Lebenszykluskostenrechnung eine bessere, langfristig nachhaltigere Entscheidungsgrundlage und schützt vor Fehlentscheidungen. Obwohl bekannt ist, dass 80 % der Bauprojektkosten in der Betriebs- und Bewirtschaftungsphase anfallen, hat die Betrachtung dieser Kosten in der Praxis zumeist keine nennenswerte Bedeutung. Die Ausschreibungs- und Vergabepolitik öffentlicher Auftraggeber hat sich bislang nicht geändert. Obwohl die öffentliche Hand als Vorbild auftreten sollte, werden große Investitionsvolumen ohne langfristige Nachhaltigkeit vergeben. Diese Fehlentscheidungen schädigen langfristig die Volkswirtschaft und belasten die knappen Staatskassen.

Aufbauend auf der ISO 15686-5 Life-cycle costing wurden in den letzten Jahren in vielen EU-Staaten nationale Umsetzungen verfasst, mit dem Ziel die Lebenszykluskostenrechnung in der Bauwirtschaft zu etablieren. Der Interpretationsspielraum der ISO führt dazu, dass die nationalen Normen sehr stark voneinander abweichen. Durch unterschiedliche Auslegung von Definitionen und Prämissen ist es bis jetzt nicht gelungen, eine transparente, standardisierte Lebenszykluskostenrechnung im EU-Raum zu implementieren. Ausgehend von bestehenden nationalen Standards hat jede Nation teilweise Inhalte aus der ISO in die nationale Normung übernommen. Jeder Staat hat seine bestehende Baukostenstruktur beibehalten und die Lebenszykluskostenberechnung darauf aufgebaut. Dadurch kommt es bei der Erfassung der Kosten, wie auch bei der Zuordnung zu Kostengruppen, zu markanten Unterschieden zwischen den nationalen Normen. Diese Unterschiede führen dazu, dass Ergebnisse der Lebenszykluskostenrechnung nicht zwischen den EU-Staaten vergleichbar sind. Um Berechnungen vergleichbar zu machen sind gleiche Annahmen zugrunde zu legen. Ansonsten führt der Ermessensspielraum bei der Wahl der Parameter zu einer Verzerrung der Ergebnisse.

Die Lebenszykluskostenrechnung gewinnt durch die vermehrte Anwendung in der nachhaltigen Gebäudezertifizierung zunehmend an Bedeutung. Die flächendeckende Anwendung der Lebenszykluskostenrechnung in der Baubranche erfordert transparente Standards. Die Analyse und Gegenüberstellung bestehender Normen im deutschsprachigen Raum sowie der ISO ist Anlass dieser Arbeit.

1.3 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist es, bestehende Normen im Bezug auf Lebenszykluskostenrechnung im deutschen Sprachraum zu untersuchen. Darunter fallen nationale Normen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz, sowie die internationale ISO. Diese Normen werden in Hinblick auf Inhalt, Aufbau und Anwendungsbereich analysiert und gegenübergestellt.

Im Weiteren werden die aus den Normen entnommenen Annahmen und Methoden mit Ansätzen von Experten verglichen. Ziel ist die Gegenüberstellung vom Stand der Technik mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen. Anschließend werden in die Betrachtung derzeit gültige Zertifizierungsverfahren mit aufgenommen. Neben Normungsinstituten und wissenschaftlichen Einrichtungen liefern unabhängige Gesellschaften in Form von Zertifizierungsverfahren wichtigen Input für die Lebenszykluskostenrechnung.

Zur Ermittlung der Lebenszykluskosten wird der Ansatz von Girmscheid, das „LC-NPV-Holistische Wirtschaftlichkeitsanalysemodell“³, angewandt. Ferner fließen die Ansätze der österreichischen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (ÖGNB), der deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) und des Bundes für nachhaltiges Bauen (BNB) als Zertifizierungsverfahren in die Betrachtung ein.

Da sich Lebenszykluskosten aus Bau- und Folgekosten zusammensetzen ist es erforderlich Bau- sowie Folgekostennormen in die Betrachtung einzubinden.

Für die weitere Betrachtung wurden folgenden Baukostennormen ausgewählt:

- DIN 276-1:2008 Kosten im Hochbau und
DIN 276-4:2009 Kosten im Ingenieurbau
- ÖNORM B 1801-1:2009 Bauprojekt- und Objektmanagement -
Teil 1 Objektterrichtung
- SN 506 511:2009 Baukostenplan Hochbau
SN 506 512:2010 Baukostenplan Tiefbau
- ISO 15686-5:2008 Buildings and constructed assets Service-life
planning Part 5: Life-cycle costing

Folgekostennormen und Richtlinien:

- DIN 18960:2008 Nutzkosten im Hochbau
- SIA 112:2001 Leistungsmodell

³ Vgl. Prof. Girmscheid ETH Zürich, GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 244

- GEFMA 100/200:2004 und 220-1/2:2010 Facility Management Grundlagen, Kosten und Lebenszykluskostenberechnung
- ÖNORM B 1801-2:2011 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2 Objektfolgekosten
- ÖNORM B 1801-4:2014 (Entwurf) Bauprojekt und Objektmanagement Teil 4 Lebenszykluskosten
- SIA 480:2004 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau
- IFMA: 2011 Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1
- ISO 15686-5:2008 Buildings and constructed assets Service-life planning Part 5: Life-cycle costing

Hauptanliegen der Arbeit ist es, eine Analyse und einen Vergleich von Normen, Zertifizierungsverfahren und wissenschaftlichen Ansätzen durchzuführen. Durch diese Betrachtung werden Unterschiede festgehalten und im Weiteren kritisch hinterfragt.

1.4 Abgrenzung des Themas

Bei der Erstellung dieser Arbeit wurden Normen des deutschen Sprachraumes sowie die internationale ISO herangezogen. Nationale Normen anderer Staaten wurden nach Absprache mit dem Betreuer vernachlässigt, da diese nur begrenzt zur Verfügung standen und den Rahmen der Arbeit gesprengt hätten. Hierbei wurden alle verwendeten Normen, welche in der Arbeit erwähnt werden, mit ihrem gültigen Letztstand zum Zeitpunkt Jänner 2014 aufgenommen. Jene Normen, welche nach diesem Stand eine Neuauflage oder Überarbeitung erhalten haben, konnten nicht berücksichtigt werden, da für die Bearbeitung nur ein beschränktes Zeitfenster zur Verfügung stand.

Bei den analysierten Zertifizierungsverfahren handelt es sich um die weit verbreitetsten, bekanntesten im deutschen Sprachraum. Auf eine vollständige Betrachtung aller Verfahren kann somit verzichtet werden.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse von Girmscheid zum Thema Lebenszykluskostenrechnung fließen in diese Arbeit ein. Auf weitere Expertenmeinungen wird verzichtet, da Girmscheid federführend in diesem Forschungsbereich ist.

Da die behandelten Normen nur auf Methoden der Einzelwirtschaftlichkeitsbetrachtung eingehen, wurden im Kapitel Investitionsrechnung nur diese behandelt, um auf die Einzelnutzen-Kosten-Thematik von Bauprojekten in Zusammenhang mit Lebenszykluskostenrechnung einzugehen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird das Hauptaugenmerk auf die ökonomische Facette der Nachhaltigkeit gelegt, da diese im Zusammenhang mit der Lebenszykluskostenrechnung steht. Es existiert kein einheitlicher, allgemein gültiger, branchenübergreifender Ansatz zur Ermittlung der Lebenszykluskosten. Daher wurden nur jene Lebenszykluskostenansätze betrachtet, die für die Baubranche von Relevanz sind.

Durch diese Arbeit wird dem Leser ein Einblick in die Lebenszyklusrechnung zum Zeitpunkt⁴ der Bearbeitung gewährt, dies bedeutet es ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren Änderungen stattfinden können, die diese Arbeit nicht abdecken kann. Desweiteren ersetzt diese Arbeit nicht das einschlägige Studium der genannten Normen, im Fall einer weiteren Bearbeitung dieses Themas.

1.5 Vorgehensweise

Um einen umfassenden Überblick zur Thematik der Lebenszykluskostenrechnung zu erhalten ist es notwendig, zuerst eine tiefgreifende Literaturrecherche durchzuführen. Die gesamte Literatur wird in Kategorien unterteilt und mithilfe einer ABC-Analyse nach ihrer Qualität und Relevanz eingeordnet.

- A-Literatur beinhaltet dabei Primärwerke, welche nach dem Jahr 2006 veröffentlicht wurden und Werke, welche bei der Literaturrecherche wiederholt zitiert werden.
- B-Literatur sind alle Werke ab dem Jahr 2000, Diplom- und Masterarbeiten, welche zum Thema verfasst wurden.
- C-Literatur beinhaltet alle älteren Werke sowie Quellen, welche in ihrer Qualität zwar ausreichend waren, jedoch die Thematik nur am Rande berührten.

Auf Internetquellen wurde nur im Ausnahmefall zurückgegriffen, da deren Beständigkeit nicht dauerhaft gewährleistet werden kann.

Nach der Erfassung aller notwendigen Werke wurde damit begonnen, die Arbeit systematisch zu gliedern. In Absprache mit dem Betreuer wurde ein Research Proposal verfasst, mit dem Ziel den Schwerpunkt der Arbeit festzulegen. Um die Vernetzungen des Themengebietes besser zu analysieren, wurde ein Mind-Map (siehe Abbildung 1) erstellt.

Nach der Gliederung des Themengebietes wurden die für die Lebenszykluskostenrechnung erforderlichen Grundlagen erarbeitet. Hierzu zählen Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Investitions- und Kosten-

⁴ Bearbeitungszeitraum dieser Arbeit ist Oktober 2013 bis Februar 2014

rechnung, Nachhaltigkeit sowie Lebenszyklus- und Lebensphasenmodelle.

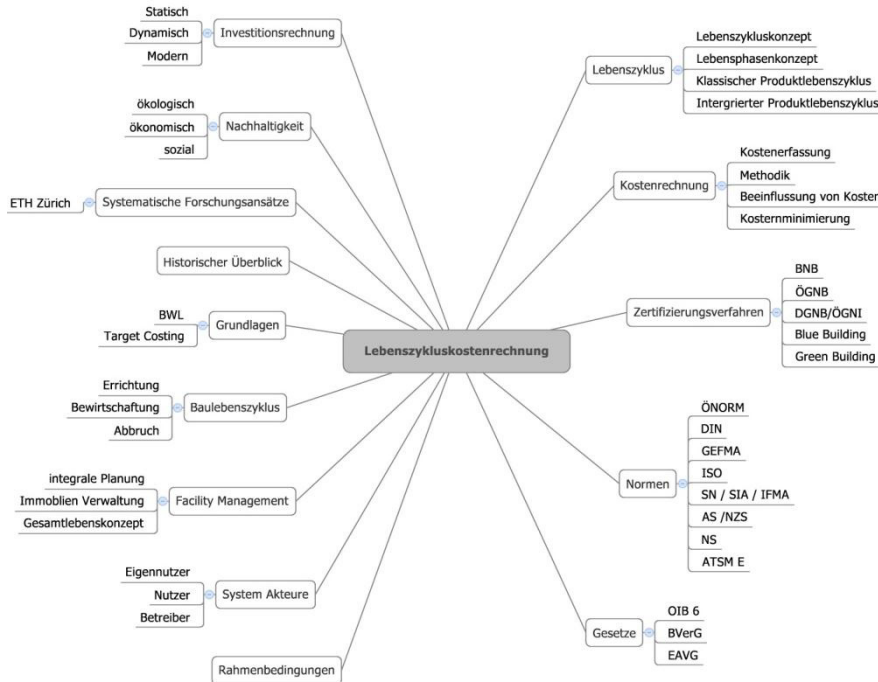


Abbildung 1: Mind-Map⁵

Nach Erläuterung der Grundlagen wurden die ausgewählten Normen analysiert. Dabei wurden alle für die Lebenszykluskostenrechnung relevanten Bestandteile der Normen gegenübergestellt. An dieser Stelle wurden weiters ausgewählte Zertifizierungsverfahren, sowie das Modell von Girmscheid in die Betrachtung integriert. Wesentliche Unterschiede in den Kostenstrukturen wurden in einer Kosten-Vergleichsmatrix herausgearbeitet. Die Matrix verdeutlicht die unterschiedlichen Ansichten in der Kostenerfassung und Gliederung.

Abschließend wurden alle Unterschiede in den behandelten Normen, Ansätzen und Zertifizierungsverfahren in einer Vergleichsmatrix dargestellt. Als Vergleichskriterien wurden Parameter herangezogen, welche in den untersuchten Normen unterschiedlich interpretiert wurden.

Auf Basis der erarbeiteten Matrizen und der darin abgebildeten nationalen Unterschiede in der Auffassung der Thematik, wurde im Resümee kritisch zum Status Quo der Lebenszykluskostenrechnung Stellung genommen.

⁵ Eigene Darstellung erstellt mit der Software X-Mind

1.6 Aufbau der Arbeit

Um den roten Faden, welcher durch die Arbeit führt, für den Leser dieser Arbeit klarer zu gestalten, befindet sich nachfolgend eine strukturierte grafische Darstellung des Inhaltsverzeichnisses.

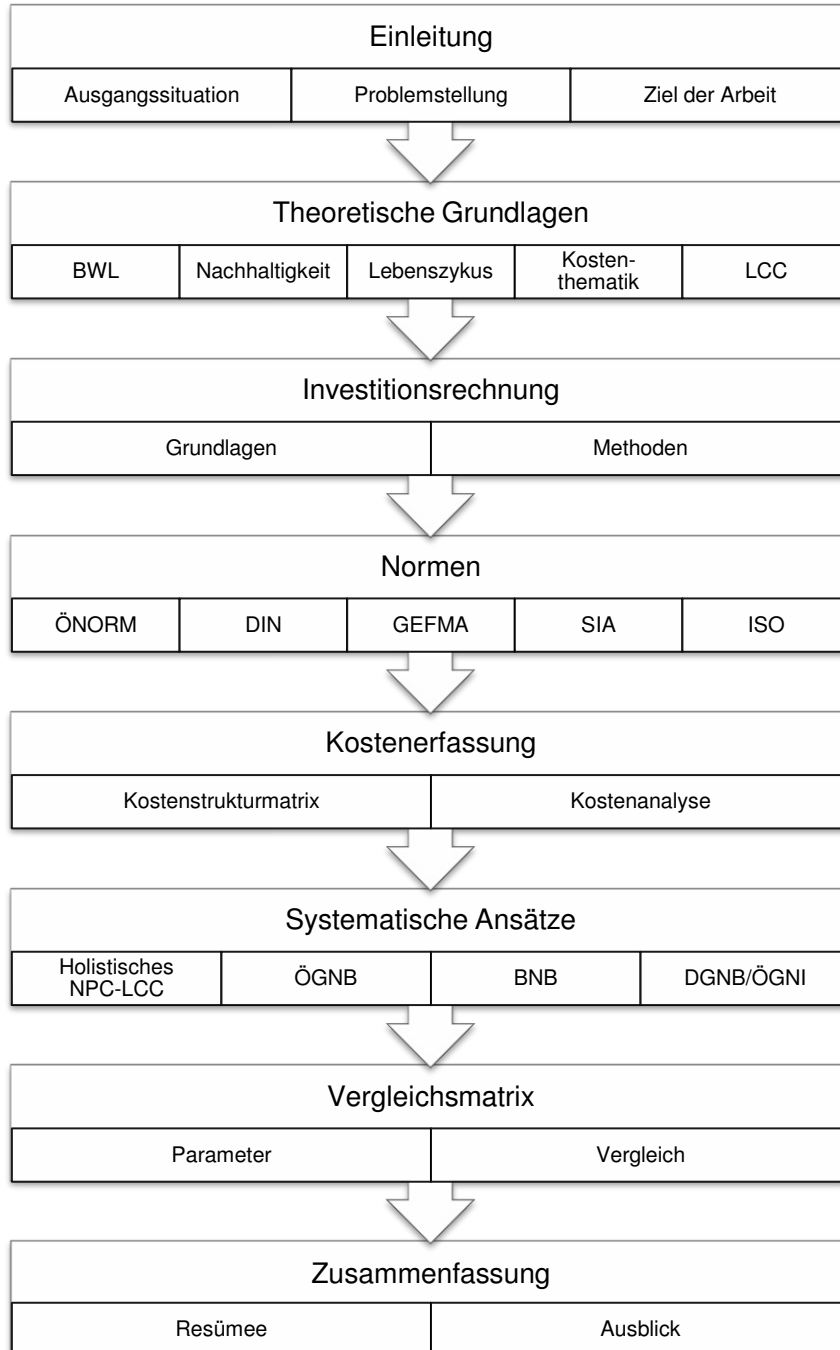


Tabelle 1: Aufbau der Arbeit⁶

⁶ Eigene Darstellung

2 Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Begriffe Lebenszyklus, Lebenszykluskostenrechnung und Gesamtlebenszykluskostenrechnung anhand der vorhandenen Literatur schematisch zugeordnet, abgegrenzt und der Konnex zu allgemeinen Ansätzen der BWL hergestellt. Weiters folgen ein historischer Rückblick zur Entstehung der Lebenszyklusthematik und die Überleitung in die Bauwirtschaft. Im bauspezifischen Abschnitt werden die relevanten Normen in Hinblick auf Inhalt, Struktur und Detaillierungsgrad analysiert.

2.1 Betriebswirtschaftliche Einordnung der Lebenszykluskostenrechnung

Das interne Rechnungswesen stellt Daten für Prognose und Entscheidungsfindung bereit. Darunter fallen die Bereiche Kostenrechnung, Investitionsrechnung und Erfolgsrechnung. Die Kostenrechnung bewertet den Gütereinsatz zur Herstellung eines Produktes in Geldeinheiten, um die Selbstkosten zu ermitteln. Die Selbstkosten werden für Planung, Steuerung und Kontrolle eingesetzt. Ziel der Erfolgsrechnung ist die Ermittlung des Unternehmenserfolges innerhalb einer Periode. Die Investitionsrechnung zielt darauf ab, Investitionsentscheidungen von Unternehmen in Hinblick auf ihre Vorteilhaftigkeit zu untersuchen.⁷

Die folgende Abbildung (siehe Abbildung 2) von Götze zeigt eine Portfolioübersicht über mögliche Ausgestaltungsformen der Kostenrechnung und deren Ausbaubedarf. Die Abszisse stellt in diesem Fall das vorhandene Kostenrechnungs-Know-how im Unternehmen dar, die Ordinate die Attraktivität des Verfahrens für die Unternehmung. Die Skaleneinteilung verläuft von gering über mittel bis hoch, wobei der Gleichgewichtspfad diagonal verläuft. Während der erste Quadrant keinen Handlungsbedarf erfordert, bietet der neunte Quadrant Vorsprung gegenüber Konkurrenten. Bezogen auf die Thematik der Lebenszykluskostenrechnung kann folgende Aussage aus der Grafik abgeleitet werden: Für Götze hat die Lebenszykluskostenrechnung großes Potential bzw. Attraktivität, durch das fehlende Know-how findet die Methode jedoch selten Anwendung, was durch seine Abbildung verdeutlicht dargestellt wird. Durch Ausbau des Wissensstandes sollte eine Verschiebung der Portfolioposition Richtung Gleichgewichtspfad angestrebt werden.⁸

⁷ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/interne-rechnungswesen-sachgebietstext.html>. Datum des Zugriffs: 9. Dezember 2013

⁸ Vgl. GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. S. 253-254

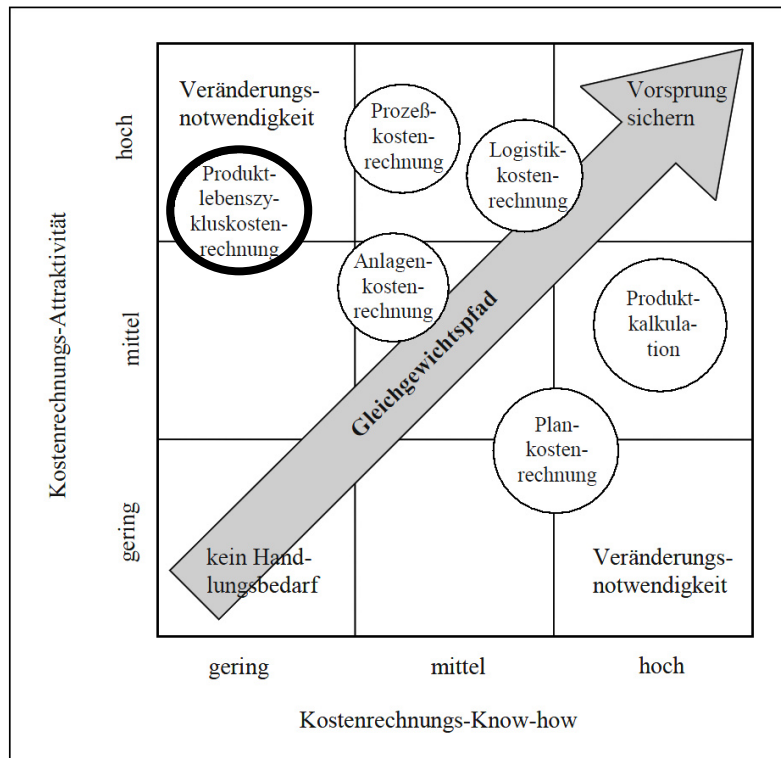


Abbildung 2: Kostenrechnungsportfolio⁹

Da das Kostenmanagement über viele Instrumente zur Überwachung von Kostenniveau und –struktur verfügt, wird in Abbildung 3 eine Übersicht über die Fülle an Möglichkeiten gegeben. Bei der Lebenszykluskostenrechnung handelt es sich um eine Kostenmanagementmethode. Die Zuordnung der Lebenszykluskostenrechnung wird in der folgenden Abbildung anschaulich gemacht. In einem definierten Zeitraum werden Zahlungsströme in ihrer Höhe und nach ihrem Anfall erfasst und anschließend interpretiert. Somit impliziert das Modell Lebenszykluskostenrechnung einen Betrachtungszeitraum mit klar definiertem Anfang und Ende. Idealtypisch wird dieser Zeitraum in mehrere Phasen gegliedert. Die Anzahl der Phasen und deren Detaillierungsgrad richten sich nach dem Betrachtungsobjekt. Für bestimmte Branchen, z.B. Automobil- und Flugzeugindustrie, finden sich in der Literatur allgemeine Lebenszyklusmodelle, deren Inhalt in der Regel erweitert werden kann. Weiters benötigen die Phasen eine Kostenstruktur, die es erlaubt die anfallenden Kosten innerhalb des Betrachtungszeitraumes der Höhe nach zu erfassen und zu gliedern.¹⁰

Schwarze Markierung zeigt Lebenszykluskostenrechnung

⁹ Vgl. GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. S. 253

¹⁰ Vgl. SCHWEISER, W.: Technologiemanagement und Innovationsrechnung. S. 82 ff

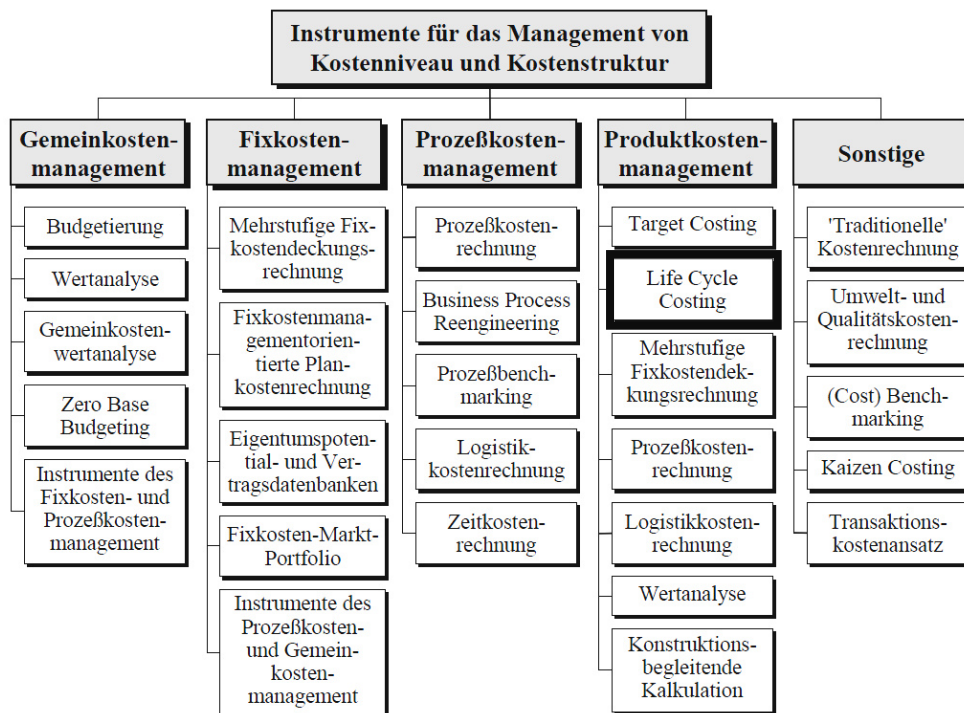


Abbildung 3: Instrumente für das Management von Kostenniveau und Kostenstruktur¹¹

Die Lebenszykluskostenrechnung ist darauf ausgerichtet, alle Kosten, welche innerhalb der Projektlaufzeit anfallen, als Gesamtkosten kumuliert darzustellen. Damit geht diese Methode über die Ansätze der kurzfristigen Kostenrechnung hinaus. Neben den Anschaffungskosten werden nun auch die Folgekosten in die Betrachtung integriert.

Schwarze Markierung zeigt Lebenszykluskostenrechnung

Wübbenhorst beschäftigt sich mit der Kostenveränderung der Lebenszykluskosten. Dabei unterscheidet er folgende Basisstrategien:¹²

- (1) Verringerung von Anfangskosten bei zunehmenden Folgekosten,
- (2) Senkung von Folgekosten bei steigenden Anfangskosten,
- (3) Senkung von Anfangs- und Folgekosten, sowie
- (4) Erhöhung von Anfangs- und Folgekosten.

Hierbei sei erwähnt, dass die Strategien (2) oder (3) angestrebt werden und die Strategien (1) und (4) zu vermeiden sind, da diese unvorteilhaft sind.

In der klassischen Lebenszykluskostenrechnung wird der Fokus auf die Betrachtung der Kosten gelegt, um etwaige Einsparungspotentiale festzustellen bzw. Investitionsalternativen besser vergleichen zu können.

¹¹ Vgl. GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. S. 280

¹² Vgl. WÜBBENHORT, K.: Lebenszykluskosten, Effektives Kostenmanagement: Methoden und Implementierung. S. 248 ff

Erst die Einbeziehung erwirtschafteter Erlöse im betrachteten Projekt ermöglicht den Schritt zu einem gesamtheitlichen Investitionsentscheidungsprozess und damit eine Abkehr vom rein kostenminimierenden Entscheidungsprozess. Anstelle des Ziels der Kostenminimierung tritt die Maximierung des Gewinns.

Mithilfe des Konzepts des Life-cycle costing soll die bestmögliche Investitionsentscheidung getroffen werden. Mit dieser Kostenmanagementmethode kann ermittelt werden, ob die Investitionskosten des Projektes innerhalb des gewählten Betrachtungszeitraumes amortisiert werden können, und somit eine vorteilhafte Investition vorliegt.¹³

2.2 Nachhaltigkeit in Bezug auf Lebenszykluskosten

Der Begriff Nachhaltigkeit kam erstmals im 18. Jahrhundert in der Forstwirtschaft auf. Darunter wurde verstanden, nur so viele Bäume zu schlagern, wie man mit Nachwuchs durch Wiederaufforstung sicherstellen konnte. So wollte man den Bestand und das Gewerbe für nachkommende Generationen sichern. Im Grundprinzip hat sich an dieser Überlegung nichts geändert. Mittlerweile sind beinahe alle Branchen in der Wirtschaft damit konfrontiert, Forderungen nach Nachhaltigkeit umzusetzen.¹⁴

„Nachhaltige Entwicklung bedeutet, dass den Bedürfnissen der heutigen Generation dergestalt Rechnung getragen werden sollte, dass die Fähigkeit künftiger Generationen, ihre Bedürfnisse zu befriedigen, nicht gefährdet wird. Nachhaltige Entwicklung ist ein im Vertrag festgelegtes übergeordnetes Ziel der Europäischen Union, das für alle Politikbereiche und Maßnahmen der Union maßgebend ist. Ihr Ziel ist die Bewahrung der Fähigkeit der Erde, das Leben in all seiner Vielfalt zu beherbergen, und sie baut auf den Grundsätzen der Demokratie, der Gleichstellung der Geschlechter, der Solidarität, der Rechtsstaatlichkeit und der Achtung der Grundrechte, wozu Freiheit und Chancengleichheit gehören, auf. Sie strebt eine kontinuierliche Verbesserung der Lebensqualität und des Wohlergehens auf unserem Planeten für die heute lebenden und für die künftigen Generationen an. Zu diesem Zweck fördert sie eine dynamische Wirtschaft und Vollbeschäftigung sowie ein hohes Maß an Bildung, Schutz der Gesundheit, sozialem und territorialem Zusammenhalt und Umweltschutz in einer friedlichen und sicheren Welt, in der die kulturelle Vielfalt geachtet wird.“¹⁵

Der Begriff der Nachhaltigkeit wird im modernen Bauwesen als Zieldreieck zwischen ökologischer, ökonomischer und sozialer Entwicklung gesehen (siehe Abbildung 4).

Nachhaltigkeit beschreibt eine Entscheidungsfindung, welche langfristige vertretbare Ziele verfolgt.

¹³ Vgl. JÜRGEN, W.; UTZ, S.: Einführung in das Controlling 13. Auflage. S. 406 ff

¹⁴ Anmerkung: Hans Carl von Carlowitz, Leipzig 1713 in seinem Werk *Silvicultura oeconomica*

¹⁵ <http://www.bmwfgv.at/Wirtschaftspolitik/Wirtschaftspolitik/Documents/erneuerte%20Strategie.pdf>. Datum des Zugriffs: 11. Dezember. 2013

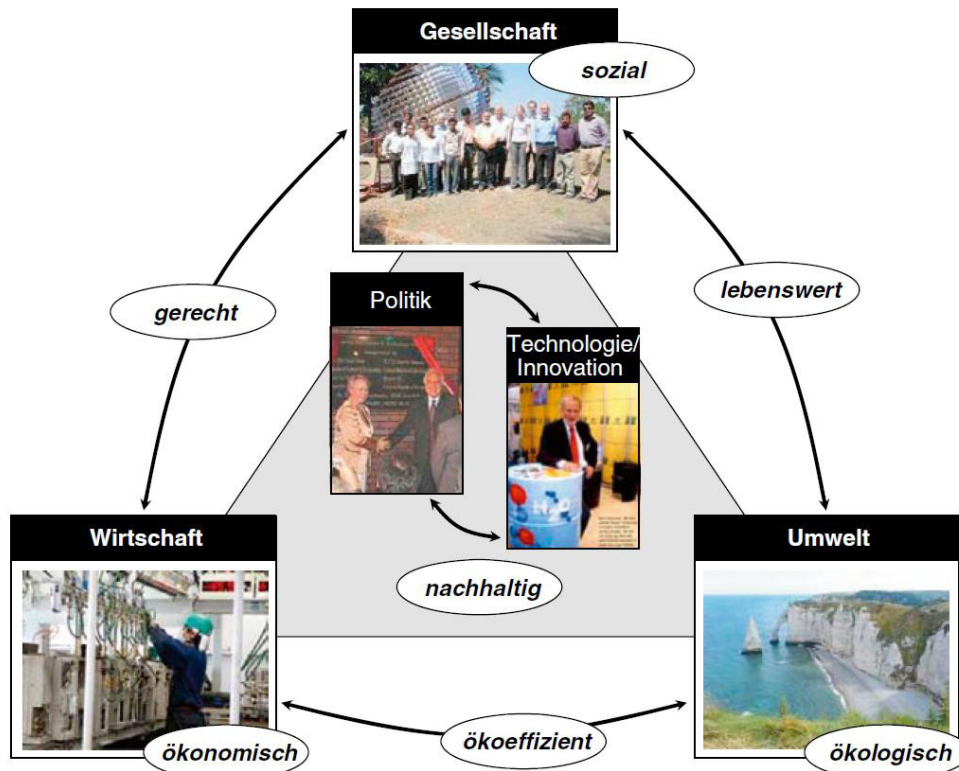


Abbildung 4: Zieldreieck der nachhaltigen Entwicklung¹⁶

Dabei werden den drei Pfeilern der Nachhaltigkeit folgende Kriterien zugeordnet:¹⁷

- Ökologischer Eckpfeiler, Umwelt:

Ressourcenschonender Umgang mit den zur Verfügung stehenden Mitteln, Forderung nach energieeffizienter Bauweise, Ausbau von erneuerbaren Rohstoffen und Rückführung in die Kreislaufwirtschaft, Emission und Klimaschutz, Erhalt von Luftqualität;

- Ökonomischer Eckpfeiler, Wirtschaft:

Langfristige Werterhaltung sicherstellen, Forderung nach langen Lebensdauern, Reparierbarkeit und Weiternutzung, Rahmenbedingungen für langfristig funktionierende Märkte schaffen; Die ökonomische Leistungsfähigkeit einer Gesellschaft und ihr Produktiv-, Sozial- und Humankapital müssen im Zeitablauf erhalten werden. Sie sollten nicht bloß quantitativ vermehrt, sondern vor allem kontinuierlich qualitativ verbessert werden. Ein geeignetes Instrument hierfür ist die Lebenszykluskostenanalyse (LCCA Life Cycle Cost Analysis).

¹⁶ HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung. S. 62

¹⁷ Vgl. HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung. S. 62 ff

- Sozialer Eckpfeiler, Gesellschaft:

Lebensqualität, Standortqualität, langfristige Sicherung sozialer Standards für alle;

Somit kann unter dem Sammelbegriff Nachhaltigkeit eine allgemein gültige Forderung nach Verbesserung verstanden werden, welche nicht von heute auf morgen geschehen kann, sondern einen langwierigen Wandlungsprozess beschreibt, welcher der Mithilfe aller beteiligten Akteure bedarf. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird das Hauptaugenmerk auf die ökonomische Facette der Nachhaltigkeit gelegt.

2.3 Herkunft und historischer Überblick

Erste Ansätze zur Erfassung der Lebenszykluskosten gab es schon 1930 in der Landwirtschaftsmaschinenindustrie. Jedoch war zu diesem Zeitpunkt der Wissensstand noch nicht ausreichend bzw. keine Nachfrage vorhanden, um das bestehende Modell weiter zu entwickeln.¹⁸

Erstmals bedeutende Anwendung fand das Konzept des Life-Cycle Costing (LCC) in den 1960er Jahren unter dem Begriff „Terotechnology“. Das amerikanische Verteidigungsministerium (Department of Defense) setzte dieses Konzept im militärischen Anlagenbau ein.¹⁹ Eine Gesamtkostenerfassung über die ganze Laufzeit wurde angestrebt, um die Wirtschaftlichkeit von Großprojekten beurteilen zu können. Die Gesamtkosten wurden als Investitionsentscheidungskriterium herangezogen, da im militärischen Anwendungsbereich keine Einnahmen erwirtschaftet wurden.²⁰

Im Zeitraum um 1970 kam der Begriff „Cost-in-use“ auf und fand auch in der Bauindustrie Anwendung. Hier wurde erstmals der Zusammenhang berücksichtigt, welcher zwischen Ausgaben und Betrieb eines Vermögensgegenstandes besteht. Jedoch konnte auch diese Methode keine zuverlässigen Prognoseergebnisse für die Zukunft liefern.²¹

1977 wurde vom UK Department of Industry die erste Definition für LCC veröffentlicht. Dabei handelte es sich erstmals um eine Methode der Kostenerfassung, in welcher Entwicklungs-, Errichtungs- und Entsorgungskosten in kumulierter Weise berücksichtigt wurden.

Terotechnology bezeichnet eine Methode zur Beschaffung und Betreuung technischer Anlagen und Rückkopplung der gewonnenen Informationen.

UK, United Kingdom-Department of Industry: Ministerium für Industrie in Großbritannien um 1970, wurde später umbenannt

¹⁸ Vgl. ZEBOLD, C.: Lebenszykluskostenrechnung 1. Auflage. S. 78 ff

¹⁹ Vgl. GÜNTHER, E.: Ökologieorientiertes Management. S. 258

²⁰ Vgl. US DEPARTMENT OF DEFENSE: DoD Guide LCC- Life Cycle Costing. Guides / Manuals . S. -

²¹ Vgl. BOUSSABINE, H. A.; KIRKHAM, R. J.: Whole Life-cycle Costing, Risk and Risk Responses. S. 4-7

„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. Life-cycle costing is concerned with quantifying options to ascertain the optimum choice of asset configuration. It enables the total life-cycle cost and the trade-off between cost elements, during the asset life phases to be studied and for their optimum selection use and replacement.“²²

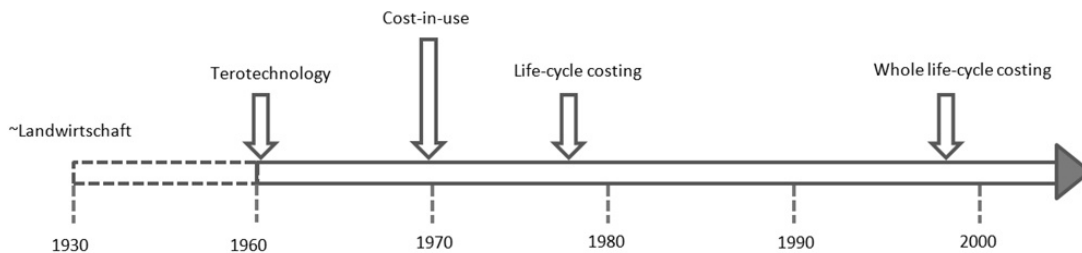


Abbildung 5: Zeitlinie Entwicklung LCC²³

Gegen Ende der Neunziger wurde der Begriff Gesamtlebenszyklusrechnung (WLCC – Whole Life-Cycle Costing) eingeführt. Hierbei wurden erstmals nicht nur die Kosten (Ausgaben) beurteilt, welche in Laufe des Projektlebenszyklus anfallen, sondern auch die Erlöse (Einnahmen). Somit war es möglich - sofern alle anfallenden Zahlungsströme bekannt waren - eindeutige Entscheidungen über die Wirtschaftlichkeit von Projekten zu treffen. Bourke und Davies verdeutlichen dass LCC und WLCC nicht dasselbe sind und definieren Unterschiede.²⁴

Im Jahr 2000 wurden die Begriffe LCC und WLC in die internationale Norm ISO 156868 Part 1 (ISO 2000) aufgenommen.

„A technique which enables comparative cost assessments to be made over a specified period of time, taking into account all relevant economic factors both in terms of initial capital costs and future operational costs.“²⁵

Seither findet die Methode der Lebenszykluskostenrechnung verstärkt Einzug in die Normung und die Richtlinien öffentlicher Bereiche, um Investitionsentscheidungen durch umfassende Kostenbetrachtung exakter und genauer zu gestalten, und damit besser steuerbar zu machen.

²² UK DEPARTMENT OF INDUSTRY: Life-cycle costing in the management of assets. Journal. S. -

²³ Vgl. BOUSSABINE, H. A.; KIRKHAM, R. J.: Whole Life-cycle Costing, Risk and Risk Responses. S. 4

²⁴ Vgl. BOURKE, K.; DAVIES, H.: Estimating service lives using the factor method for use in whole life costing, Vol.3. S. 1518-26 ff

²⁵ : ISO 15686-1:2000, Buildings and constructed assets -- Service Life Planning--Part 1: General principles. S. -

2.4 Entstehung von Lebenszykluskosten

Die Methode der Lebenszykluskostenrechnung beschränkt sich nicht nur auf die Anschaffungskosten, sondern erfasst alle Kosten, welche über die gesamte Laufzeit des Investitionsprojektes anfallen. Die Forderung geht dahin, einen Paradigmenwechsel im Kopf aller Beteiligten herbeizuführen, um weg von der monetären Betrachtung der Investitionskosten und hin zu einer am Lebenszyklus von Bauwerken orientierten Kostenbetrachtung zu kommen.²⁶ Hierbei sollen alle Kostenaspekte, beginnend mit Anschaffung und Betrieb, bis hin zur Entsorgung, in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt werden, nach dem Gedanken „from cradle to grave“ (von der Wiege bis zum Grabe). Die Eisbergdarstellung verdeutlicht, dass im Moment in der Baubranche lediglich die Anschaffungskosten betrachtet werden. Diese Kosten stellen nur die Spitze des Eisberges dar, Folge- und Nutzungskosten, die einen erheblichen Einfluss haben, fließen nicht in die Betrachtung ein.

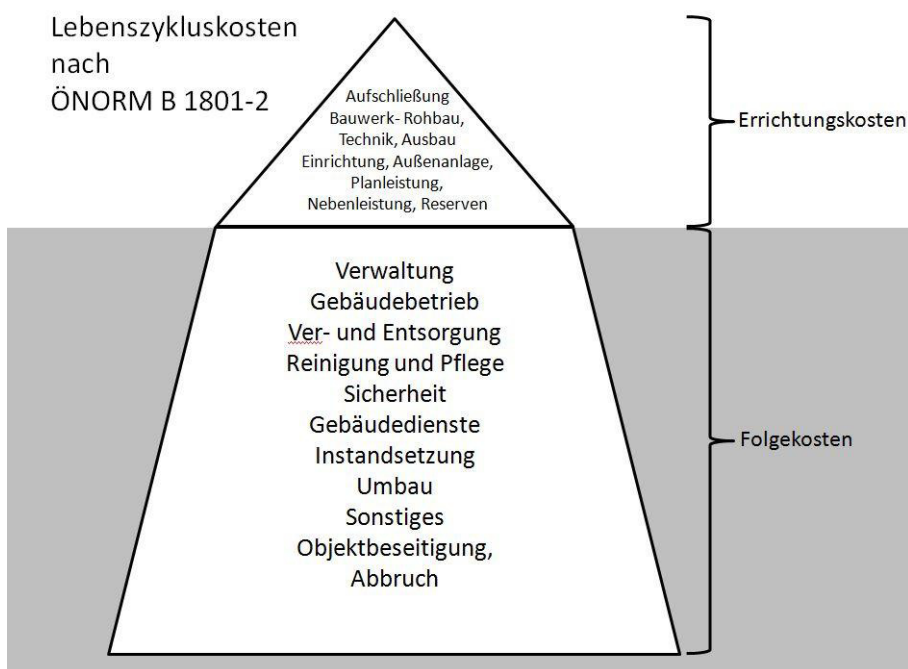


Abbildung 6: Eisbergtheorie^{27 28}

Durch die Betrachtung des gesamten Eisberges mithilfe der Lebenszykluskostenrechnung soll sich für alle Beteiligten ein Vorteil ergeben. Der Vorteil für den Verkäufer liegt z.B. darin, dass er trotz erhöhter Anschaffungskosten ein insgesamt billigeres, und auf die Lebenszeit betrachtet

²⁶ Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft- Lebenszyklusleistung, Artikel. S. 88

²⁷ i.A.a GEIßDÖRFER, K.: Total Cost of Ownership (TCO) und Life Cycle Costing (LCC). S. 2ff

²⁸ Vgl., Eisberg Darstellung <http://www.wabrasives.com/de/Anwendungen-Senkung-Strahlkosten.html>. Datum des Zugriffs: 10.Dezember.2013

qualitativ hochwertigeres, Produkt am Markt anbieten kann. Der Käufer profitiert von denselben Vorteilen.

2.5 Warum Lebenszykluskosten in der Baubranche bislang nur von geringer Bedeutung sind

Wie in der Problemstellung der Arbeit bereits erläutert, ist die Thematik der Lebenszykluskostenrechnung in der Baubranche schon seit Jahren ein Thema. Bis dato wurden nur bedingt verpflichtende Normen und Gesetze erlassen, welche öffentliche wie auch private Auftraggeber dazu verpflichten würden, eine Lebenszykluskostenrechnung zu implementieren. Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, lassen sich die Themenkreise ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit nur bedingt separieren, was sich auch in den bestehenden Gesetzen und Normen widerspiegelt. Im Auftrag der Europäischen Kommission wurde im Jahr 2007 die Davis Langdon Management Consulting Gruppe damit beauftragt, eine gemeinsame europäische Methodik für die Lebenszykluskostenrechnung im Baugewerbe zu erarbeiten. Dabei wurde ein 15 Phasen umfassender Methodikplan als allgemeine Vorgabe entwickelt und eine Empfehlung abgegeben für weitere Maßnahmen innerhalb der EU.²⁹

- „Die weitere Integration von LCC und LCA (Ökobilanz)
- Die Entwicklung verbindlicherer Empfehlungen für den Einsatz der Methodik in der öffentlichen Beschaffung
- Die Förderung der Entwicklung nationaler Richtlinien, die mit der gemeinsamen europäischen Methodik konsistent sind
- Eine potenzielle Anpassung der Methodik, der Prozessgrafik und der Richtlinien für kleine Projekte³⁰

Nach der Veröffentlichung der Ergebnisse der Davis Langdon Gruppe wurde 2008 die neue Version der ISO 15686-5 veröffentlicht als Standard für die Lebenszykluskostenrechnung auf internationaler Ebene. Bis dato wurden in Österreich Normen und Richtlinien umgesetzt, die den Grundpfeiler für zukünftige Entwicklungen darstellen.

Folgende Umsetzungen wurden in Österreich bereits realisiert und liefern wichtige Grundlagen für die Lebenszykluskostenbetrachtung z.B.:

- EAVG 2012 – Energieausweis-Vorlage-Gesetz

David Langdon
Report³¹

²⁹ Vgl. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/files/compet/life_cycle_costing/final_rep_summary_de.pdf. Datum des Zugriffs: 13.Jänner.2014

³⁰ http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/files/compet/life_cycle_costing/final_rep_summary_de.pdf. Datum des Zugriffs: 13.Jänner.2014

³¹ Vgl. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/studies/life-cycle-costing_en.htm Datum des Zugriffs 10.Jänner 2014

- OIB 6: 2011 Energieeinsparung und Wärmeschutz, Energieausweis-Berechnung und Ermittlung Heizwärmebedarf
- VDI 2067: 2012 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen
- ÖNORM M 7140: 2013 Betriebswirtschaftliche Vergleichsrechnung von Energiesystemen nach dynamischen Rechenmethoden
- ISO 14040 Umweltmanagement - Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen
- ÖNORM B 1801-2 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2 Objektfolgekosten
- ÖNORM B 1801-4 Bauprojekt- und Objektmanagement (Entwurf) Teil 4 Lebenszykluskosten

Alle diese Maßnahmen, welche gesetzlicher Natur sind, haben legislativen Charakter.

Trotzdem verbleibt die Frage, warum Lebenszykluskosten - trotz der vorhandenen Kenntnisse - bis dato nur geringe Anwendung in der Baubranche finden.

Legistik,
Rechtsförmlichkeit,
stellt allgemeine Vereinbarung zur formalen Gestaltung von Rechtstexten dar

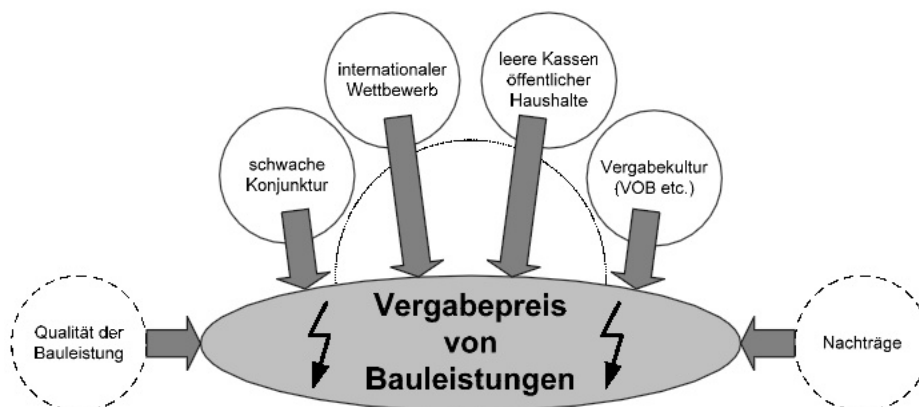


Abbildung 7: Hauptfaktoren für den Preisdruck am Baupreis (Baubranche) im deutschsprachigen Raum³²

Abbildung 7 zeigt mehrere Faktoren, die laut Girmscheid (Bericht 2010) dafür verantwortlich sind, dass sich die Bauwirtschaft in einer Spirale des Billigpreises befindet. Die Vergabepaxis zeigte in den letzten Jahren eine Fokussierung auf die Investitionskosten von baulichen Anlagen, welche dazu führt, dass sich im Zuge von Vergaben nur jene Firmen Aufträge sichern können, welche im Stande sind langfristig billig anzubieten, da sie über ausreichende Reserven verfügen.³³ Leider wird dieser

³² GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft- Lebenszyklusleistung, Artikel. S. 88

³³ Vgl. LUNZE, D.: ANALYSE DER VORAUSSETZUNGEN FÜR LIFE-CYCLE-LEISTUNGEN IN DER BAUWIRTSCHAFT. S. 13

Zustand durch die bestehende Gesetzgebung nicht maßgeblich verbessert.

§ 79 (3) Bundesvergabegesetz 2006, Stand 09.01.2014

Inhalt der Ausschreibungsunterlagen

„In der Bekanntmachung oder in den Ausschreibungsunterlagen ist anzugeben, ob der Zuschlag dem technisch und wirtschaftlich günstigsten Angebot oder – sofern der Qualitätsstandard der Leistung in der Bekanntmachung oder in den Ausschreibungsunterlagen klar und eindeutig definiert ist –

dem Angebot mit dem niedrigsten Preis erteilt werden soll. [...] ³⁴

[...] Sofern in der Bekanntmachung oder in den Ausschreibungsunterlagen keine Festlegung betreffend das Zuschlagsprinzip erfolgt, ist der Zuschlag dem Angebot mit dem niedrigsten Preis zu erteilen.“

§ 100 Bundesvergabegesetz 2006, Stand 09.01.2014

Sonderbestimmung für den USB, Wahl des Zuschlagsprinzips

„Im Unterschwellenbereich kann der Auftraggeber den Zuschlag dem technisch und wirtschaftlich günstigsten Angebot oder dem Angebot mit dem niedrigsten Preis erteilen.[...] ³⁵“

USB stellt den Unterschwellenbereich dar. OSB den Oberschwellenbereich nach BVerG

2.6 Grundlagen der Lebenszykluskostenerfassung

Um ein besseres Verständnis für die Materie zu schaffen, wird eine Definition nach ISO 15686-5 vorweggenommen. Die Abgrenzung der Begriffe Lebenszykluskosten und Gesamtlebenszykluskosten nach ISO 15686-5 lassen sich wie folgt trennen. Die Lebenszykluskosten „LZK“, welche im Englischen als Life-Cycle costs „LCC“ bezeichnet werden, erfasst sämtliche Kosten, die während der gesamten Nutzungsdauer des Projekts anfallen, zuzüglich der Errichtungskosten, und liefert die Grundlage für Planung, Steuerung und Kontrolle des Investitionsprojektes. Gesamtlebenszykluskosten sind Lebenszykluskosten zuzüglich erwirtschafteter Einnahmen, Kosten welche nicht in direktem Zusammenhang mit den Errichtungskosten stehen, und äußere Kosten, wie z.B. Umweltkosten (siehe Abbildung 8).³⁶

³⁴ : Bundesvergabegesetz– BVerG 2006. S. 50 § 79 (3)

³⁵ : Bundesvergabegesetz– BVerG 2006. S. 59 § 100

³⁶ : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 4-6

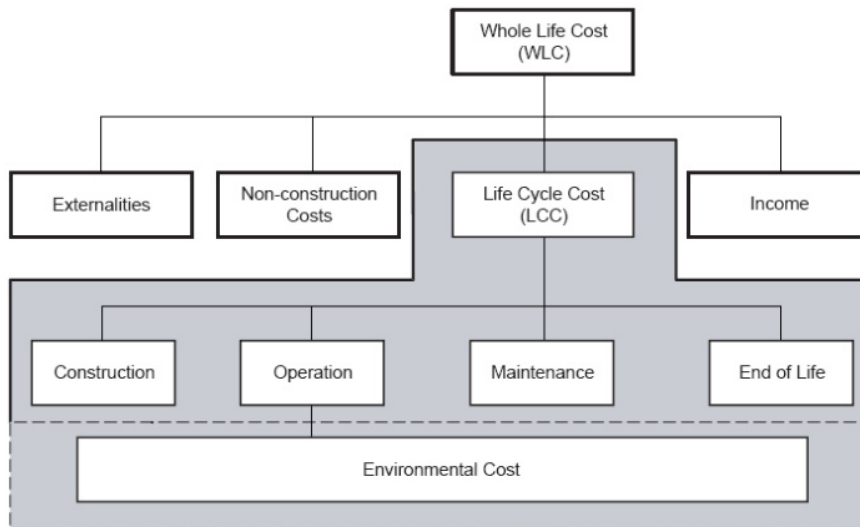


Abbildung 8: WLC und LCC Abgrenzung³⁷

Im Folgenden werden einige Definitionen aus der Literatur und bestehenden Normen angeführt.³⁸

„Life-Cycle Costing, by definition, refers to an analysis technique which encompasses all costs associated with a product from its inception to its disposal.“

„Life-Cycle-Costing may be described as a forecasting tool used to compare or evaluate alternative planned capital expenditures with the aim of ensuring the optimum value from capital assets.“

Somit kann als Grundansatz der Lebenszykluskosten folgende rudimentäre Grundformel festgehalten werden (siehe Formel 1). Die Lebenszykluskosten sind die Kosten eines Objekts (z.B. Anlage oder Gebäude) und seiner Bestandteile, die im Laufe des gesamten Lebenszyklus, während diese ihre Nutzungsanforderungen erfüllen, anfallen. Die Lebenszykluskosten gliedern sich in „Errichtungskosten“, „Betriebsführungskosten“, „Instandhaltungskosten“ und „Abbruchkosten“.³⁹

$$LCC = E + B + I + A$$

<i>E</i>	<i>Errichtungskosten</i>
<i>B</i>	<i>Betriebskosten</i>
<i>I</i>	<i>Instandhaltungskosten</i>
<i>A</i>	<i>Abbruchkosten</i>

Formel 1: LCC Grunderfassung nach ISO 15686-5⁴⁰

³⁷ : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 6

³⁸ Vgl. ZEBOLD, C.: Lebenszykluskostenrechnung. In: Schriftreihe der Kostenrechnungspraxis, 1996. S. 3

³⁹ : ISO / DIS 15686-5: Buildings and constructed assets- service life planning, ISO (2004). S. 45

⁴⁰ Vgl. SCHADE, J.: LIFE CYCLE COST CALCULATION MODELS FOR BUILDINGS. Online Publikation. S. 3

Wie oben beschrieben ist es das Ziel, alle anfallenden Kosten zu erfassen und zu bewerten. Dabei ergibt sich das Problem, dass im Zusammenhang mit dem Bauwesen oft die Begriffe Kosten und Ausgaben falsch abgegrenzt oder verwechselt werden. Kosten stellen im betrieblichen Rechnungswesen den bewerteten betrieblichen Wertverzehr (z.B. kalkulatorische Abschreibung) dar, während Ausgaben einen realen zeitabhängigen Zahlungsfluss - Cash Flow - darstellen. Kosten können auch Ausgaben sein, wenn der Zeitpunkt des Wertverzehrs zur selben Zeitpunkt wie die Zahlung erfolgt (z.B. Verwaltung).⁴¹ Somit ist es notwendig die wichtigsten Begriffe des Rechnungswesens zu ordnen. Kosten, Erlöse/Leistungen, Einzahlungen, Auszahlungen wie Einnahmen und Ausgaben sind Begriffspaare des internen Rechnungswesens für die Kosten-, Finanz- und Investitionsrechnung. Aufwendungen und Erträge sind ihr Pendant im externen Rechnungswesen für Bilanz und Gewinn- und Verlustrechnung.⁴²

Rechnungswesen	Bewegungsgrößen		Bestandsgrößen	Ebene im Rechnungswesen	
				Buchhaltung	Analysemethode
Internes Rechnungswesen	Auszahlungen	Einzahlungen	Liquide Mittel, Kassa	Finanzbuchhaltung	Cash Flow (NPV) Bilanz und GuV
Internes Rechnungswesen	Ausgaben	Einnahmen	Geldvermögen		
Externes Rechnungswesen	Aufwand	Ertrag	Gesamtvermögen		
Internes Rechnungswesen	Kosten	Leistung/Erlös	Betriebliches Vermögen	Betriebsbuchhaltung	Kosten-Leistungsrechnung

Abbildung 9: Abgrenzung der Grundbegriffe des Rechnungswesen⁴³

Somit wird klar, dass es notwendig ist, alle anfallenden Zahlungsströme (Ausgaben zumeist in Form von Kosten in der Bauwirtschaft) im Laufe eines Lebenszyklus strukturiert zu erfassen und zu gliedern. Diese Kostengliederung erfolgt zu meist mithilfe von Normen und wird in Kapitel 2.9. dieser Arbeit genauer erläutert. Weiters ist es erforderlich, die Kosten ihrer Höhe nach und nach Anfallszeitpunkt verschiedenen Phasen zuzuordnen.

Internes Rechnungswesen, interne betriebliche Vorgaben, externes Rechnungswesen, Vorgaben durch Fiskus

2.7 Lebenszyklus- und Lebensphasenkonzept

Wie biologische Prozesse von natürlichen Systemen sind auch technische Systeme und Produkte an einen zeitlich begrenzten Lebenszyklus gebunden. Dabei durchlebt das Produkt eine Abfolge von Lebensphasen, in welchen sich „Zustandsgrößen“, welche das Produkt beschreiben, ändern bzw. angepasst werden. Lebenszyklus- und Lebensphasen-

Zustandsgrößen sind Maßeinheiten für den Zustand eines physikalischen Systems

⁴¹ Vgl. LUNZE, D.: ANALYSE DER VORAUSSETZUNGEN FÜR LIFE-CYCLE-LEISTUNGEN IN DER BAUWIRTSCHAFT. S. 176 ff

⁴² Vgl. GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. S. 4

⁴³ i.A.a LUNZE, D.: ANALYSE DER VORAUSSETZUNGEN FÜR LIFE-CYCLE-LEISTUNGEN IN DER BAUWIRTSCHAFT. S. 176

konzept zielen darauf ab, einen Zeitbezug herzustellen und die sich dabei ergebenden Zustandsgrößen abzubilden. Der Begriff Zyklus impliziert dabei einen linearen oder zyklischen Ablauf von Ereignissen, wobei der Zyklus in Phasen unterteilt werden kann.⁴⁴ In der Betriebswirtschaft versteht man unter Lebenszyklus in erster Linie den Produkt- oder Leistungslebenszyklus einer Ware. Für unterschiedliche Produkte existieren daher verschiedene Modelle. In folgender Abbildung werden Produktlebenszyklen beispielhaft dargestellt.

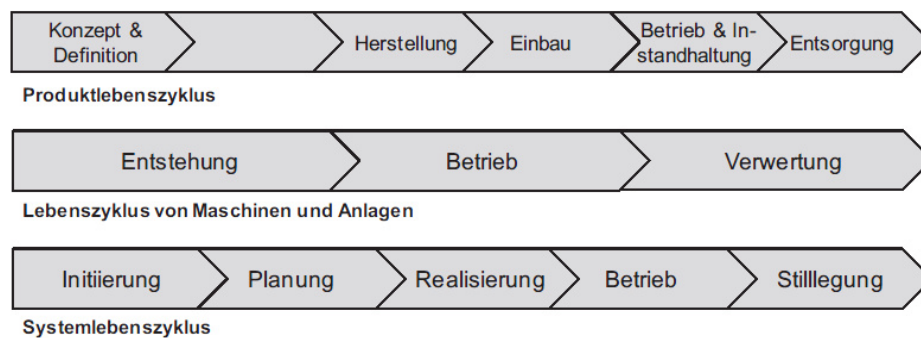


Abbildung 10: Allgemeine Lebenszyklusmodelle⁴⁵

Grundsätzlich werden drei Arten von Lebenszyklusmodellen unterschieden:⁴⁶

- Lebensphasenkonzepte (flussorientiert):
Sie beschreiben Flüsse von Produkten, Materie usw. und haben einen sequenziellen Charakter. Die Sequenzen sind zumeist am zeitlich logischen Lebensweg von Produkten orientiert. Die Konzepte können sowohl linear als auch zyklisch sein.
- Lebenszykluskonzepte (zustandsorientiert):
Sie verdeutlichen die Veränderungen von Systemen, indem die Verläufe von sich verändernden Zustandsgrößen über die Zeit aufgetragen werden. Zustandsgrößen werden zumeist mit zyklischen Verläufen dargestellt.
- Integrierte Lebenszykluskonzepte (phasen- und zyklusorientiert):
Sie stellen auf der einen Seite die unterschiedlichen Lebensphasen dar (z.B. Entwicklungs-, Markt- oder Entsorgungsphase) und auf der anderen Seite den zeitlichen Verlauf wichtiger Zustands-

⁴⁴ Vgl. HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung. S. 63ff

⁴⁵ Vgl. LINDNER, R.; GÖTZE, U.: Lebenszykluskostenrechnung als Instrument der energiebezogenen wirtschaftlichen Bilanzierung und Bewertung von Werkzeugmaschinen. In: Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung und Bewertung technischer Systeme – Erkenntnisse aus dem Spitzentechnologiecluster eniPROD. S. 118

⁴⁶ Vgl. HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung. S. 64

größen (z.B. Umsatz, Kosten oder Emissionen) in diesen Phasen.

In Abbildung 11 wird der klassische Lebenszyklus eines Konsumgutes dargestellt. In der Einführungsphase wird das Produkt auf den Markt gebracht. Sofern das Produkt vom Kunden angenommen wird, versucht das Unternehmen die Entwicklungskosten zu erwirtschaften. In der Wachstumsphase werden erstmals Gewinne erzielt. Konkurrenten versuchen entweder ein alternatives Produkt auf den Markt zu bringen, oder die Position ihrer vorhandenen Produkte abzugrenzen. In der Reifephase hat sich das Produkt weitgehend amortisiert und durch die Konkurrenz stehen nun mehrere gleichwertige Produkte am Markt zu Verfügung, der Umsatz nimmt ab. Die Reifephase ist der ideale Zeitpunkt um ein neues Produkt einzuführen oder Modifikationen am bestehenden Produkt vorzunehmen. Während der Sättigungsphase ist der Markt gesättigt und die Nachfrage stagniert, Beginn des Verlustes. In der Rückgangphase schwindet die Nachfrage und das Unternehmen nimmt das Produkt vom Markt.

Abbildung 11 stellt einen idealisierten Verlauf dar, in der Literatur finden sich auch andere Verläufe, z.B. asymmetrisch oder schräg

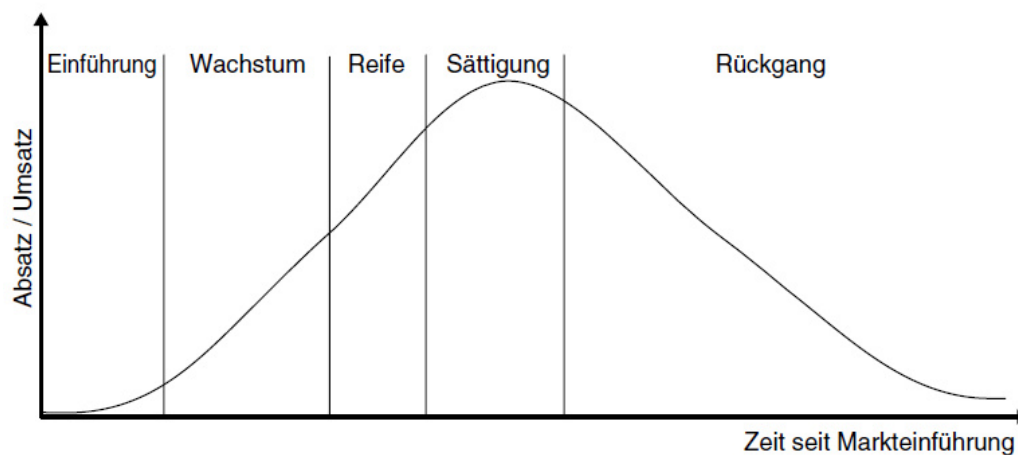


Abbildung 11: Klassischer Produktlebenszyklus⁴⁷

Während sich klassische Produktlebenszykluskonzepte (siehe Abbildung 11) nur mit dem Marktzyklus von Produkten befassen, ist es für die Betrachtung im Bauwesen zielführender das integrierte Lebenszykluskonzept um die Entstehungs- und Entsorgungsphase zu erweitern. Damit können Prozesse detailliert und langfristig abgebildet werden, um alle anfallenden Kosten in den Betrachtungszeitraum mit einzubeziehen. Abbildung 12 zeigt die Integration der Entstehungs- und Entsorgungsphase anhand idealisierter Kostenverläufe.⁴⁸

⁴⁷ Vgl. HOFSTÄTTER, H.: Die Erfassung der langfristigen Absatzmöglichkeiten mit Hilfe des Lebenszyklus eines Produktes. Modernes Marketing. Bd. 2, Tl. 2. S. 18

⁴⁸ Vgl. HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung. S. 70-72

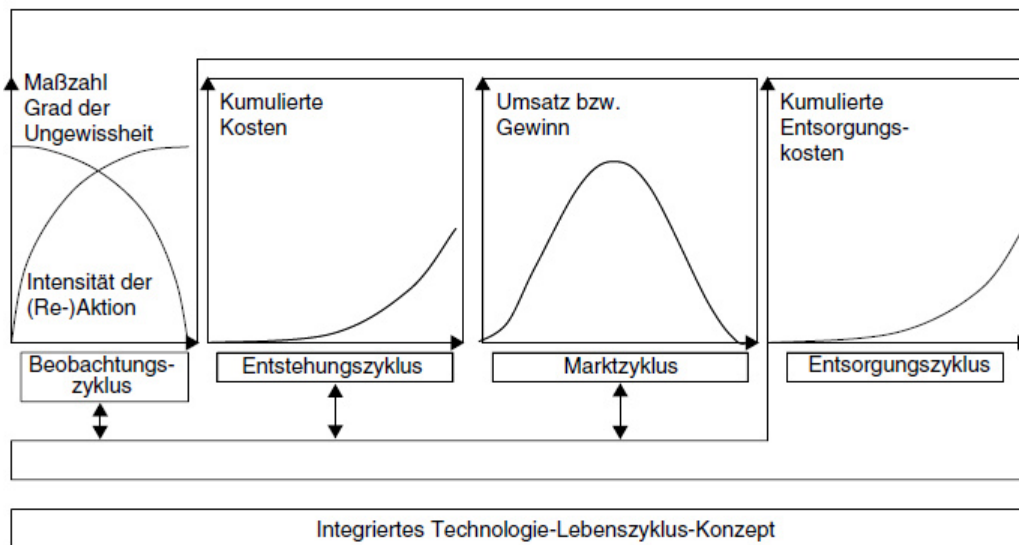


Abbildung 12: Integrierter Produktlebenszyklus⁴⁹

Abbildung 12 zeigt die kumulierten Kosten während Entstehungs- und Entsorgungszyklus sowie den Umsatz- bzw. Gewinnverlauf im Marktzyklus. Während die Ungewissheit im Verlauf des Projektes abnimmt, steigt die Intensität der Aktionen bzw. Reaktionen.

Abbildung 12 ist ebenfalls idealisiert

2.8 Lebenszyklusphasen eines Gebäudes

Neben der in Kapitel 2.7. erläuterten, möglichen Lebenszyklusphasen soll im Weiteren dargestellt werden, wie die Lebenszyklusphasen von Bauobjekten aussehen können. Nach CEN/TC 350 umfasst der Lebenszyklus eines Gebäudes folgende Phasen:

- Errichtung
- Nutzung mit Betrieb und Instandhaltung
- Rückbau und Entsorgung

Abbildung 13 zeigt eine mögliche Phasenabfolge im Hochbau.

Die Planungsphase beinhaltet im Wesentlichen die Abfolge folgender Schritte: Bedarfsermittlung, Vorstudien, Vorplanung bis hin zur Ausschreibung, Verhandlung und Vergabe mit den Beteiligten (Bauherren, Entwickler, Architekten bzw. Fachplaner).

⁴⁹ Vgl. HORNEBER, M.: Innovatives Entsorgungsmanagement: Methoden und Instrumente zur Vermeidung und Bewältigung von Umweltbelastungsproblemen. S. 119

Die Errichtungsphase umfasst grundsätzlich folgende Schritte: Bau-durchführung, Mängelbeseitigung und Übergabe nach Vertrag. Beteiligte Akteure hierbei sind Baufirmen und ggf. Fachplaner.

Betriebs- und Nutzungsphase beinhalten die Aufrechterhaltung der ge-wünschten Qualität, um den bestmöglichen Betrieb zu gewährleisten. Hierbei sind Betreiber oder Nutzer maßgeblich involviert.

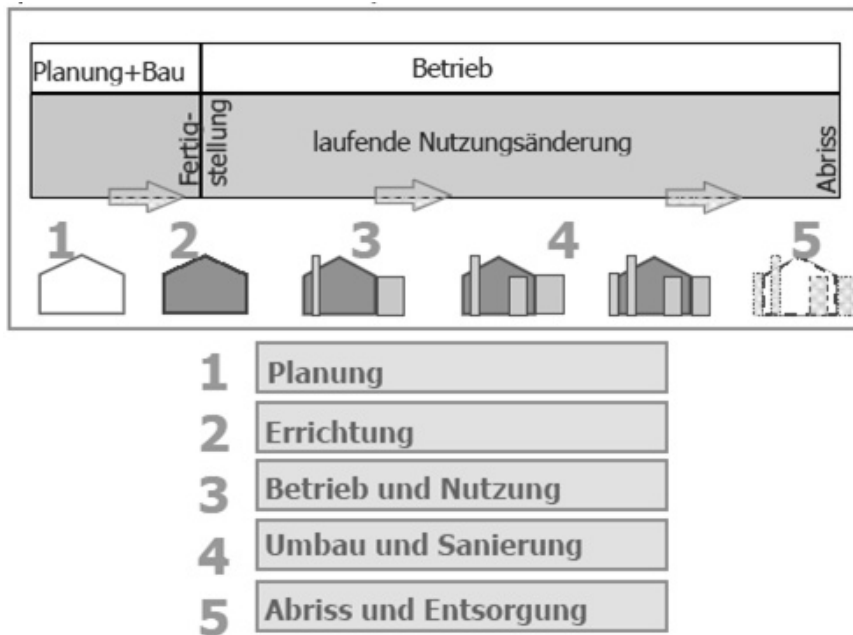


Abbildung 13: Baulebenszyklusphasen⁵⁰

Die Umbau- und Sanierungsphase stellt hauptsächlich eine Verlänge-rung der Betriebs- und Nutzungsphase dar. Dabei werden Anpassungen an die geforderte Qualität durchgeführt, um einen weiteren Betrieb zu gewährleisten. Die Beteiligten in dieser Phase können Eigentümer, Be-treiber oder Nutzer sein.

Die Abriss- und Entsorgungsphase stellt den Abschluss der Lebenszyk-lusbetrachtung dar. In dieser Phase wird darüber entschieden, ob ein Gebäude selektiv wiederverwertet oder abgerissen wird. Beteiligte sind zumeist Eigentümer oder Verwerter.

⁵⁰ Vgl. FLOEGL, H.: LV- Unterlagen: Lebenszykluskosten Hintergründe – Grundlagen Konzepte. S. 2

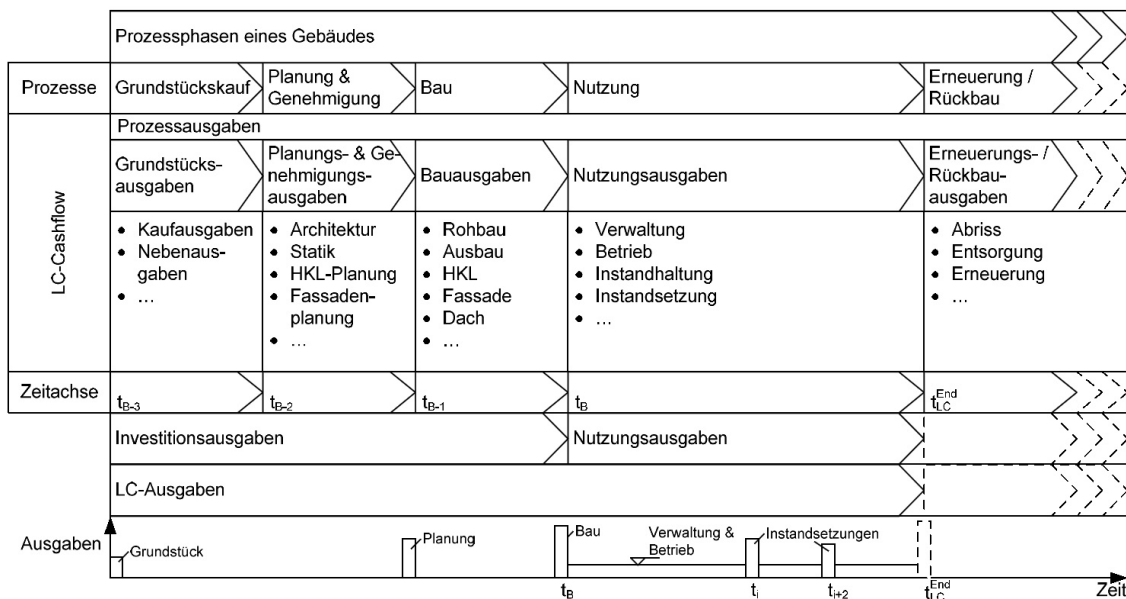


Abbildung 14: Zusammenhang Ausgaben und Projektphasen⁵¹

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln alle notwendigen Grundlagen erläutert wurden, veranschaulicht Abbildung 14 die Verknüpfung zwischen Projektphasen, Lebenszyklusphasen und anfallenden Zahlungsströmen. Im Wesentlichen stellen die Projektphasen einen Teil der Lebenszyklusphasen dar, in welchen Kosten anfallen. Um diese Kosten systematisch zu erfassen und strukturiert zu gliedern, werden Kostenstrukturen benötigt.

2.9 Kostenerfassung

Folgender Abschnitt stellt einen groben Überblick über die Thematik der Kostenerfassung in den ausgewählten Normen dar. Im Wesentlichen wird dabei verdeutlicht, wie unterschiedlich in den einzelnen Ländern mit dem Problem der Kostengliederung und Strukturierung umgegangen wird.

Kosten der Objektrichtung oder Baukosten:

Cirka 20 % der Gesamtkosten eines Bauwerkes entfallen auf die Errichtungskosten. Dabei verwenden unterschiedliche Nationen in ihren Normen verschiedene Schemata zur Kostengliederung und Erfassung. Im deutschsprachigen Raum kommen folgenden Normen zur Anwendung: DIN 276-1 und 4, GEFMA 100 und 200, GEFMA/IFMA 220-1, SN 506 511 und 512, ÖNORM B 1801-1 und die ISO 15686-5. Die folgende Ab-

⁵¹ LUNZE, D.: ANALYSE DER VORAUSSETZUNGEN FÜR LIFE-CYCLE-LEISTUNGEN IN DER BAUWIRTSCHAFT. S. 180

bildung zeigt die erste Gliederungsebene der genannten Normen. Eine detaillierte Gegenüberstellung dieser Gliederungen erfolgt in Kapitel 5. dieser Arbeit.

Österreich		Deutschland		Deutschland	
ÖNORM B 1801-1		DIN 276-1/4		GEFMA 100-2	
Objekterrichtung		Kosten im Hoch/Tiefbau		Facility Management	
Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe
0	Grund	100	Grundstück	0.000	FM-Leitung
1	Aufschließung	200	Herrichten und Erschließen	1.000	Konzeption
2	Bauwerk-Rohbau	300	Bauwerk-Baukonstruktionen	2.000	Planung
3	Bauwerk-Technik	400	Bauwerk-Technische Anlagen	3.000	Errichtung
4	Bauwerk-Ausbau	500	Außenanlagen	4.000	Vermarktung
5	Einrichtung	600	Ausstattung und Kunstwerke	5.000	Beschaffung
6	Außenanlagen	700	Baunebenkosten	6.000	Betrieb & Nutzung
7	Planungsleistungen			7.000	Umbau und Sanierung
8	Nebenleistungen			8.000	Leerstand
9	Reserven			9.000	Verwertung

Schweiz		Schweiz		International	
SN 506 511		SN 506 512		ISO 15686-5	
Baukostenplan Hochbau		Baukostenplan Tiefbau		Gebäude und Bauliche Anlagen	
Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe
A	Grundstück	A	Grundstück	construction	Errichtungskosten
B	Vorbereitung	L	Vorbereitung Tiefbau		Gebühren für Dienstleistungen Honorare
C	Konstruktion Gebäude	M	Erdbau, Spezialtiefbau		Sonstige Dienstleistungen
D	Technik Gebäude	N	Untertagebau		Temporäre Anpassungen und Anpassungskosten
E	Äußere Wandbekleidung	O	Konstruktion Kunstbauten		Steuern
F	Bedachung Gebäude	P	Hülle, Ausbau		andere
G	Ausbau Gebäude	Q	Leitungsbau		
H	Nutzungsspezifische Anlage	R	Fahrbahn		
I	Umgebung Gebäude	S	Betriebs-, Sicherheitsanlagen		
J	Ausstattung Gebäude	T	Ausrüstung		
V	Planungskosten	V	Planungskosten		
W	Nebenkosten	W	Nebenkosten		
Y	Reserve, Teuerung	Y	Reserve, Teuerung		
Z	Mehrwertsteuer	Z	Mehrwertsteuer		

Tabelle 2 Gegenüberstellung von Normen für Baukosten⁵²

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, werden Baukosten länderspezifisch auf unterschiedliche Art und Weise gegliedert. Dabei berücksichtigen die einzelnen Normen vorhandene Kostenarten in verschiedenen Gruppen. Weiters trennen manche Nationen, wie z.B. Deutschland, die Normung in die Bereiche Hochbau und Tiefbau. In anderen Ländern, z.B. Österreich, erfolgt diese Trennung nicht. Normen wie etwa die ISO legen lediglich eine rudimentäre Gliederung fest.

⁵² Eigene Darstellung

Objektfolge- und Nutzungskosten:

Auch im Bereich der Folge- und Nutzungskosten existieren Normen und Richtlinien, welche länderspezifische Besonderheiten aufweisen. Zur näheren Betrachtung wurden hierbei die Normen DIN 18960, ÖNORM B 1801-2, SIA 112, SN 480, ISO 15686-5 und die Richtlinienreihe der GEFMA/IFMA herangezogen. Tabelle 3 verschafft ebenfalls nur einen groben Überblick über die Thematik verschaffen, die genaue Gegenüberstellung findet sich in Kapitel 5. dieser Arbeit.

Österreich		Deutschland		Deutschland	
ÖNORM B 1801-2		DIN 18960		GEFMA/IFMA 220-1	
Objektfolgekosten		Nutzungskosten im Hochbau		Lebenszykluskosten	
Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe
1	Verwaltung	100	Kapitalkosten	0.000	FM-Leitung
2	Technischer Gebäudebetrieb	200	Objektmanagement	1.000	Konzeption
3	Ver- und Entsorgung	300	Betriebskosten	2.000	Planung
4	Reinigung und Pflege	400	Instandsetzungskosten	3.000	Errichtung
5	Sicherheit			4.000	Vermarktung
6	Gebäudedienste			5.000	Beschaffung
7	Instandsetzung, Umbau			6.000	Betrieb & Nutzung
8	Sonstiges			7.000	Umbau und Sanierung
9	Objektbeseitigung, Abbruch			8.000	Leerstand
				9.000	Verwertung
Schweiz		Schweiz		International	
SIA 112		SN 480		ISO 15686-5	
Leistungsmodell		Wirtschaftlichkeitsrechnung Hochbau		Gebäude und Bauliche Anlagen	
Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe	Ordnungszahl	Kostengruppe
1	Strategische Planung	Investitionskosten nach BkP		1	Bauwerk
2	Vorstudie	Jährliche Ausgaben Verwaltungs- Betriebs- und Unterhaltskosten		2	Betrieb
3	Projektierung	Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen		3	Wartung
4	Ausschreibung	Einnahmen		4	Verwertung
5	Realisierung	Restwert		5	Externe Einflüsse
6	Bewirtschaftung			6	Einnahmen
		weitere referenziert die SN 480 auf die DIN 18960		7	nicht bauwerksbezogenen Kosten
				LCC	
				WLC	

Tabelle 3: Gegenüberstellung von Normen für Folge- und Nutzkosten⁵³

In den unterschiedlichen Normen werden Kosten in verschiedener Art und Weise erfasst und gegliedert bzw. abgegrenzt. Während einige Normen unter Nutzkosten nur jene Kosten verstehen, welche im direkten Zusammenhang mit der Nutzung des Objektes stehen, verstehen andere Normen unter diesen Kosten die Summe aller Kosten, welche nach der Errichtung anfallen.

⁵³ Eigene Darstellung

2.10 Methodik der Lebenszykluskostenrechnung

Wie bereits im historischen Überblick erwähnt, existieren seit der Einführung der LCC- Analyse oder Berechnung unterschiedlichste Verfahren in verschiedenen Branchen. Im Weiteren sollen die Grundschritte zur Durchführung einer Bewertung dargestellt werden.

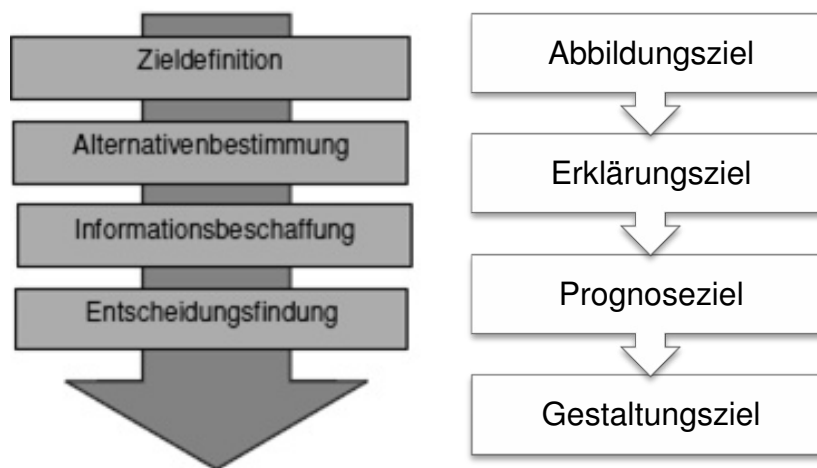


Tabelle 4: Ablauf Methodik einer LCC und Vorgehensweise bei einer LCC^{54 55}

Als Erstes ist es notwendig das Ziel, welches mithilfe der LCC-Betrachtung erreicht werden soll, klar zu definieren und die notwendigen Abgrenzungen durchzuführen. Ebenso muss festgelegt werden, welches mathematische Werkzeug als Grundlage zur Ergebnisinterpretation verwendet werden soll.⁵⁶ In der Alternativenbestimmung müssen die zu vergleichenden Varianten festgelegt werden. Dabei ist festzustellen, ob dies grundsätzlich möglich und sinnvoll ist. In der folgenden Informationsbeschaffung müssen alle notwendigen Parameter⁵⁷, bestimmt werden. Nachdem alle relevanten Informationen erfasst sind, kann eine Analyse und Entscheidungsfindung mit Hilfe bekannter Methoden aus der Investitionsrechnung erfolgen. Die Berechnung des Barwerts ist dabei zumeist ein zentrales Werkzeug. Parallel zu diesem Ablauf ist es notwendig qualitativ zu bestimmen, welches Ziel die Abbildung der notwendigen Kostenermittlungen erfüllen muss. Das Erklärungsziel dient dazu, die Zusammenhänge der Kosten im Lebenszyklus zu erkennen und in Kostenstrukturen, welche die Kosten phasenorientiert gliedern, zu erfassen. Das Prognoseziel legt die Genauigkeit der Vorhersage und den Zweck der Prognose mithilfe des internen Rechnungswesens fest. Im

⁵⁴ Vgl. SCHWEISER, W.: Technologiemanagement und Innovationsrechnung. S. 138

⁵⁵ HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung. S. 149

⁵⁶ siehe Kapitel 3 dieser Arbeit

⁵⁷ siehe Kapitel 4 dieser Arbeit

Gestaltungsziel wird die eigentliche Optimierungsentscheidung getroffen.⁵⁸

$$LCC = \sum_{t=0}^n \frac{C_k}{(1+i)^t}$$

LCC Life-cycle costs

C_k Cash Flows

n Endwert, gesamte Laufzeit

t Laufvariable mit Startwert, Zeitintervall in Jahren

i Kalkulationszinssatz

Formel 2: LCC als Barwert der Cash Flows⁵⁹

Ähnlich der Anwendung in der Investitionsrechnung werden bei der LCC-Berechnung die Cash Flows zukünftiger Perioden diskontiert, um den heutigen Barwert zu ermitteln. Zusätzlich kann eine Inflationsbereinigung erfolgen. Auf diese Art lassen sich Alternativen nicht nur anhand der Höhe ihrer Anschaffungskosten, sondern auch über die anfallenden Lebenszykluskosten über die gesamte Lebenszyklen (Lebenszeit) vergleichen. Der potenzielle Käufer ist damit im Stande zu ermitteln, welche Kosten auf ihn zukommen werden.

Die Schwierigkeiten bei Anwendung der LCC-Betrachtung, wie auch anderer Barwertmethoden, sind die Wahl des Diskontierungszinssatzes, die Prognose zukünftiger Kosten sowie die Abschätzung der Lebensdauer. Für die Betrachtung der Betriebskosten beispielsweise sind verlässliche Annahmen über die zukünftige Preisentwicklung von essentieller Bedeutung. Nachdem alle notwendigen Parameter bestimmt wurden kann die eigentliche Berechnung wie beschrieben erfolgen.

Alternative 1 stellt den Kostenverlauf ohne Trade-off dar. Trade-off beschreibt die Verschiebung von Kosten einer Projektphase in eine andere durch geeignete Maßnahmen. Alternative 2 stellt die optimierte Variante dar, in welcher die Kosten verschoben wurden und dadurch eine lebenszyklusoptimierte, insgesamt kostengünstigere Variante geschaffen wurde.⁶⁰

⁵⁸ Vgl. HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung, S. 146-149

⁵⁹ : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing, S. 26

⁶⁰ Vgl. Seite 10 dieser Arbeit

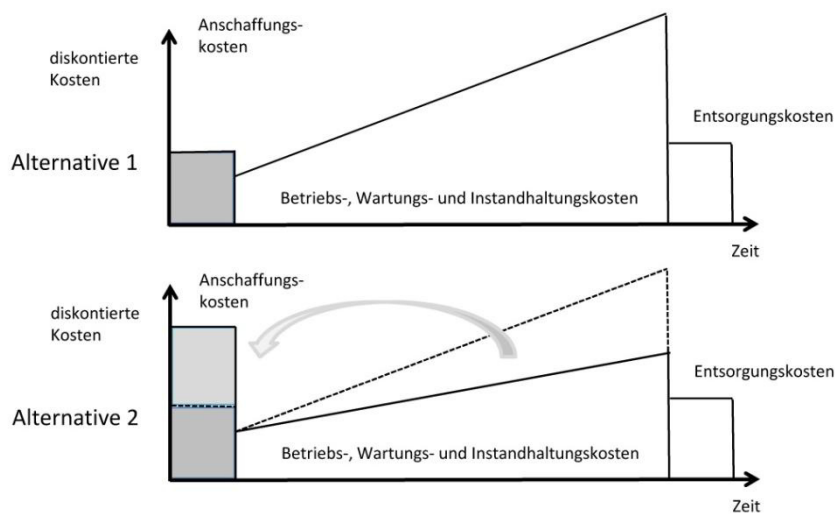


Abbildung 15: Trade-off Prinzip⁶¹

Abbildung 15 verdeutlicht die Wechselwirkung zwischen Anschaffungs- und Folgekosten, welche durch eine LCC-Betrachtung analysiert werden kann.

Trade-off beschreibt weiters die vier möglichen Szenarien nach Wübbenhorst, siehe Seite 10 dieser Arbeit

2.11 Beeinflussung von Lebenszykluskosten

Wie bereits erläutert fallen in allen Lebenszyklusphasen eines Gebäudes Kosten an (siehe Abbildung 16). Dabei sind in allen Projektphasen Entscheidungen zu treffen, welche in direktem Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeit des Projektes stehen. Diese Entscheidungen beeinflussen maßgeblich den Verlauf der Lebenszykluskosten. Wie in Abbildung 16 deutlich wird, ist die Beeinflussbarkeit der Kosten am Beginn der Konzeptphase am größten und sinkt mit zunehmendem Projektfortschritt. In allen Projektphasen sinkt die Beeinflussbarkeit weiter, bis am Ende des Projektes die Kosten in ihrer tatsächlichen Höhe feststehen. Daraus ergibt sich die wichtige Erkenntnis, dass Kostenanfall und Kostenbeeinflussbarkeit gegenläufig sind. Mehr als 80 % der Gesamtkosten entfallen auf die Nutzungsphase (Abbruch- plus Bewirtschaftungskosten), in welcher beinahe keine Einflussmöglichkeiten bestehen, um den steigenden Kosten entgegenzuwirken. Somit kann festgehalten werden, dass die notwendigen Maßnahmen zur Kostensteuerung in den frühen Phasen des Lebenszyklus getroffen werden müssen.⁶²

⁶¹ Vgl. GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. S. 306

⁶² Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, B. u.: Leitfaden Nachhaltiges Bauen. S. 22-23

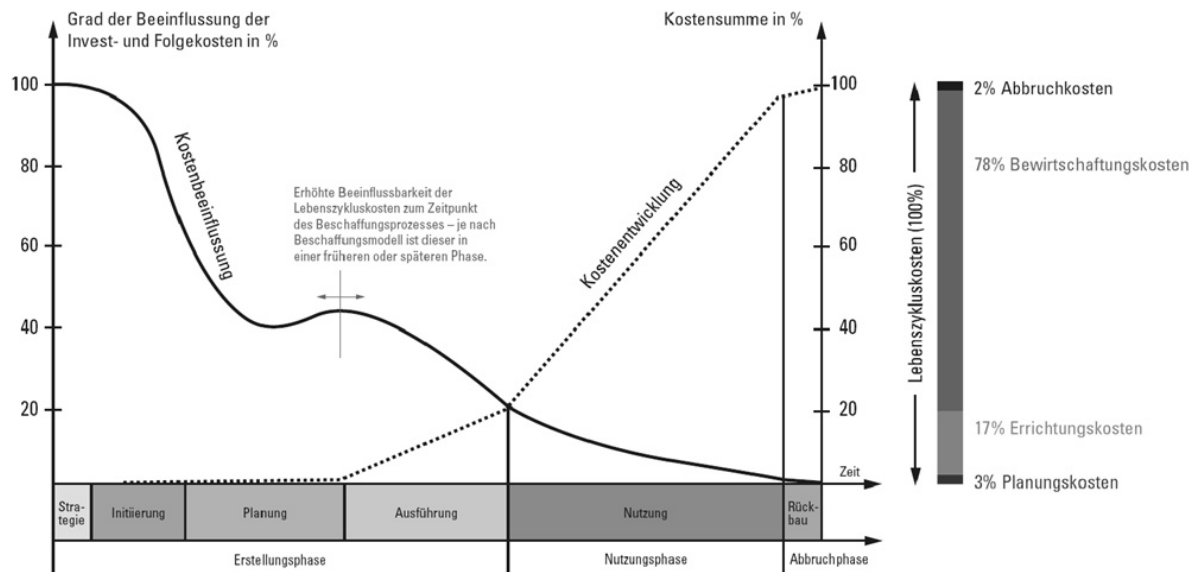


Abbildung 16: Kosten und Kostenbeeinflussbarkeit⁶³

Somit ist es durch lebenszyklusoptimierte Betrachtungen von Baumaßnahmen möglich, rechtzeitig Einsparpotenzial aufzudecken und notwendige Schritte durchzuführen um eine wirtschaftlichere Nutzung von zu Verfügung stehenden Ressourcen zu gewährleisten. Dabei können Betrachtungen von unterschiedlichen baulichen Umsetzungen, von Materialien, Lösungskonzepten und alternativen Lösungen maßgebende Schlüsselaufgaben sein.

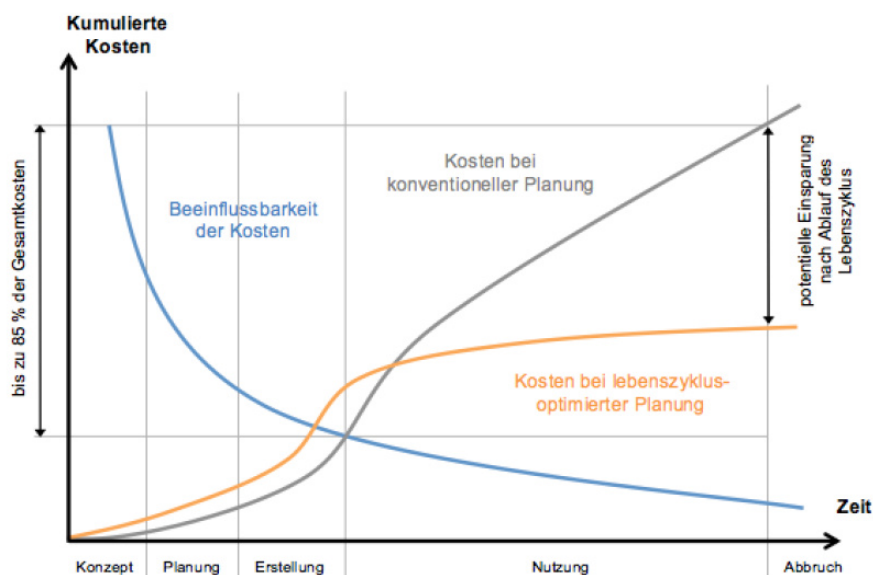


Abbildung 17: Lebenszykluskosten im Projektverlauf⁶⁴

⁶³ FRIEDL, K.; THOMAS, K.: Der Weg zum Lebenszyklusorientierten Hochbau, Symposium Präsentation. S. 14

⁶⁴ BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, B. u.: Leitfaden Nachhaltiges Bauen. S. 23 Teil A

Wie in Abbildung 17 ersichtlich, stellt die graue Linie den Lebenszykluskostenverlauf ohne Optimierung mit konventioneller Planung und Fokus auf Investitionskosten dar. Die orange Linie zeigt den anfänglich erhöhten Verlauf der Investitionskosten mit späterer Kostensenkung in der Nutzung. Dabei stellt die Fläche unter den Kostenverlaufs-funktionen die Gesamtkosten dar, welche im Weiteren als Entscheidungsgrundlage verwendet werden. Abbildung 18 zeigt einen möglichen Projektablauf, in welchem die genannten Phasen dargestellt werden.

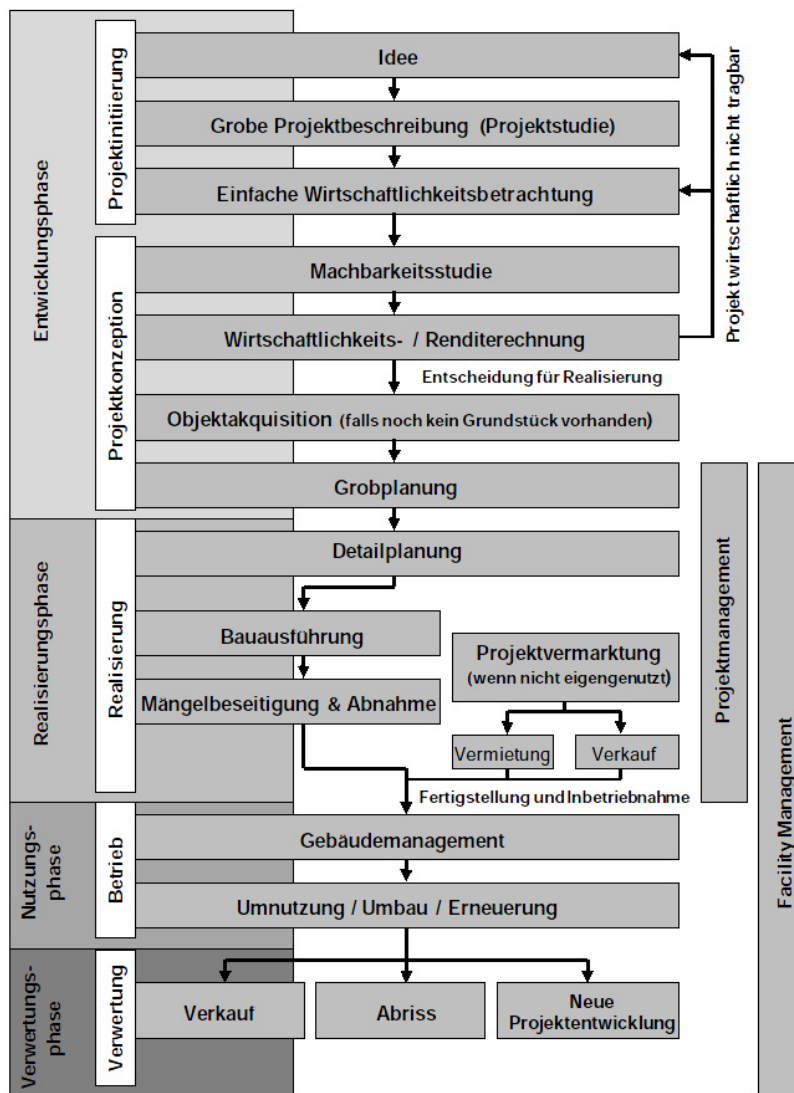


Abbildung 18: LZK-Projektphasen Beispiel⁶⁵

⁶⁵ UWE, D. et al.: Zukunft Bau Planungsleitfaden Zukunft Industriebau F 2756/1. S. C 28

2.12 Qualität, Zeit und Kosten als maßgebende Variablen

Qualität, Zeit und Kosten stellen die maßgebenden Entscheidungs- bzw. Gestaltungsvariablen dar, welche ausreichend spezifiziert werden müssen, um ein Bauobjekt oder eine Immobilie ausreichend zu beschreiben. Die Bauprojektqualität ist dabei der bestimmende Erfolgsfaktor, da er über den Marktpreis entscheidet, den das Objekt erzielen kann. Weiters stellt die Qualität eines Objektes die Stellschraube für Folgekosten dar, da bessere Qualität meist längere Wartungsintervalle impliziert (z.B. Blech- oder Kupferdach, Dispersion- oder Mineralfarbanstriche). Im Mittelpunkt des Zeitfaktors steht die Betrachtung, dass immer kürzer werdende Produktlebenszyklen mehr Kosten verursachen. Wobei Kosten gewissermaßen ein Fixum darstellen, da sie durch das maximal aufnehmbare Kapital bei Kreditinstituten limitiert sind. Die zunehmende Forderung nach mehr Nachhaltigkeit in der Baubranche erfordert die Erweiterung des klassischen magischen Dreiecks - Kosten, Termine und Qualität - über das Projektziel hinaus und führt zur neuen Zielausrichtung, dem Betriebsziel. Als Betriebsziel rücken Lebenszykluskosten, langfristig nachhaltige Qualitätsstandards und langfristige Zeitziele wie Gewährleistung, Servicevereinbarungen und Verträge in den Fokus.⁶⁶

Zielsystem für den Objektlebenszyklus

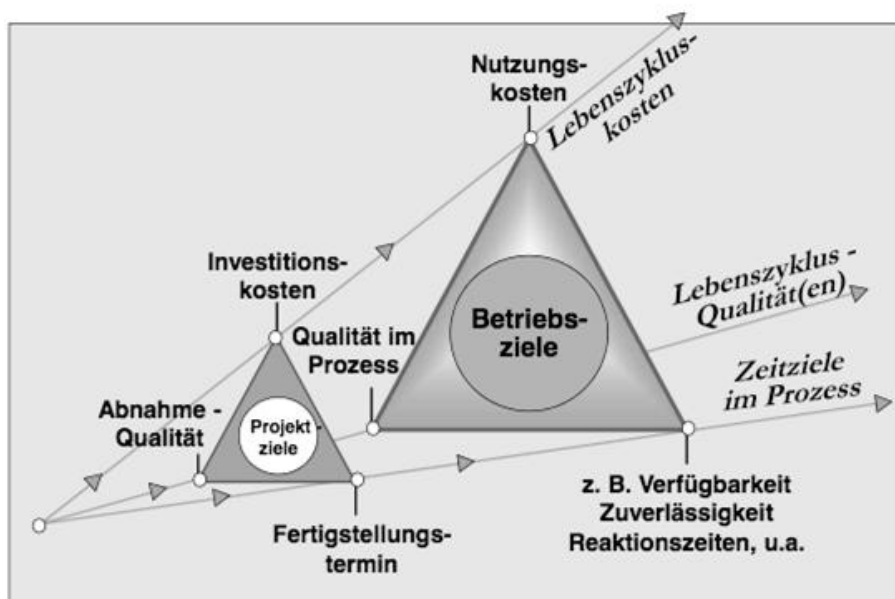


Abbildung 19: Erweiterung Kostendreieck⁶⁷

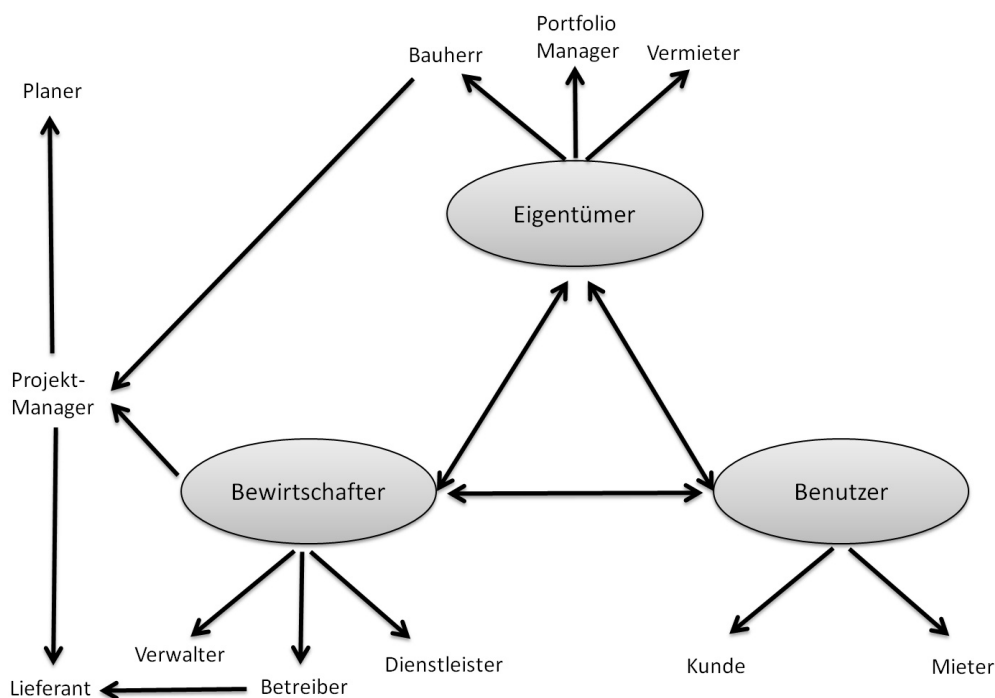
⁶⁶ Vgl. BALCK, H.: Zukunft Bau, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen F 2820. S. 3-4

⁶⁷ BALCK, H.: Zukunft Bau, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen F 2820. S. 3

Somit wird deutlich, dass momentane Projektziele als Punktlandung im Bezug auf Qualität und Termine betrachtet werden können, da Kosten meist, als durch den Bauherrn vorgegeben angesehen werden können. Ferner ist es notwendig einen lebenszyklusorientierten Ansatz zu wählen, um diese starr fokussierte Zielausrichtung zu verhindern, zu verändern, hin zu einer strategischen Beschaffungsstrategie mit langzeitzielen wie in Abbildung 19 dargestellt.

2.13 Systemabgrenzung Betrachtungswinkel

Die wichtigsten Akteurgruppen, welche im Zuge eines Bauprojektlebenszyklus Interaktionen durchführen können, sind Eigentümer, Benutzer (Mieter) und Bewirtschafter/Dienstleister. Ihr Interesse ist es, langfristig Nutzen an einem Projekt zu erzielen. Die Sphäre der Bauherren lässt sich in oberster Ebene in zwei Typen von Auftraggebern gliedern, in private und professionelle Bauherren (gewerbliche oder staatliche). Diese werden in Anlehnung an SIA D 0165 und Lunze als gewerblicher Selbstnutzer (Bauherr baut für den Eigenbedarf), Vermieter (privat oder gewerblich) oder institutioneller Investor (Portfoliomanager) bezeichnet (siehe Abbildung 20).⁶⁸



Interessenskonflikt zwischen den Betrachttern

Abbildung 20: Betrachtungswinkel Immobilienmanagement⁶⁹

⁶⁸ Vgl. LUNZE, D.: ANALYSE DER VORAUSSETZUNGEN FÜR LIFE-CYCLE-LEISTUNGEN IN DER BAUWIRTSCHAFT. S. 161

⁶⁹ : SIA D 0165 Kennzahlen im Immobilienmanagement. S. 5

Während private wie gewerbliche Nutzer bei Eigennutzung Interesse an möglichst geringen Kosten haben, geht das Interesse von Investorgruppen in Richtung Gewinnmaximierung. Benutzer sind jene Gruppe, welche Objekte mietet, um somit das eigene Interesse zu befriedigen. Bewirtschafter stellen eine zwischengeordnete Schnittstellengruppe dar, wie etwa Facility Management oder Gebäudeverwaltung. Bewirtschafter vertreten grundsätzlich die Interessen der Eigentümer gegenüber den Benutzern.

3 Methoden der Investitionsrechnung

In diesem Kapitel werden ausgewählte Rechenmethoden, welche in Zusammenhang mit Lebenszykluskostenrechnung in der Literatur und den Normen Anwendung finden, erläutert und kurz vorgestellt. Nachfolgende Grafik (siehe Abbildung 21) zeigt eine schematische Gliederung von möglichen Investitionsentscheidungsverfahren. Wobei im Weiteren nur die Verfahren der Einzelwirtschaftlichkeitsbetrachtung behandelt werden, um auf die Einzelnutzen-Kosten-Thematik von Bauprojekten einzugehen, da auch nur diese in den Normen beschrieben werden.

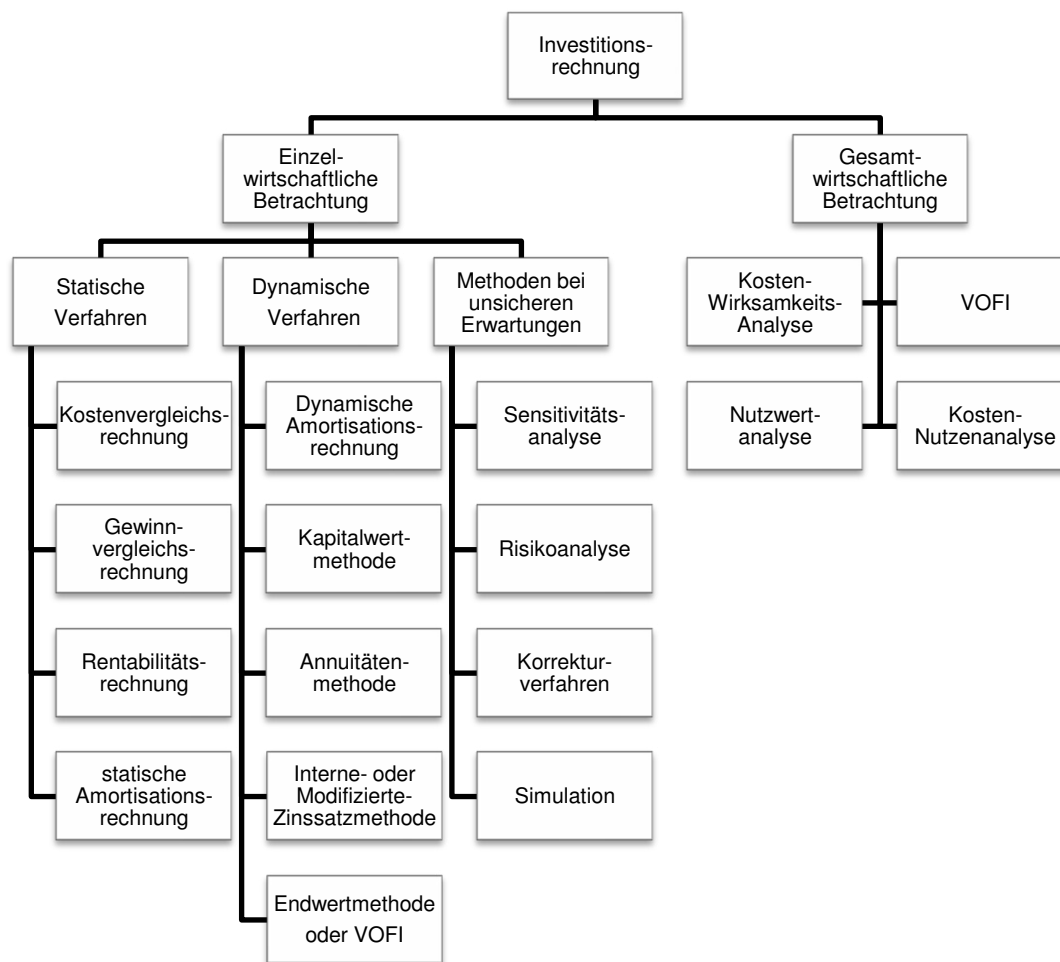


Abbildung 21: Methoden der Investitionsrechnung^{70 71}

⁷⁰ i.A.a. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 47-48

⁷¹ Vgl. <http://www.teialehrbuch.de/Kostenlose-Kurse/Rechnungswesen-mit-Beispielen-aus-Lexware-und-DATEV/9.1.2-Methoden-und-Ziele-der-Investitionsrechnung.html>. Datum des Zugriffs: 30.Dezember.2013

Die Methoden der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung befassen sich auch mit der Wechselwirkung bevorstehender Investitionen mit anderen betrieblichen Faktoren auf Unternehmensebene (z.B. Absatz-, Kapazitäts- oder Finanzierungsüberlegungen). Diese Methoden dienen daher nicht der Einzelprojektoptimierung, sondern der unternehmensweiten Gesamtbetrachtung.⁷²

Unter Investition versteht man in der Regel die Verwendung von freiem Kapital als Finanz- oder Sachinvestition. Diese Unterscheidung ist in der Literatur nicht immer eindeutig. So finden sich viele verschiedene Differenzierungskriterien für den Investitionsbegriff. Im Folgenden wird jedoch der Investitionsbegriff immer als Sachinvestitionsentscheidung verstanden.⁷³

Wie in Kapitel 1 dieser Arbeit beschrieben, handelt es sich bei der LCC-Betrachtung um eine Kostenerfassungsmethode, die dazu dient Zahlungsströme nach ihrer Höhe und dem Zeitpunkt ihres Anfallens zu bewerten. Da statische Verfahren nur in der Lage sind einzelne Perioden (z.B. Jahre) mit Durchschnittswerten einzubeziehen, und es nur bedingt Möglichkeiten gibt Zinsüberlegungen abzubilden, eignen sich diese Verfahren eher weniger für die langen Betrachtungszeiträume in der Bauwirtschaft. Im Gegensatz zu den statischen Methoden können dynamische Modelle Zahlungsströme – Einnahmen und Ausgaben – nach Höhe und zeitlichem Anfall zuordnen. Durch Diskontierung mit dem Kalkulationszins werden diese Zahlungsströme dann vergleichbar gemacht.⁷⁴ Ebenso ist die tatsächliche Dauer der Anlagealternative enthalten. Bezogen auf die LCC bedeutet dies, dass z.B. alle Ein- und Auszahlungen über den Lebenszyklus einer Immobilie zinseszinskonform berücksichtigt werden können. So ist eine phasenspezifische Identifizierung und Analyse der Lebenszykluskosten möglich.⁷⁵

In weiterer Folge werden nur die dynamischen Verfahren, welche in den einschlägigen ausgewählten Normen vorkommen, erklärt. Verfahren unter Berücksichtigung von Unsicherheiten werden in Kapitel 5. dieser Arbeit erläutert.

Allgemeine Annahmen in der klassischen dynamischen Investitionsrechnung:

- Vollkommener Kapitalmarkt; d.h. Soll- und Habenzinsen sind gleich groß

⁷² http://arthur.verlagpht.at/php/online_links/links/LP_17856.pdf. Datum des Zugriffs: 03.Jänner.2014

⁷³ Vgl. BAUER, U.: Skript: BWL Bau/BWL Enzyklopädie/Grundlagen der BWL. S. 7-4 bis 7-7

⁷⁴ Vgl. PERRIDON, L.; STEINER, M.: Finanzwirtschaft der Unternehmung. S. 28ff

⁷⁵ Vgl. PERRIDON, L.; STEINER, M.: Finanzwirtschaft der Unternehmung. S. 42ff

- Wiederanlageprämisse: Kapital kann jederzeit zum Kalkulationszinssatz angelegt und aufgenommen werden
- Unterstellung, dass der Cash Flow Verlauf einer Normalinvestition entspricht, d.h. negative Cash Flows am Beginn der Laufzeit und anschließend positive Cash Flows
- Annahme einer flachen Zinsstruktur
- Es bestehen keine Zugangsbeschränkungen zum Kapitalmarkt, es kann jederzeit Kapital aufgenommen werden

3.1 Kapitalwertmethode

Die Kapitalwertmethode geht von der Überlegung aus, dass der Barwert aller zukünftigen Ausgaben (Kosten) und Einnahmen (Erlöse) addiert mit den Anschaffungskosten eine Aussage darüber zulässt, ob eine Investition vorteilhaft ist oder nicht (Vgl. Formel 3). Der Nettokapitalwert ist also die Summe der mit i_k diskontierten Cash Flows, korrigiert um die Investitionssumme zu einem bestimmten Betrachtungszeitpunkt. Er repräsentiert den Betrag, welchen der Investor über das eingesetzte Kapital hinaus erzielt. Daraus ergeben sich folgende Entscheidungskriterien:⁷⁶

$KW > 0 \rightarrow$ Investition ist vorteilhaft

$KW = 0 \rightarrow$ Investor erhält das eingesetzte Kapital zurück

$KW < 0 \rightarrow$ Investition ist unvorteilhaft

Flache Zinsstruktur, entspricht einem nicht sprunghaften Wechsel der Höhe des Zinssatzes

$$KW = -I_0 + \sum_{t=1}^T (E_t - A_t) * (1 + i_k)^{-t} + L_T * (1 + i_k)^{-T}$$

KW	Kapitalwert einer Investition
I_0	Investitionssumme oder Anschaffungskosten
E_t	Einzahlungen
A_t	Auszahlungen
T	Betrachtungszeitraum, letzte Periode
t	Laufindex in Perioden (z.B. Jahre)
i_k	Kalkulationszinssatz
L_T	Liquidationserlös oder Abbruchkosten

Formel 3: Kapitalwertmethode⁷⁷

⁷⁶ Vgl. BAUER, U.: Skript: BWL Bau/BWL Enzyklopädie/Grundlagen der BWL. S. 7-46ff

⁷⁷ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 71ff

Somit lässt sich der Kapitalwert („Goodwill“) eines Investitionsobjektes an folgende zu bestimmende Parameter knüpfen:⁷⁸

- die Exaktheit der Anschaffungskosten
- die Zahlungsströme – Einnahmen und Ausgaben – während der Nutzung
- die erwartete Höhe des Restwertes (Erlös oder Kosten)
- der gewählte oder ermittelte kalkulatorische Zinssatz
- Betrachtungszeitraum

3.2 Annuitätenmethode

Unter Annuität versteht man eine der Höhe nach konstante, über den Betrachtungszeitraum regelmäßig auftretende Zahlung (z.B. Zahlungen bei einem Annuitätenkredit). Dabei wird der Kapitalwert über die Nutzungsdauer gleichmäßig verteilt. Als konstanter Zahlungsfluss dargestellt kann die Annuität als gemitteltetes Periodenergebnis interpretiert werden. Die Entscheidungskriterien entsprechen jenen des Kapitalwerts, da die Annuität vom Kapitalwert abgeleitet wird. Bei gleichen Zinssätzen und identem Betrachtungszeitraum ist dem Projekt mit der größten Annuität somit der Vorzug zu geben.

$$A = KW * \frac{(1 + i_k)^T * i_k}{(1 + i_k)^T - 1}$$

KW Kapitalwert einer Investition

A Annuität

T Betrachtungszeitraum

i_k Kalkulationszinssatz

anderen Parameter siehe Formel 3

Formel 4: Annuitätenmethode⁷⁹

Wie bereits beschrieben gelangt man mit der Annuitätenmethode zum selben Ergebnis wie mit der Kapitalwertmethode. Jedoch ist es mit der Annuitätenmethode möglich Investitionen mit unterschiedlichen Laufzeiten und Zinssätzen zu vergleichen. Durch Multiplikation des Kapitalwerts

⁷⁸ Vgl. BAUER, U.: Skript: BWL Bau/BWL Enzyklopädie/Grundlagen der BWL. S. ; : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 7-47

⁷⁹ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 94

mit dem Annuitätenfaktor kann die relative Vorteilhaftigkeit, bezogen auf die Periode, als Entscheidungskriterium berechnet werden.⁸⁰

3.3 Methode des internen Zinsfußes

Die Methode des internen Zinsfußes ist eine Abwandlung der Kapitalwertmethode. Dabei kommt kein gegebener Kalkulationszins zur Anwendung, da jener Zinsfuß ermittelt wird, welcher einen Kapitalwert von genau Null ergibt.⁸¹ Da die Formel (Vgl. Formel 5) zur Ermittlung des internen Zinsfußes eine Gleichung höherer Ordnung ist, gibt es für $n \geq$ drei Perioden keine allgemein gültige Lösungsformel mehr. Somit kann der interne Zinsfuß nur mehr numerisch bestimmt werden.

$$KW = 0 \rightarrow IRR, \quad i_{irr}$$

$$KW_1 = \sum_{t=0}^n (E_t - A_t) * (1 + i_{k1})^{-t}$$

$$KW_2 = \sum_{t=0}^n (E_t - A_t) * (1 + i_{k2})^{-t}$$

$$i_{irr} = i_{k1} + KW_1 * \left(\frac{i_{k2} - i_{k1}}{KW_1 - KW_2} \right)$$

IRR *Internal Rate of Return, interner Zinsfuß*
i_{irr} *interne Zinsfuß*
i_{k1}, i_{k2} *Versuchszinsfuß*
i_{k1} *Versuchszinsfuß mit positivem Kapitalwert*
i_{k2} *Versuchszinsfuß mit negativem Kapitalwert*
KW₁ *positiver Kapitalwert von i_{k1}*
KW₂ *negativer Kapitalwert von i_{k2}*

Formel 5: Interner Zinsfuß⁸²

Für die Berechnung des IRR müssen i_{k1} und i_{k2} so gewählt werden, dass es zu einem Vorzeichenwechsel im Kapitalwert kommt. So kann mit Hilfe der linearen Interpolation der interne Zinsfuß ermittelt werden. Ist dies nicht möglich, da der Kapitalwert immer negativ bleibt, so existiert kein interner Zinsfuß. Auch ist es möglich, dass die Kapitalwertfunktion meh-

⁸⁰ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 94

⁸¹ Vgl. BECKER, H. P.: Investition und Finanzierung Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft 5. Auflage. S. 63

⁸² Vgl. HEESEN, B.: Investitionsrechnung für Praktiker. S. 100 ff

rere Nulldurchgänge aufweist, und somit kein eindeutiger Zinssatz ermittelt werden kann. In diesem Fall existieren mehrere Lösungen. Im Vergleich zu den anderen dynamischen Methoden unterstellt die Methode des internen Zinsfußes, dass das Kapital mit i_{irr} verzinst wird, und nicht mit dem Kalkulationszinssatz.⁸³

3.4 Methode des modifizierten internen Zinsfußes

Die Methode des modifizierten internen Zinsfußes, auch Baldwin Zins genannt, versucht die Mängel der internen Zinsfußmethode in Bezug auf die Wiederanlageprämisse zu verbessern, indem das Kapital mit dem Kalkulationszins verzinst wird, und nicht mit dem internen Zinsfuß des Projekts.⁸⁴

$$i_m = \left(\frac{\sum_{t=1}^n E_t \cdot (1+i_k)^{n-t}}{\sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i_k)^{-n}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

t Laufindizes in Jahren, Periode

n Laufzeit

i_m Baldwin Zins

E_t, A_t andere Parameter wurden bereits erläutert

Formel 6: Baldwin Zins⁸⁵

Mathematisch kann der Baldwin Zins auch so verstanden werden, dass alle Einnahmen auf das Ende der Nutzungsdauer aufgezinnt werden, um anschließend jenen Zinssatz zu ermitteln, bei welchem der Barwert aller Ausgaben aufgezinnt den Endwert ergeben. Anders ausgedrückt wird jener Zinssatz gesucht, für den der diskontierte Endwert der Einnahmen dem Barwert der Ausgaben entspricht.

3.5 Dynamische Amortisationsrechnung

Die dynamische Amortisationsrechnung, in der Literatur auch als „Break Even“ (Schwellenpunkt) bekannt, dient nicht wie die anderen Investitionsrechnungsmethoden der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit eines Projektes, sondern bestimmt wie lange es dauert, bis sich das eingesetzte

⁸³ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 96 ff

⁸⁴ Vgl. <http://www.hans-markus.de/finance/28/grundlagen/baldwinzinssatz/>. Datum des Zugriffs: 10.Februar.2014

⁸⁵ Vgl. ZIMMERMANN, G.: Investitionsrechnung Fallorientierte Einführung 2. Auflage. S. 251 ff

Kapital zzgl. Zinsen amortisiert hat. Dieser Zeitpunkt ist erreicht, wenn die Kapitalwertfunktion null wird.⁸⁶

$$\text{Break Even} = \text{Periode von } C1 - \frac{C1}{C2 - C1}$$

Periode von C1	Jahr des letzten negativen kumulierten KW
Periode von C2	Jahr des ersten positiven kumulierten KW
C1, C2	kumulierte Kapitalwerte

Formel 7: Break Even⁸⁷

Bei der dynamischen Amortisationsrechnung ergeben sich dieselben Probleme wie bei der Methode des internen Zinsfußes, da es durchaus mehr als eine Lösung geben kann oder keine, wenn die Einzahlungsüberschüsse die Auszahlungen nicht übersteigen.⁸⁸

3.6 Vermögensendwertmethode

In der Literatur wird bei der Vermögensendwertmethode zwischen zwei verschiedenen Möglichkeiten der Endwertberechnung unterschieden. Diese sind die Varianten mit Kontoausgleichsgebot und Kontoausgleichsverbot. Im Folgenden wird nur auf das Kontoausgleichsgebot eingegangen, da dies mehr von praktischer Bedeutung ist.⁸⁹

$$V_t = (E_t - A_t) + V_{t-1} * (1 + i) \quad | \quad t \text{ von } 0 \text{ bis } n$$

$$i = i_s, \quad \text{wenn } V_{t-1} < 0$$

$$i = i_h, \quad \text{wenn } V_{t-1} > 0$$

i_s Sollzinsen, Kapitalaufnahmezins

i_h Habenzinsen, Kapitalanlagezins

V_t Vermögensbestand im Jahr t

V_n Vermögensendwert

n Laufzeit

anderen Parameter siehe Formel 5 und 6

Formel 8: Vermögensendwertmethode⁹⁰

Kontoausgleichsgebot,
Salden werden immer
saldiert

Kontoausgleichsverbot,
es findet keine
Saldierung während
der Laufzeit statt

⁸⁶ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 107

⁸⁷ Vgl. HEESEN, B.: Investitionsrechnung für Praktiker. S. 51

⁸⁸ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 109

⁸⁹ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 115

⁹⁰ Vgl. BECKER, H. P.: Investition und Finanzierung Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft 5. Auflage. S. 72

Die Vermögensendwertmethode kann analog zur Kapitalwertmethode betrachtet werden, nur das hierbei das Endvermögen analysiert wird.

Durch die Aufhebung der Annahme des vollkommenen Kapitalmarktes, die durch die explizite Unterscheidung zwischen Soll- und Habenzins erreicht wird, wird ein realitätsnäheres Ergebnis erzielt. Unter der Annahme, dass beide Zinssätze nicht weit vom Kalkulationszinssatz entfernt sind, ist diese Ungenauigkeit aber zu vernachlässigen. Zumeist ist die Annahme des Kontoausgleichsgebotes in der Realität problematisch, da die Finanzierungs- und Anlagepolitik meist nicht für einzelne Projekte, sondern für das gesamte Unternehmen angewandt wird.⁹¹

3.7 Vollständiger Finanzplan

Der vollständige Finanzplan, in der Literatur als VOFI bezeichnet, stellt im Vergleich zu allen voran genannten Methoden, keine kurze mathematische Formel oder einen Sachverhalt dar, mit dessen Hilfe sich eine schnelle Aussage über die Vorteilhaftigkeit einer Investition treffen lässt. Er beschreibt den Ablauf für eine komplexe Tabellenkalkulation, mithilfe derer sich beinahe alle ungünstigen Annahmen, welche man bei den anderen Verfahren treffen muss, vermeiden lassen.⁹²

Besonderes Merkmal der VOFI ist es, dass neben den Zahlungsströmen des Investitionsobjektes auch die Zahlungsströme der zugehörigen Finanzierungsentscheidung berücksichtigt werden können.

Weitere Vorteile sind:⁹³

- Exakte Steuerbemessung und Abschreibung mit Berücksichtigung von Verlusten ist möglich
- VOFIs lassen sich in verschiedenen Konkretisierungsgraden erstellen
- Über die Jahre wechselnde Konditionsbedingungen am Kapitalmarkt können berücksichtigt werden

In Tabelle 5 wird diese Vorgehensweise exemplarisch noch einmal verdeutlicht.

⁹¹ Vgl. GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. S. 115

⁹² Vgl. Seite 34 allgemeine Annahmen zur dynamischen Investitionsrechnung.

⁹³ Vgl. BECKER, H. P.: Investition und Finanzierung Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft 5. Auflage. S. 75

Zeitpunkt	0	1	2	3	4	5
Zahlungsfolge der Investition	-300.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
Eigenkapital						
Anfangsbestand	10.000,00					
- Entnahmen						
+ Einlagen						
Standardkredit						
+ Aufnahme	290.000,00					
- Tilgung		71.000,00	78.100,00	85.910,00	54.990,00	
- Sollzinsen		29.000,00	21.900,00	14.090,00	5.499,00	
Standardanlage						
- Anlage					39.511,00	102.765,77
+ Auflösung						
+ Habenzinsen						2.765,77
Finanzierungssaldo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bestandsgrößen						
Kreditstand	290.000,00	219.000,00	140.900,00	54.990,00	0,00	0,00
Guthabenstand	0,00	0,00	0,00	0,00	39.511,00	142.276,77
Bestandssaldo	-290.000,00	-219.000,00	-140.900,00	-54.990,00	39.511,00	142.276,77

Tabelle 5: Beispiel VOFI⁹⁴

Die größte Problematik der VOFI liegt darin, dass es sich in der Praxis beinahe als unmöglich erweist, die Finanzierungsvorgänge, welche auf Unternehmensebene stattfinden, auf das eigentliche Projekt zu abstrahieren. Durch diese Unteilbarkeit der finanziellen Sphäre einer Unternehmung ist in der Praxis die Planung für einzelne Investitionsprojekte logisch nicht haltbar (argumentierbar) bzw. schwer durchführbar.⁹⁵

Tabelle 5, schematisches Beispiel für Cash Flow mit Finanzierung

3.8 Methoden Anwendungsmatrix – Vor- und Nachteile der Verfahren

Folgende Tabelle zeigt alle im Kapitel Investitionsrechnung besprochenen Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung, welche im späteren auch noch in den einschlägigen Normen vorkommen. Sie kann einen groben Überblick darüber verschaffen, welche Methoden wie interpretiert werden können. Weiters wird noch kurz auf die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren, sowie deren Verwendung eingegangen. Die nachfolgende Abbildung befindet sich in größerem Format im Anhang der Arbeit.

⁹⁴ Vollständiges Rechenbeispiel siehe <http://tbw-ma.verbundstudium.de/faecher/DervollstndigeFinanzplan-Artikel.pdf>. Datum des Zugriffs: 8.Jänner.2014

⁹⁵ Vgl. GROB, H. L.: Einführung in die Investitionsrechnung 4. Auflage. S. 110

	A	B	C	D	E	F
	Methoden	Interpretation	Ergebnis	Vorteil	Nachteil	Verwendung
0	Kostenvergleichsrechnung	Vergleicht Varianten basierend auf Kosten	Kosten €	Einfach und schnell	Durchschnittsbetrachtung, kein Zinseffekt, Zeitpunkt der Zahlung nicht berücksichtigt	Einfache Berechnungen
1	Kapitalwertmethode	Die Kapitalwertmethode stellt die Summe diskontierter Zahlungsströme zu einem Vergleichszeitpunkt dar. Ein positiver Kapitalwert stellt den erwarteten Nettogewinn einer Investition dar. Bei negativer Kostenberechnung ist der kleinste negative Wert vorzuziehen.	Kapitalwert €	Anfall der Zahlung und Zinseffekt berücksichtigt	Bewertung von Varianten mit unterschiedlichen Laufzeiten und Anschaffungskosten schwierig	Beliebtes Entscheidungswerkzeug für Investitionsentscheidungen
2	Annuitätenmethode	Umwandlung des NPV in einen periodisch konstanten Zahlungsstrom	Annuität €	Unterschiedliche Laufzeiten können berücksichtigt werden	Nur ein Durchschnittswert, sagt nichts über die einzelnen Perioden aus	Meist in Verbindung mit dem NPV
3	Interner Zinsfuß	Ist jener Zinsfuß, bei dem der Kapitalwert Null wird. Wenn der Kalkulationszinsfuß kleiner als der interne Zinsfuß ist, ist die Investition vorteilhaft. Bei Vergleich von Varianten ist jene Variante mit dem höchsten internen Zinsfuß zu bevorzugen.	Zinssatz %	Ergebnis gibt höchstmögliche Verzinsung an	Nicht immer aussagekräftig, da mehrere oder keine Lösung möglich sind	Kann nur verwendet werden, wenn ausreichende Einnahmen generiert werden; Problem im öffentlichen Sektor
4	Baldwin Zins	Ist jener Zinssatz, bei welchem der abgezinste Ertragswert der Einnahmen dem Barwert der Ausgaben entspricht	Zinssatz %	Hebt Nachteile des IRR auf	Nicht immer mathematisch möglich	Kann verwendet werden, wenn ausreichende Einnahmen generiert werden; Problem im öffentlichen Sektor
5	Dynamische Amortisation	Dynamisches Verfahren zur Berechnung der Amortisationszeit	Jahre n	Zinseffekt wird berücksichtigt, einfache Anwendung	Betrachtet wird nur der Zeitraum bis zur Amortisation	Wird zusätzlich zum NPV ermittelt
6	Endwertmethode	Stellt Vermögensendwert dar	Vermögenswert €	Differenzierung des Soll- und Habenzins möglich	Betrachtungzeitpunkt liegt in der Zukunft, Varianten mit unterschiedlicher Laufzeit können nicht verglichen werden	Vermögensendwert stellt Vermögenszuwachs dar
7	VOFI	Im Zuge der tabellarischen VOFI werden alle Zahlungsströme, auch die finanziell derivativen, mit unterschiedlichen Zinssätzen berücksichtigt.	Vermögenswert €	Wiederanlageprämisse und vollkommener Kapitalmarkt eliminiert	Aufwendig, oft nicht für Einzelinvestitionen machbar, da keine Finanzierungsdaten vorliegen	Meist als Finanzierungsplanung auf Konzernebene genutzt

Tabelle 6: Methoden der Investitionsrechnung für die LCC^{96 97 98}

⁹⁶ Vgl. SCHADE, J.: LIFE CYCLE COST CALCULATION MODELS FOR BUILDINGS. Online Publikation. S. 4

⁹⁷ Vgl. DAVIS LANGDON MANAGEMENT CONSULTING: Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction. Final Literature Review. S. 34

⁹⁸ Darstellung auch im Anhang

4 Überblick Normen

In Kapitel 2 und 3 dieser Arbeit wurden alle notwendigen Grundlagen zur LCC-Thematik allgemein erläutert, um im folgenden Kapitel auf die länderspezifischen Vorschriften und Unterschiede einzugehen. Dieses Kapitel dient dazu, die bestehende Normung nach ihrem grundsätzlichen Aufbau zu analysieren und im späteren Verlauf die nationalen Unterschiede herauszuarbeiten. Dieser generelle Überblick wird im Weiteren dabei helfen, ein besseres Verständnis für die unterschiedlichen Herangehensweisen der Normen zu bekommen, um in Kapitel 5. die Kostenstruktur und die darauf aufbauende Lebenszykluskostenrechnung zu verstehen. Weiters wird in Kapitel 4. nur auf die relevanten Inhalte zur Kostenthematik, welche für die LCC-Betrachtung notwendig sind, eingegangen und andere Inhalte, wie Projektmanagement, Facility Management, Qualitätsmanagement und Zeitmanagement außer Acht gelassen. Als relevanter Inhalt werden hierbei die Normen aus Kapitel 1.3. der Zielsetzung dieser Arbeit verstanden, wobei nur auf die wesentlichen Inhalte wie Begrifflichkeiten, Kostengruppen, Kostenstruktur und Berechnungsannahmen Bezug genommen wird.

4.1 Grundlagen zu Normen

Rechtstaatlichkeit wird als oberstes Prinzip des modernen Gemeinwesens verstanden. Um jedoch allen Bürgern eines Staates die gleichen Rechte und Pflichten zukommen zu lassen ist es unumgänglich, gewissen Spielregeln in Form von Gesetzen festzulegen. Die folgende Abbildung 22 nach Hofstadler⁹⁹ veranschaulicht, wie die Verbindlichkeit und Gültigkeitsdauer von Regeln von unten nach oben zunimmt, und die Flexibilität und der Detaillierungsgrad von unten nach oben abnehmen.

⁹⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schularbeiten Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 215

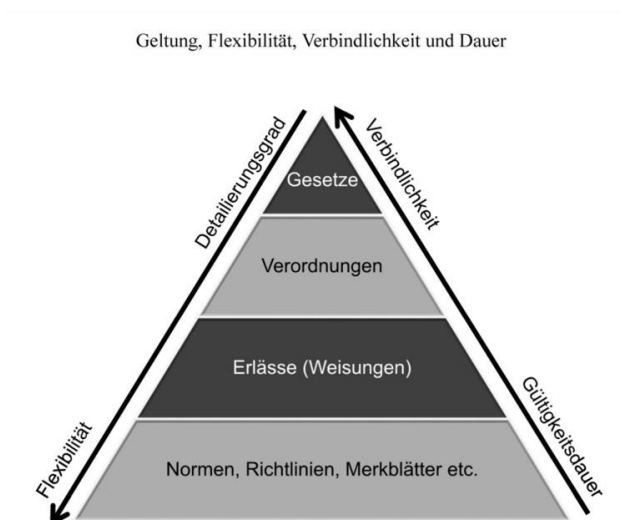


Abbildung 22: Hierarchie von Regelwerken¹⁰⁰

Grundsätzlich ist die Verwendung von Normen freiwillig, da sie nur als Empfehlung angesehen werden können. Jedoch sind manche Normen gesetzlich verpflichtend, sofern darauf in Gesetzestexten explizit verwiesen wird. Bei der Normung selbst bedarf es einer Unterscheidung zwischen jenen Normen, die in Österreich gesetzlich verbindlich umgesetzt wurden und den verbleibenden Normen, welche empfehlenden Charakter haben.

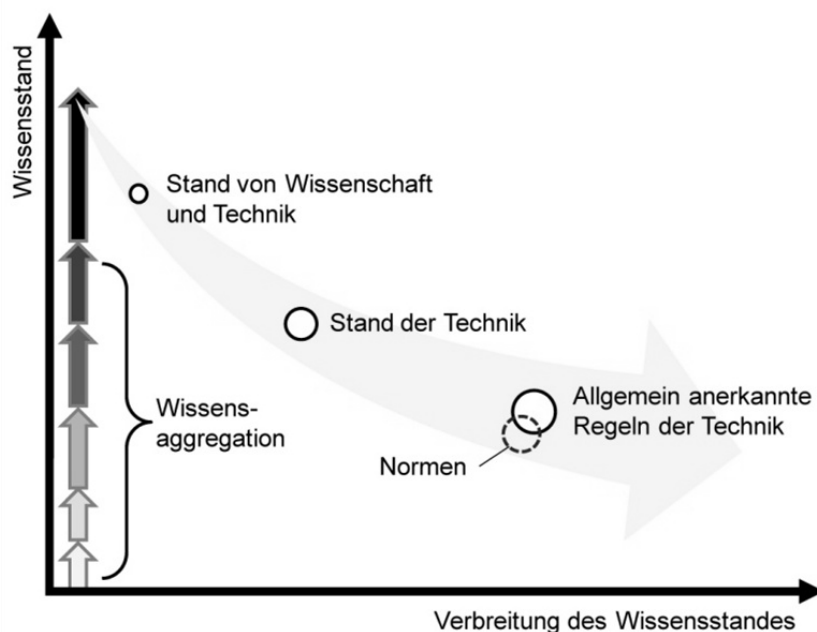
Die Normenbezeichnung zeigt, für welches Land die jeweilige Norm Gültigkeit hat. Bei ÖNORMEN handelt es sich um nationale Dokumente/Normen, welche für Österreich erstellt wurden. Im Gegensatz dazu sind CEN- oder EN-Normen europäische Normen, welche in Österreich verpflichtend in ein nationales Anwendungsdokument überzuführen oder direkt zu übernehmen sind. Sofern eine internationale ISO-Norm nicht als EN ISO übernommen wird, besteht keine Verpflichtung diese Norm national umzusetzen. Freiwillig kann die Umsetzung aber erfolgen. Im Gegensatz zu europäischen Normen müssen internationale Normen (ISO) nicht in die nationale Normung übernommen werden. Dies kann freiwillig erfolgen, dabei kann die gesamte Norm oder nur Teile davon übernommen werden.¹⁰¹

Abbildung 23 verdeutlicht den Verlauf des Wissenstands und dessen Verbreitung. Die Grafik zeigt, dass Normen einen Teil der allgemein anerkannten Regeln der Technik darstellen. Normen werden stets durch eine Normungskommission beschlossen und spiegeln daher das Interesse und Wissen der Kommission wider.

¹⁰⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schararbeiten Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 215

¹⁰¹ https://www.usp.gv.at/Portal.Node/usp/public/content/it_und_geistiges_eigentum/normen/nationale_europaeische_internationale/Seite.2860400.html. Datum des Zugriffs: 9.Jänner.2014

Grundlagen zu Normen, Richtlinien und Merkblätter

Abbildung 23: Wissensstand und Wissensverbreitung¹⁰²

4.2 ÖNORM 1801-1/2 und 4

In der Normenreihe der ÖNORM B 1801 Bauprojekt- und Objektmanagement waren zum Zeitpunkt der Bearbeitung drei Teile, sowie ein Teil im Entwurfsstatus verfügbar.¹⁰³ Davon wurden nur drei Teile in Absprache mit dem Betreuer als wichtige Grundlage, für die Lebenszykluskostenthematik empfunden und genauer beschrieben.

4.2.1 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 1: Objekterrichtung

Ein Aufgabenbereich der Norm, welche 2009 veröffentlicht wurde, ist es, als Grundlage zur Planungs- und Kostengliederung von Baumaßnahmen in Bezug auf Qualität, Quantität und Kosten in allen Projektphasen der Objekterrichtung zu dienen. Weiters legt die Norm in ihren Gliederungsstrukturen den Fokus auf den Bereich des Hochbaues.

¹⁰² Vgl. HOFSTADLER, C.: Schularbeiten Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 216

¹⁰³ Bearbeitungszeitraum dieser Arbeit Oktober 2013 bis Februar 2014

Die ÖNORM B 1801-1 unterscheidet sechs Projektphasen, welche in Tabelle 7 unterschiedlichen Stufen der Kostenplanung zugeordnet werden.¹⁰⁴ Das Gliederungssystem hat hierbei eine Tiefe von drei Ebenen.

Kosten	Kostenvorgabe	Entwicklungsphase	Vorbereitungsphase	Vorentwurfsphase	Entwurfsphase	Ausführungsphase	Abschlussphase
		Kostenziel	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung
	Finanzierung	Finanzierungsziel	Finanzierungsrahmen	Finanzierungsplan			
Bau- und Leistungsgliederung		1. Ebene					
Grobelement/Leistungsgruppe		2. Ebene					
Element/Unterleistungsgruppe		3. Ebene					
Baugliederung		Elementtyp					
Leistungsgliederung		Leistungsposition					

Tabelle 7: Kostenplanung nach ÖNORM B 1801-1¹⁰⁵

Die zehn Kostengruppen 0-9, welche in Tabelle 8 dargestellt werden, dienen dazu, anfallende Kosten wenn möglich getrennt, eindeutig, und überwiegend verursachungsgerecht zuzuordnen.¹⁰⁶ Hierbei sei auf Abbildung 24 verwiesen, welche die zulässigen Kostentoleranzen in Abhängigkeit von der Planungsphase darstellt.

Kostengruppierung

Baugliederung	Abk.	Bauwerkskosten BWK	Baukosten BAK	Errichtungskosten ERK	Gesamtkosten GEK
0 Grund	GRD				
1 Aufschließung	AUF				
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	100 %			
3 Bauwerk-Technik	BWT				
4 Bauwerk-Ausbau	BWA				
5 Einrichtung	EIR				
6 Außenanlagen	AAN				
7 Planungsleistungen	PLL				
8 Nebenleistungen	NBL				
9 Reserven	RES				

Tabelle 8: Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801-1¹⁰⁷

Mit zunehmendem Planungsstand bzw. -fortschritt in den Projektphasen ist es somit möglich alle anfallenden Kosten, welche in der Kostenplanung ermittelt werden, in ihrer Höhe, abhängig vom gewählten Gliederungssystem – Ebene der Ermittlung –, in Kostengruppen überzuführen.

¹⁰⁴ Vgl.: ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung. S. 8

¹⁰⁵ : ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung. S. 9

¹⁰⁶ Vgl. : ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung. S. 10

¹⁰⁷ : ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung. S. 10

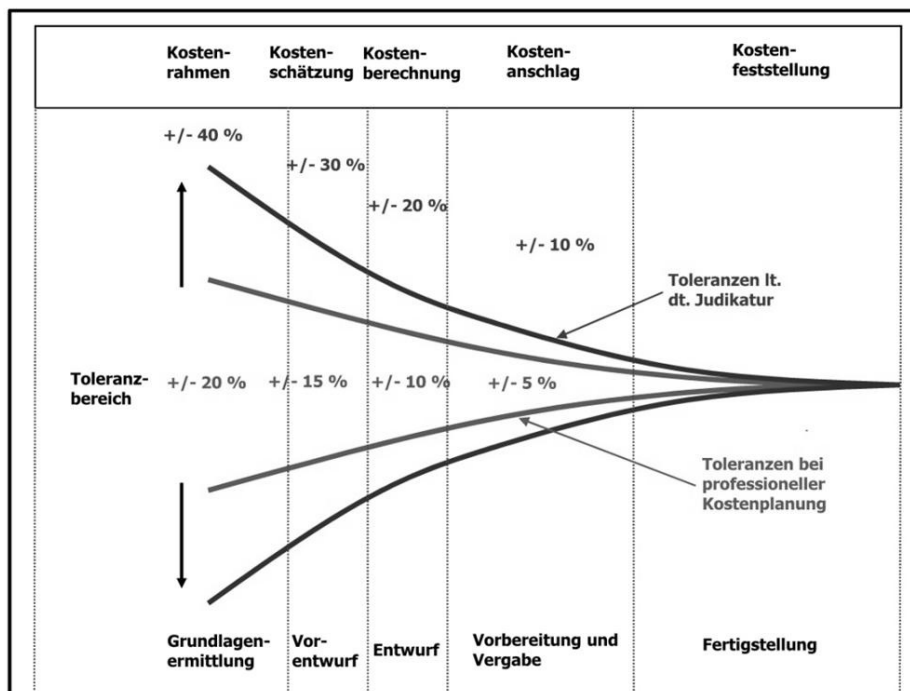


Abbildung 24: Kostentrichter¹⁰⁸

4.2.2 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2: Objektfolgekosten

Die Norm aus dem Jahr 2011 bildet die Grundlage für die Gliederung, Strukturierung und Erfassung von allen Kosten, welche im Laufe des gesamten Lebenszyklus im Objektmanagement eines Gebäudes anfallen. Diese Kosten werden im Weiteren als Folgekosten deklariert und in einer nutzungsorientierten Kostengliederung erfasst.

Kostentoleranz nach HOAI äußere Linie, innere Linie bei professioneller Planung nach Lechner

Der Inhalt der Norm beschränkt sich auf drei wesentliche Kapitel, welche nun genauer beschrieben werden.

In Kapitel 3. der Norm - Begriffe – finden sich folgende ausgewählte Definitionen:¹⁰⁹

„Folgekosten, Objekt-Folgekosten (OFK)

Summe (der Barwerte) aller Kosten, die sich aus dem Betrieb und der Nutzung während der Nutzungsphase eines Objektes [...] ergeben [...].

¹⁰⁸ Vgl. LECHNER, H.: Projektmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft, Level D, Kostenplanung, Normen, Regelwerke. S. 16

¹⁰⁹ Vgl. : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 3-4 ff

Gebäudebasiskosten (GBK)

Summe (der Barwert) der Projekt- Errichtungskosten gemäß ÖNORM B 1801-1 und der Kosten des Gebäudebetriebes.

Lebenszykluskosten (LZK)

Summe (der Barwert) der Objekt- Errichtungskosten gemäß B 1801-1 und der Objekt- Folgekosten.

Objektlebenszyklus

Zeitabschnitt, der alle Phasen der Lebensdauer eines Objektes umfasst und sich in die

- Phase der Objektplanung und -errichtung,
- Phasen der Objektnutzung,
- Phase des Abbruchs und Objektbeseitigung

gliedert.¹¹⁰

Den Hauptinhalt der Norm behandelt Kapitel 4. der Norm, welches sich im Wesentlichen mit der Gliederung und Strukturierung der Lebenszykluskosten befasst. Anschließend wird die genaue Struktur von möglichen Lebenszykluskosten exemplarisch anhand einer Grafik dargestellt und der Zusammenhang von Gesamtkosten und Folgekosten hergestellt. Anschließend werden alle Kostenhauptgruppen und ihre Kostenuntergruppen tabellarisch beschrieben und erläutert. Auf diese tabellarische Auflistung wird im folgenden Teil der Arbeit - siehe Kapitel 5. - genauer eingegangen.

Im allgemeinen Teil des Kapitels 4. legt die Norm folgende systematische Abgrenzung fest. Da es sich bei Kosten nie um absolute Größen handelt ist es zweckmäßig, eine entsprechende Unterteilung nach möglichen beteiligten Parteien (Eigentümer, Nutzer, Betreiber) durchzuführen, da im Laufe der Betriebsphase Kosten anfallen, welche unter Umständen von allen Beteiligten zu tragen sind. Hierbei verweist die Norm auf die mögliche Überwälzung von Kosten durch die bestehende Gesetzgebung und die jeweilig gültigen Verträge (z.B. ABGB, MRG, WGG).¹¹¹

ABGB,
allgemein bürgerliches
Gesetzbuch
MRG,
Mietrechtsgesetz
WGG,
Wohnungsgemeinnut-
zungsgesetz



¹¹⁰ : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 4

¹¹¹ Vgl. : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 4

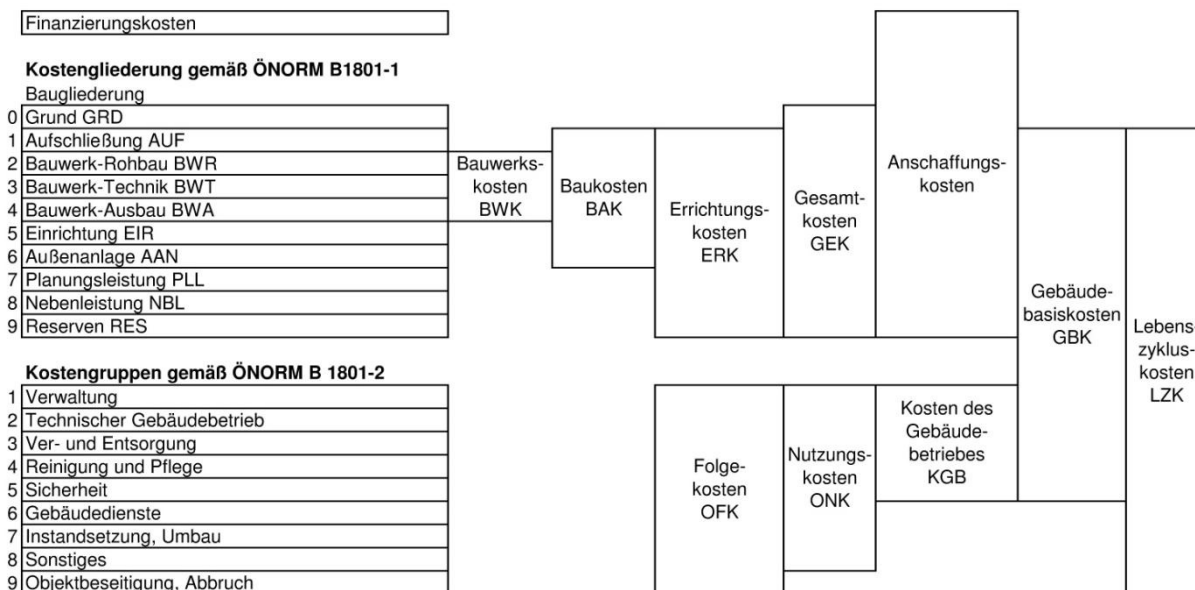


Tabelle 9: Zusammenhang von Gesamtkosten der Errichtung und Folgekosten¹¹²

Tabelle 9 verdeutlicht den Zusammenhang der Kostengruppen zwischen ÖNORM B 1801-1 und ÖNORM B 1801-2 und zeigt weiters alle Kostengruppen, welche Bestandteil der Lebenszykluskosten sind. Somit sind die Lebenszykluskosten im aktuellen Stand der ÖNORM als Summe von Folge- und Errichtungskosten, ohne Grundkosten und Finanzierungskosten, erfasst. Die Norm begründet diese Tatsache darin, dass durch die Vielfalt an Finanzierungsmöglichkeiten und Interaktionen der Beteiligten die Finanzierungskosten, Kapitalkosten und die Abschreibung, wie auch Grund und Boden, nicht als Teil der Folgekosten betrachtet werden. Dieser Unterschied wird in Kapitel 5. dieser Arbeit noch einmal aufgegriffen.¹¹³

Abbildung 25 zeigt den Kosten-Zeit-Verlauf der Objekt-Errichtungskosten nach ÖNORM B 1801-1 und der Objekt-Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2, getrennt nach Kostengruppen. Hierbei wird verdeutlicht, bei welchen Kosten es sich um jährliche, periodische anfallende Kosten handelt und welche Kosten als nicht periodisch bzw. einmalig angesehen werden. Als Bezugspunkt des Vergleiches wird dabei das Jahr Null als Jahr der Übergabe gewählt.

¹¹² : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 6

¹¹³ Vgl. : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 3

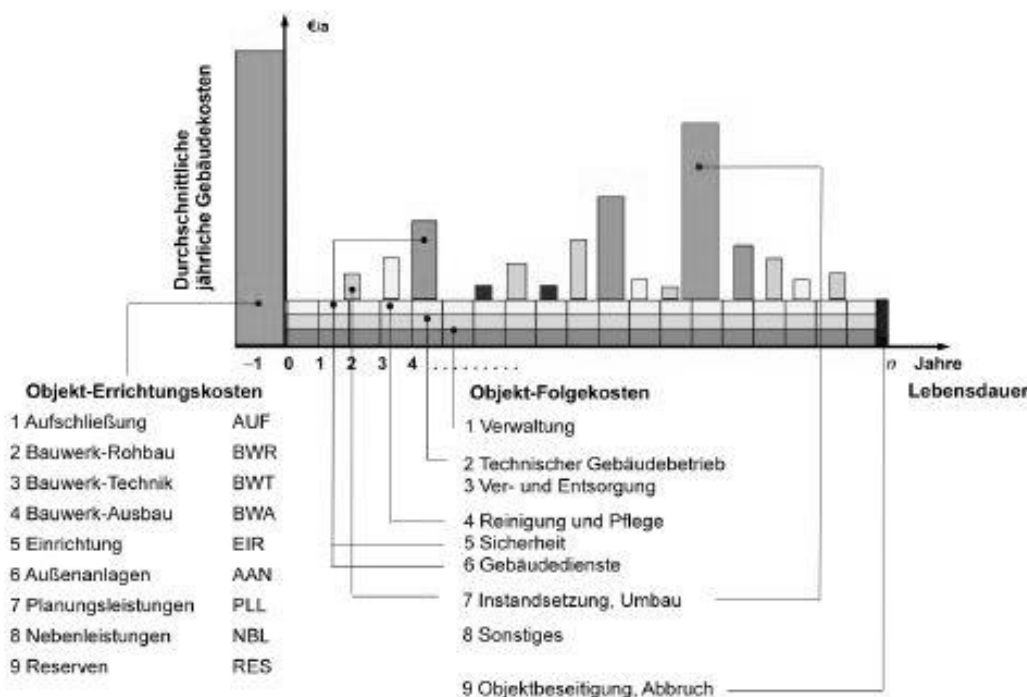


Abbildung 25: Gesamtkosten der Errichtung und Folgekosten¹¹⁴

Hinsichtlich der Kostenabgrenzung geht die Norm von einer gewöhnlichen Nutzung aus, und trifft dadurch die Annahme, dass alle Kosten, welche eine spezielle Nutzung mit sich bringen, nicht als Folgekosten, sondern als nutzerspezifische Kosten zu erfassen sind. In Kapitel 5. der Norm wird auf die Normenreihe der A 7010 Objektbewirtschaftung verwiesen und Bezug genommen auf die notwendigen Kostenkennzahlen zur Ermittlung der Lebenszykluskosten, diese Norm wird aber nicht weiter in dieser Arbeit behandelt.

4.2.3 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten

Die ÖNORM 1801-4 wurde am 01.01.2014 als Entwurf veröffentlicht, um einen österreichischen Standard, aufbauend auf den Normen 1801-1 und 2, zu definieren. Dies sehen die Verfasser als notwendig, da sie sowohl ISO 15686-5 als auch GEFMA 220 als unzureichende Handlungsanleitung für den österreichischen Anwendungsbereich ansehen.¹¹⁵

Ziel der Norm ist es, einen allgemeinen Standard für die Lebenszykluskostenrechnung mit Rechenverfahren und Parameterwahl zu definieren.

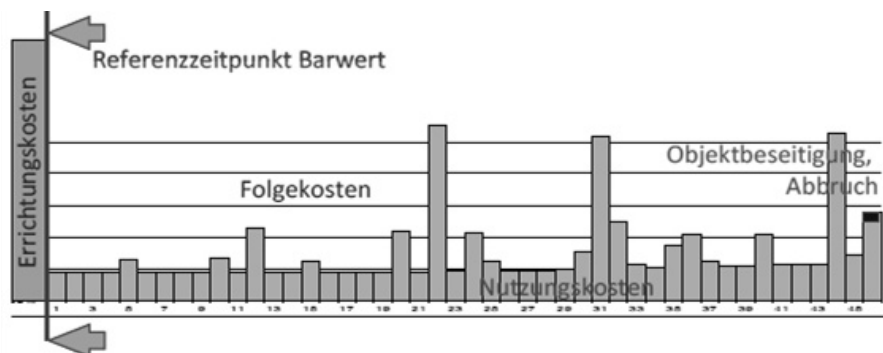
¹¹⁴ : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 5

¹¹⁵ Vgl. : ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. S. 3 ff

Dies soll im Weiteren dazu dienen, die langfristige Kostenentwicklung von Objekten abzuschätzen und Optimierungspotentiale in der Planungsphase aufzuzeigen.¹¹⁶

Grundsätzlich übernimmt die ÖNORM B 1801-4 die Definition der B 1801-2 für die Lebenszykluskosten, stellt jedoch folgende erweiterte Prämisse zur Diskussion: Abhängig von Betrachtungswinkel und Detaillierungsgrad ist die Berücksichtigung von Grund- und Finanzierungskosten in Erwägung zu ziehen.

ÖNORM B 1801-4 kennt zwei Arten der Lebenszykluskostenrechnung. Zum einen die bereits in Kapitel 3. dieser Arbeit erläuterte Barwertmethode (siehe Abbildung 26) und zum anderen die Lebenszykluskostenberechnung mit Berücksichtigung von Abschreibung und Finanzierungskosten für den Eigennutzer aus Sicht der Erfolgsrechnung (Gewinn- und Verlustrechnung kurz GuV) (siehe Abbildung 27).



Auf Basis von Buchführungsgrößen, Einnahmen und Ausgaben

Abbildung 26: LzK als Kapitalfluss nach ÖNORM B 1801-4¹¹⁷

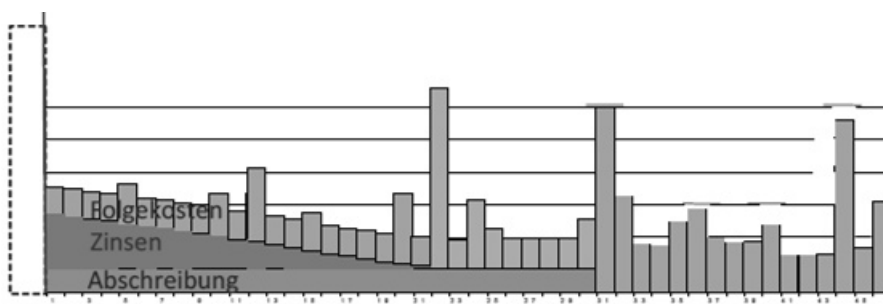


Abbildung 27: LzK mit AfA und Finanzierung nach ÖNORM B 1801-4¹¹⁸

Grundsätzlich sind die Kosten für eine unterstellte Eigennutzung zu ermitteln, wobei ein Betrachtungszeitraum von 30 Jahren angenommen

Auf Basis von Kosten- und Leistungsrechnung

¹¹⁶ Vgl. : ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. S. 3 ff

¹¹⁷ : ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. S. 7

¹¹⁸ : ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. S. 8

wird, bzw. der Betrachtungszeitraum für die vollständige Abschreibung, abhängig vom AfA-Satz, maßgebend ist.¹¹⁹

Alle weiteren notwendigen Parameter für die Lebenszykluskostenrechnung werden im Verlauf der Norm erläutert bzw. in einem exemplarischen Beispiel im Anhang der Norm zur Anwendung gebracht. Zum genauen Vergleich mit anderen Normen sei hierbei auf Kapitel 7. der Arbeit verwiesen.

AfA = Absetzung für Abnutzung, siehe Glossar

4.3 DIN 276-1/4 und DIN 18960

Die deutsche Normenreihe der DIN 276 stellt das Pendant zur österreichischen ÖNORM B 1801 dar, wobei sich die Baukostenerfassung auf zwei getrennte Normenteile für Hoch- und Ingenieurbau aufgliedert. Im folgenden Kapitel sollen die repräsentativen Inhalte der DIN-Normenreihe gefiltert werden, um darauf aufbauend Nutzungskosten überzuleiten.

4.3.1 DIN 276-1 Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau

Ähnlich der ÖNORM definiert die DIN 276-1 aus dem Jahr 2008 den Begriff der Kostenplanung und leitet daraus Unterscheidungsmerkmale von Kosten ab. Damit wird die Voraussetzung für die Vergleichbarkeit von Kostenermittlungen geschaffen.¹²⁰

Im ersten Kapitel der DIN werden zur Erklärung aller notwendigen Begrifflichkeiten die Grundsätze der Kostenplanung erläutert. Dabei werden im Wesentlichen alle notwendigen Parameter wie Qualität und Quantität im Kontext zur Kostenplanung erläutert und anschließend auf die Arten der Kostenermittlung eingegangen. Da sich hierbei nur minimale Unterschiede zur ÖNORM finden lassen, wird an dieser Stelle verzichtet, genauer auf diesen Sachverhalt einzugehen und als Vergleich auf Seite 48 verwiesen, da dies nicht Hauptbestandteil dieser Arbeit ist.

Die Kostengliederung der DIN sieht eine Gliederung auf drei Ebenen mit sieben Kostenhauptgruppen vor. Tabelle 10 zeigt die Hauptkostengruppen nach DIN in der ersten Ebene.

¹¹⁹ Vgl. : ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. S. 10

¹²⁰ Vgl. : DIN 276-1 Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. S. 4

Ordnungszahl	Kostengruppe
100	Grundstück
200	Herrichtung und Erschließung
300	Bauwerk - Baukonstruktionen
400	Bauwerk - Technische Anlagen
500	Außenanlagen
600	Ausstattung und Kunstwerke
700	Baunebenkosten

Tabelle 10: Kostengruppen nach DIN 276-1¹²¹

Grundsätzlich spricht die DIN von einer ausführungsorientierten Kostengliederung, welche im Wesentlichen einer Gliederung durch das Standardleistungsbuch entspricht.¹²² Die weitere Betrachtung der Kostenstruktur und deren Gegenüberstellung wird in Kapitel 5. dieser Arbeit genauer behandelt.

4.3.2 DIN 276-4 Kosten im Bauwesen – Teil 4: Ingenieurbau

Anwendungsbereich der DIN 276-4 aus dem Jahr 2009 ist die Ermittlung und Gliederung von Kosten in Bezug auf Ingenieurs- und Verkehrsbauwerke.

Hauptsächlich beschränkt sich die Kostengliederung der DIN 276-4 auf die Kostengruppen 300 „Bauwerk - Baukonstruktion“ und 400 „Bauwerk - Technische Anlagen“, für die im Ingenieurbau eine andere Untergliederung in der 2. Ebene vorgenommen wurde. Alle weiteren Leistungsgruppen sind - sofern sinngemäß möglich - aus der DIN 276-1 zu übernehmen. Weiters wird darauf hingewiesen, dass alle Kosten möglichst getrennt und eindeutig verursachungsgerecht zuzuordnen sind.¹²³

Die detaillierte Gegenüberstellung der Kosten erfolgt in Kapitel 5. dieser Arbeit.

4.3.3 DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau

Der Anwendungsbereich der DIN 18960 liegt in der Nutzkostenplanung, Ermittlung und Gliederung von Nutzkosten im Hochbau.¹²⁴

¹²¹ : DIN 276-1 Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. S. 10

¹²² Vgl. : DIN 276-1 Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. S. 10

¹²³ Vgl. : DIN 276-4 Kosten im Bauwesen - Teil1: Ingenieurbau. S. 5

¹²⁴ Vgl. : DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. S. 3

„Nutzungskosten im Hochbau:

Alle in baulichen Anlagen und deren Grundstücken entstehenden regelmäßige oder unregelmäßige wiederkehrenden Kosten von Beginn ihrer Nutzbarkeit bis zu ihrer Beseitigung (Nutzdauer).“¹²⁵

Nicht unter den Begriff Nutzungskosten fallen alle betriebsspezifischen und produktionsbedingten Personal- und Sachkosten, sofern sie sich von den Nutzungskosten eindeutig trennen lassen.

Aufbauend auf den fünf Phasen der Kostenplanung führt die DIN 18960 fünf Arten der Nutzkostenermittlung ein, welche projektbegleitend zur Ermittlung der Nutzkosten dienen und in ihrem Detailierungsgrad zunehmen.¹²⁶

Arten der Nutzkostenermittlung:

- Nutzungskostenrahmen
- Nutzungskostenschätzung
- Nutzungskostenberechnung
- Nutzungskostenanschlag
- Nutzungskostenfeststellung

Kostenermittlung der
DIN ähnlich der
ÖNORM

Grundlage der Ermittlung von Kosten im Hochbau	Kostenermittlung (DIN 276-1:2006-11)	Nutzungskostenermittlung (DIN 18960:2008-02)
Bedarfsplanung	Kostenrahmen	Nutzungskostenrahmen
Vorplanung	Kostenschätzung	Nutzungskostenschätzung
Entwurfsplanung	Kostenberechnung	Nutzungskostenberechnung
Ausführungsvorbereitung	Kostenanschlag	Nutzungskostenanschlag
Endgültige Kosten	Kostenfeststellung	Nutzungskostenfeststellung

Tabelle 11: Kostenermittlung als Bestandteil der Planung im Hochbau¹²⁷

Ziel der Nutzkostenplanung soll es sein, die Nutzungsphase eines Gebäudes kostentransparenter und effizienter zu gestalten. Die dafür notwendigen qualitativen und quantitativen Vorgaben sind während des gesamten Betrachtungszeitraumes zu überwachen und zu optimieren. Die über den gesamten Betrachtungszeitraum wirkenden Kosteneinflüsse sind in Hinblick auf die Nutzungskosten zu bewerten und in den Kostengruppen zu berücksichtigen.¹²⁸

¹²⁵ : DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. S. 4

¹²⁶ Vgl. : DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. S. 6-7

¹²⁷ KALUSCHE, W.: Lebenszykluskosten von Gebäuden- Nutzungskosten im Hochbau. In: Bauingenieur, 83/2008. S. 6

¹²⁸ Vgl. : DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. S. 5

Kosteneinflüsse sind:

- Systemeigenschaften des Bauwerkes
- Nutzerverhalten
- Systemumgebung des Bauwerkes

Die Darstellung der Kosteneinflüsse verdeutlicht, dass nur auf die Systemeigenschaften des Bauwerkes direkt Einfluss genommen werden kann und während der Planung eine rechtzeitige Überlegung bzgl. Varianten oder Alternativen erfolgen muss, um eine Kostenexplosion in der Zukunft vorzubeugen.

Tabelle 12 stellt die vier Hauptgruppen der Kostengliederung dar. Dabei erfolgt die Gliederung wieder in drei Ebenen. Die detaillierte Gliederung ist in Kapitel 5. dieser Arbeit abgebildet.

Ordnungszahl	Kostengruppe
100	Kapitalkosten
200	Objektmanagementkosten
300	Betriebskosten
400	Instandsetzungskosten

Tabelle 12: Nutzkosten nach DIN 18960¹²⁹

Alle weiteren anfallenden Kosten, wie etwa Reinvestition, Umbau und Sanierung, sind nach DIN 276-1 zu erfassen.

4.4 GEFMA 100/200 und 220-1/2 Facility Management

Die GEFMA, German Facility Management Association, wurde 1989 gegründet und befasst sich seither mit der Implementierung eines geeigneten Standards für das Facility Management. Die Richtlinien der GEFMA, als solche eine Facility Management-Reihe mit Schwerpunkt auf den Hochbau, bezeichnet Facility Management als moderne Managementdisziplin, deren Aufgabe es ist, durch geeignete Dienstleistungen und Prozesse bei baulichen Anlagen eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Arbeitsplätze, Erhaltung baulicher Anlagen, Erhöhung der Qualität und eine Senkung von Kosten zu bewirken durch permanente Analyse und Optimierung der Vorgänge.¹³⁰

¹²⁹ Vgl. : DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. S. 7ff

¹³⁰ Vgl. : GEFMA 100-1 Facility Management Grundlagen. S. 1-3

4.4.1 GEFMA 100-1/2 Facility Management Grundlagen und Leistungsspektrum

Die GEFMA 100-1 definiert folgende Grundsätze als Erwartung an das FM. Die Grundsätze sind entweder verpflichtend oder vom Kunden vorgegeben.

- „Erhaltung baulicher und anlagentechnischer Werte
- Einhaltung gesetzlicher Vorschriften
- Erhöhung von Nutzungsqualitäten
- Reduzierung von Nutzungskosten
- Ausgewogenheit zwischen Gestaltung, Funktionalität und Wirtschaftlichkeit in Hinblick auf die spätere Nutzung
- Beachtung von Grundsätzen nachhaltigen Bauens
- Reduzierung der Lebenszykluskosten¹³¹

Ein Lebenszyklus ist laut GEFMA eine Abfolge von Phasen, von Entstehung über die Nutzung bis zur Verwertung. Alle Kosten, welche während dieser Phasen im Zusammenhang mit der Anlage anfallen, werden als Lebenszykluskosten erfasst, mit Ausnahme des Grundstückes.¹³²

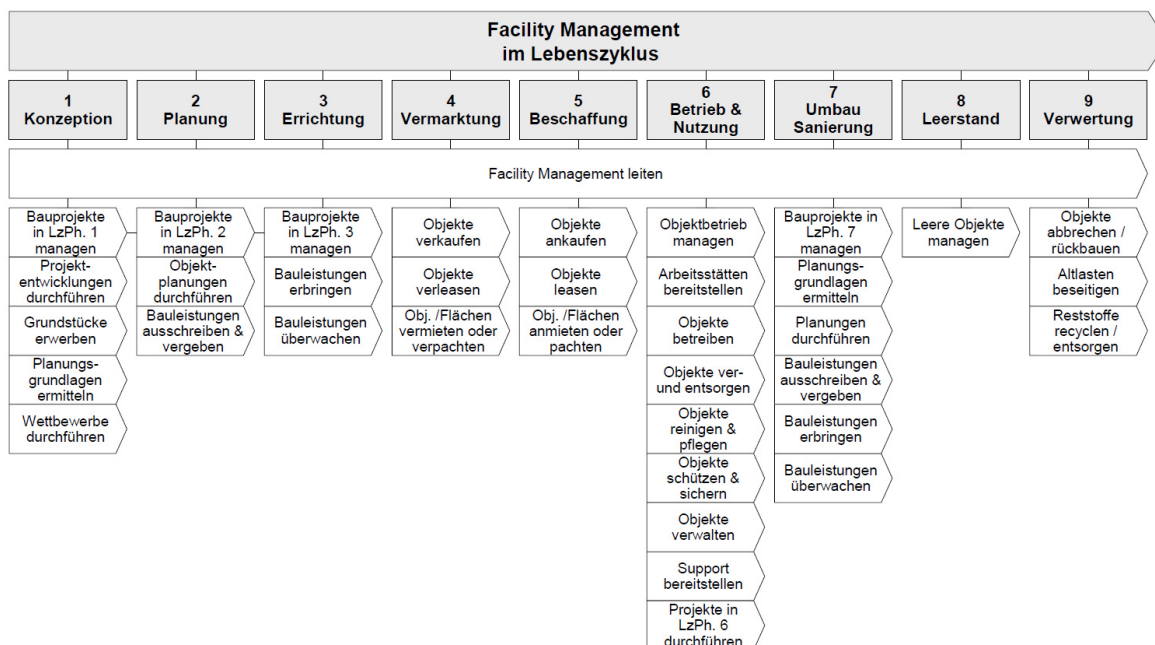


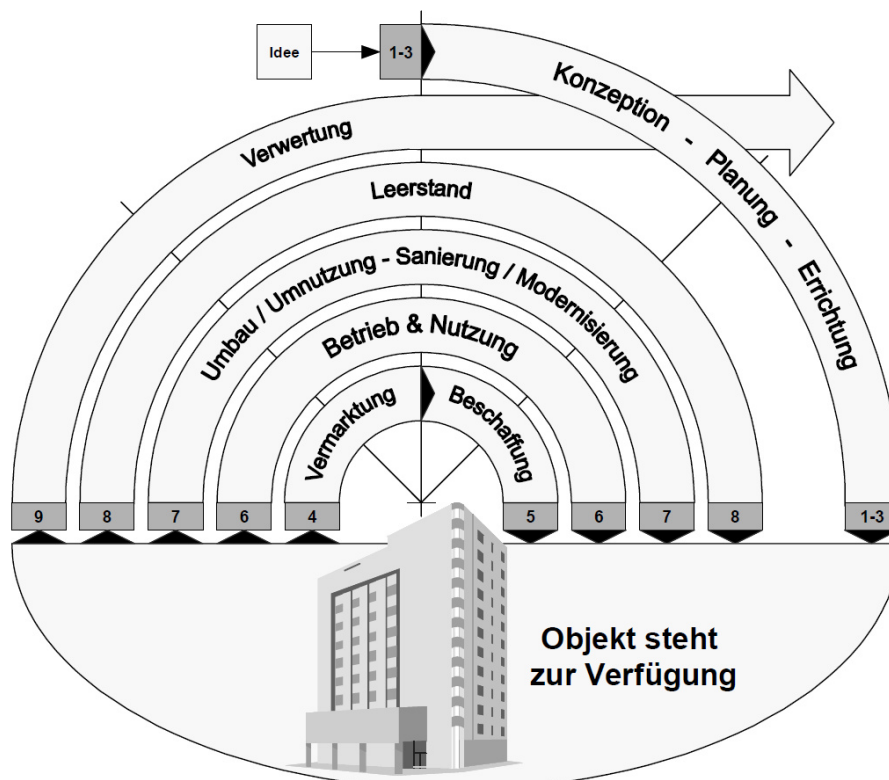
Abbildung 28: Lebenszyklusphasen Liniendarstellung¹³³

¹³¹ : GEFMA 100-1 Facility Management Grundlagen. S. 3

¹³² Vgl. : GEFMA 100-1 Facility Management Grundlagen. S. 4

¹³³ : GEFMA 100-1 Facility Management Grundlagen. S. 7

Abbildung 28 zeigt die Lebenszyklusphasen (LzPH.) 1-9, welche nach GEFMA definiert sind. Jedoch ließe diese Abbildung darauf schließen, dass ein Objekt alle Phasen im Zuge seines Lebenszyklus durchlaufen müsse. Um jedoch möglichst objektspezifische Betrachtungswinkel (Nutzer, Eigentümer) zu implementieren ist es notwendig, sich den Lebenszyklus eines Gebäudes als zyklischen Ablauf vorzustellen, in welchem Phasen mehrfach oder gar nicht durchlaufen werden.



Die Phasen 1-9 können mehrfach oder gar nicht durchlaufen werden.

Abbildung 29: Lebenszyklusphasen - zyklische Darstellung¹³⁴

Abbildung 29 stellt diesen Zusammenhang der mehrfach durchlaufenen Phasen dar. Somit ermöglicht das GEFMA-Phasenmodell die Darstellung aller denkbar möglichen Phasenkonstellationen.

Ähnlich wie vergleichbare Regelwerke verwendet die GEFMA eine Dreiebenen-Struktur, um die Phasen in Hauptprozesse, und in weiterer Folge in Teilprozesse zu untergliedern.

Bsp. LzPH. 3 Errichtungsphase → 3.200 Bauleistung erbringen → 3.230 technische Anlagen installieren.

Diese Gliederungsstruktur ermöglicht es dem Anwender, den Detaillierungsgrad nach seinen Anforderungen zu gestalten.¹³⁵

¹³⁴ : GEFMA 100-1 Facility Management Grundlagen. S. 6

Im Anhang der Norm werden alle Phasen mit ihren Unterpunkten beschrieben. Eine detailliertere Analyse wird in Kapitel 5. dieser Arbeit durchgeführt.

4.4.2 GEFMA 200 Kosten im Facility Management

Ziel der Richtlinie GEFMA 200 ist es, alle bestehenden deutschen Normen bzw. Richtlinien mit ihren Kostenstrukturen in den Facility-Management-Prozess zu integrieren. Hierzu werden die bestehenden Kostengruppen der DIN 276 und der DIN 18960 in die Lebenszyklusphasen der GEFMA integriert und Möglichkeiten zur Erweiterung und Detaillierung geboten.¹³⁶

Um eine Überführung in die DIN zu ermöglichen, werden die neun LzPH. der GEFMA in vier Kostenblöcke unterteilt:

- Kosten im Hochbau nach DIN 276 werden in den Phasen 1 Konzeption, 2 Planung, 3 Errichtung, 7 Umbau und Sanierung und 9 Verwertung abgebildet
- Nutzungskosten nach DIN 18960 sind alle Kosten der Gruppe 6 Betrieb und Nutzung (6.100 - 6.800)
- Projektkosten als Facility-Management-Kosten sind die Phasen 4 Vermarktung, 5 Beschaffung sowie Kosten von Projekten in LzPH. 6 Betrieb & Nutzung (6.900)
- Leerkosten werden in Phase 8 Leerstand berücksichtigt¹³⁷

Folgend definiert die GEFMA die Lebenszykluskosten als Summe von Kosten im Hochbau, Nutzungskosten, Projektkosten und Leerkosten.

Die so übergeführten Kostengruppen der bestehenden Baunormen in den Facility-Management-Prozess liefern die Ausgangsgrundlage für eine detaillierte Lebenszykluskostenanalyse. Auf die detaillierte Kostenüberführung der Normen wird in Kapitel 5. genauer eingegangen.

4.4.3 GEFMA 220-1/2 Lebenszykluskosten im Facility Management

Die GEFMA beschreibt die Lebenszykluskostenrechnung als Methode zur Unterstützung und Optimierung von Investitionsentscheidungen, wie

¹³⁵ Vgl. : GEFMA 100-2 Facility Management Leistungsspektrum. S. 2

¹³⁶ Vgl. : GEFMA 200 Kosten im Facility Management, Kostengliederungsstruktur zu GEFMA 100. S. 1

¹³⁷ Vgl. : GEFMA 200 Kosten im Facility Management, Kostengliederungsstruktur zu GEFMA 100. S. 1-2

auch von Planungsprozessen. Weitere Anwendung findet die Methode als Entscheidungskriterium bzw. als Benchmark im Rahmen des nachhaltigen Bauens.¹³⁸

Im ersten Teil der Norm, wird auf die konkrete Vorgehensweise für die Lebenszykluskostenrechnung eingegangen und alle notwendigen Systemparameter erläutert und beschrieben.

„Denkbare Anwendungsbereiche der LzK. sind die Optimierung von Investitionen bzw. von Planungen – für Neubau wie auch für Instandhaltung oder Modernisierung –, die Nutzung als Kennzahl im Lebenszyklus-Management, Budgetplanung, Kostenkontrolle, PPP-Angebots-erstellung oder der Einsatz als Kriterium in der Zertifizierung nach dem Deutschen Gütesiegel Nachhaltiges Bauen (DGNB) bzw. nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) des Bundesministeriums für Verkehr, Bauen und Stadtentwicklung.“¹³⁹

Um für jeden Betrachtungsgegenstand unterschiedliche Detaillierungsgrade zu ermöglichen, führt die GEFMA unterschiedliche Maßstabsebenen ein. Diese ermöglichen unterschiedliche Genauigkeiten bei den Ergebnissen, abhängig von den Projektphasen. Bestehend zu den Maßstabsebenen der ISO (subelement, element, grouped, built asset) ergänzt die GEFMA diese noch um zwei weitere (DGNB/BNB spez. und Ensemble), siehe Tabelle 13.

Maßstabsebene	Erläuterung
Detail	Einzelnes Bauelement oder -material, z.B. Bodenbelag
Bauteil, Anlage	Konstruktion bestehend aus verschiedenen Elementen und Materialien z.B. Außenwand
DGNB/BNB-spezifische Abgrenzung	Summe aller Baukonstruktionen und Technischen Anlagen (KGr. 300 + 400 nach DIN 276)
Gebäude	Bauwerk (KGr. 300 + 400 nach DIN 276), incl. Bauherren- und Planungsaufwendungen aus KGr. 700
Immobilie	Gebäude incl. Grundstück mit Außenanlagen (KGr. 100 bis 700 nach DIN 276)
Ensemble	Gruppe von mehreren Immobilien, z.B. mit gemeinsamer Energiezentrale

Vergleiche Maßstabsebene der GEFMA mit IFMA Seite 73

Tabelle 13: Betrachtungsmaßstab GEFMA¹⁴⁰

¹³⁸ Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 1

¹³⁹ : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 1-2

¹⁴⁰ : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 2

Hierbei stehen die Untersuchungsziele in direktem Zusammenhang mit der Maßstabsebene, wie in Tabelle 14 ersichtlich.

Untersuchungsziel	häufig anzutreffende Maßstabsebenen					
	Detail	Bauteil, Anlage	DGNB/BNB-spez.	Gebäude	Immobilie	Ensemble
Optimierung der Investition	+	+	+	+	+	+
Optimierung der Planung/ Variantenvergleich	+	+	+	+		
Kennzahlen im Lebenszyklus-Management				+	+	
Budgetplanung				+	+	+
Kostenüberwachung				+	+	+
PPP-Angebotserstellung				+	+	+
Zertifizierung des Nachhaltigen Bauens			+			

Tabelle 14: Zusammenhang Untersuchungsziel und Maßstabsebene¹⁴¹

Abhängig von der Maßstabsebene unterscheidet sich nicht nur die Anzahl der berücksichtigten Kostengruppen und der Detaillierungsgrad der Ermittlung, sondern auch die Art der Kostenermittlung (z.B. Kennwertmethode, Elementmethode oder Kalkulationsmethode).

Laut GEFMA ist ein direkter Vergleich von Varianten bzgl. ihrer Vorteilhaftigkeit nur möglich und sinnvoll, sofern die Varianten funktionelle Gleichwertigkeit aufweisen. Ist dies durch unterschiedliche Standards oder Komfortkriterien nicht möglich, so muss in die Lebenszykluskostenrechnung auch der betriebswirtschaftliche Nutzen miteinbezogen werden, um eine Aussage betreffend der Vorteilhaftigkeit zu treffen. In diesem Fall werden in den Betrachtungsperioden nicht nur die Ausgaben sondern auch die Einnahmen berücksichtigt. Diese Art der Berechnung wird als Lebenszyklus-Erfolg (LzE) bezeichnet und entspricht im Wesentlichen dem Investitionsrechnungsbegriff. Grundsätzlich deckt sich der Begriff des LzE mit der Position des Incomes der ISO.¹⁴²

Kennwertmethode auf Basis von objektbezogenen Daten €/m²;
Elementmethode auf Basis von Element- oder Leistungsgruppen;
Kalkulation auf Basis von betrieblicher Kostenrechnung

¹⁴¹ : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 2

¹⁴² Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 3

Ziel der Ermittlung der LzK-Rechnung ist es, die langfristig kostengünstigste Handlungsalternative zu bestimmen. Dabei kann aber nicht grundsätzlich unterstellt werden, dass eine Erhöhung der Investitionskosten immer zu einer jährlichen Senkung der Folgekosten führt. Es können vier mögliche Konstellationen entstehen.¹⁴³

jährliche Kosten der Nutzungsphase	Investitionskosten	
	niedrig	hoch
niedrig	z.B. Technikvermeidung durch bauliche Maßnahmen	z.B. Wärmedämmung
hoch	z.B. Baumaterialien mit geringer Lebensdauer	z.B. überdimensionierte technische Anlagen

Tabelle 15: Verhältnis Investitions- zu Nutzungskosten¹⁴⁴

Während Wübbenhorst¹⁴⁵ in seinen klassischen Basisstrategien von einer Favorisierung für zwei der vier Varianten spricht, unterstellt die GEFMA, dass nach den jeweiligen individuellen Rahmenbedingungen alle vier Varianten vorteilhaft sein können. Somit existiert kein optimales Verhältnis zwischen Anfangs- und Folgekosten, und erst durch die Lebenszykluskostenrechnung lässt sich die Vorteilhaftigkeit eines Konzeptes (Projektes) gegenüber Alternativen belegen.¹⁴⁶

Die Modellierung der Lebenszykluskosten:

Wird nach GEFMA - wie in der folgenden Abbildung 30 - als einheitliches Schema für die Einbeziehung oder den Ausschluss von Parametern gegliedert.

Unsicherheit, zukünftig unbeeinflussbare Ereignisse, deren Auswirkung nicht gänzlich bekannt ist

¹⁴³ Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 4ff

¹⁴⁴ : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 4

¹⁴⁵ siehe Seite 10 dieser Arbeit

¹⁴⁶ Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 4

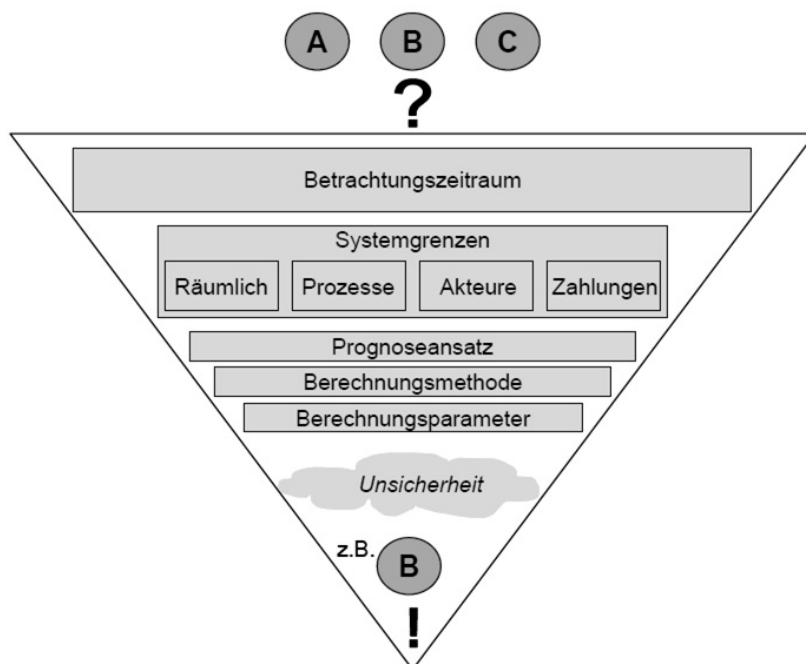


Abbildung 30: Modellierungsschema von LzK nach GEFMA 220-1¹⁴⁷

Um möglichst transparente Rahmenbedingungen für die Lebenszykluskostenrechnung zu schaffen ist es notwendig, die gewählten Parameter für den Vergleich mehrerer Varianten (z.B. A, B und C) zu dokumentieren, um die Modellierung nachvollziehbar zu gestalten. Grundsätzlich kommen für den Betrachtungszeitraum der Lebenszykluskosten folgende Zeiträume in Frage: Lebensdauer spezifischer Bauteilgruppen, Dauer von Vertragsverhältnissen oder der vermutliche Zeitpunkt einer zu erwartenden Nutzungsänderung. Zumeist verhält sich der Betrachtungszeitraum wie ein zweiseitiges Schwert, da Varianten, deren Vorteile erst über lange Zeiträume wirksam werden, tendenziell unvorteilhaft erscheinen. Zum anderen sinkt die Prognosegenauigkeit über den Betrachtungszeitraum mit zunehmendem Risiko.¹⁴⁸

Als räumliche Systemgrenzen alle in Tabelle 14 und Tabelle 13 dargestellten Maßstabsebenen zu verstehen. Hinsichtlich der akteurbedingten Systemgrenzen muss eine Fallunterscheidung für den individuell möglichen Betrachtungswinkel von Mieter, Selbstnutzer, Vermieter, sowie Investor durchgeführt werden, da jede dieser Parteien unterschiedliche Zahlungsströme im Lebenszyklus zu erwarten hat.¹⁴⁹

¹⁴⁷ : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 5

¹⁴⁸ Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 6

¹⁴⁹ Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 6 ff

Bezüglich der prozessbedingten Systemgrenze ist abzuwägen, inwieweit sich die Art und Qualität der Nutzung auf die Kosten auswirkt und in weiterer Folge bewerten lässt. Die Einbeziehung von Modernisierungsprozessen, welche sehr weit in der Zukunft liegen, hat mit der damit verbundenen Prognoseunsicherheit zu erfolgen, und daher ist es denkbar, solche Prozesse außer Acht zu lassen.

Unter zahlungsbedingten Systemgrenzen versteht man die erweiterte Kostenbetrachtung im Sinne der Berücksichtigung von ggf. kalkulatorischen Zahlungen und ggf. Erlösen. Es ist genau zu dokumentieren, ob zu den Kostengruppen nach GEFMA 200 noch weitere Kosten, wie kalkulatorische Zahlungen, Abschreibungen, Finanzierungen, erfasst werden. Diese erweiterte Kosten- und Erlösbetrachtung kann einerseits beim Vergleich von Varianten sinnvoll sein, bzw. abhängig von der Betrachtungsperspektive zu unterschiedlichen Entscheidungskriterien führen.¹⁵⁰

Bezüglich des Prognoseansatzes sind drei Szenarien für die Modellierung denkbar, um ein mögliches Zukunftereignis abzubilden. Es wird zwischen linearer, exponentieller und zyklischer Modellierung unterschieden. Wobei eine exponentielle Entwicklung über 5 % als unrealistisch angesehen werden kann, und zyklische Entwicklungen, welche sich nicht genau voraussagen lassen, als willkürlich angesehen werden können. Die GEFMA geht davon aus, dass ab 5 % Inflation mit einem Innovationssprung zu rechnen ist.¹⁵¹

Als Berechnungsmethoden werden grundsätzlich alle im Kapitel 3. dieser Arbeit erläuterten Methoden als geeignet eingestuft, wobei eine klare Präferenz zur Kapitalwertmethode erkennbar ist.

Im weiteren Verlauf des Kapitels 4 und 5 der GEFMA wird auf die Annahmen, welche die GEFMA 220 betreffend Inflation, Kalkulationszins, Ergebnisquantifizierung und Variantenvergleich angibt, eingegangen. Detaillierte Unterschiede zu dieser Thematik werden in Kapitel 7. dieser Arbeit, im Zuge der Gegenüberstellung der Normen in der Vergleichsmatrix, erläutert.

Als Ausblick stellt die GEFMA 220 fest, dass es sich ausschließlich um Empfehlungen zur vereinfachten Modellierung von LzK handelt, und trotzdem alle Annahmen auf ihre Unsicherheit und ihr Risiko zu quantifizieren und im Einzelfall zu bewerten sind. Bis dato werden LzE zwar mehrmals erwähnt, sind jedoch kein Bestandteil der Norm.

¹⁵⁰ Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 6

¹⁵¹ Vgl. : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 7 ff

Als Anhang wird in der GEFMA 220-2 auf ein Berechnungsbeispiel in Excel verwiesen, welches nur exemplarisch ist, und kein fertiges Tool darstellt.

4.5 SN 506 511/512, SIA 112, SIA 480 und IFMA Teil 1

Im Vergleich zu den bereits beschriebenen Normen gliedert sich die Normenreihe der Schweiz auf ähnliche Art und Weise. Es werden zwei getrennte Normen für die Errichtungskosten von Hoch- und Tiefbauobjekten unterschieden und mit der Normenreihe der SIA 112 Leistungsmodelle die Überleitung zu Folge- und Lebenszykluskosten hergestellt. Die detaillierte Erfassung der Lebenszykluskosten wird dann mithilfe der einschlägigen Norm SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung im Hochbau, oder mit der schweizer Fassung der GEFMA, der IFMA, durchgeführt.

4.5.1 SN 506 511 Baukostenplan Hochbau

Ziel des Baukostenplanes für Hochbau aus dem Jahr 2009 ist es, eine Kostengliederung für alle Beteiligten (Planer, Auftraggeber usw.) für die Darstellung von Kosteninformationen in einheitlicher Form zu liefern. Dabei ist die Art des Hochbaues in seiner Funktion, Größe, Struktur und Komplexität, wie in seinem zeitlichen Ablauf variabel. Der Baukostenplan ermöglicht eine kontinuierliche, phasengerechte Anwendung derselben Kostengliederung, von der Planung bis zur Inbetriebnahme.¹⁵²

Der Aufbau des Baukostenplanes erfasst insgesamt 14 Hauptgruppen, welche in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich sind.

Ordnungszahl	Kostengruppe
A	Grundstück
B	Vorbereitung
C	Konstruktion Gebäude
D	Technik Gebäude
E	Äussere Wandbekleidung
F	Bedachung Gebäude
G	Ausbau Gebäude
H	Nutzungsspezifische Anlage
I	Umgebung Gebäude
J	Ausstattung Gebäude

¹⁵² Vgl. : SN 506 511 eBKP-H, Baukostenplan Hochbau. S. 9

V	Planungskosten
W	Nebenkosten
Y	Reserve, Teuerung
Z	Mehrwertsteuer

Tabelle 16: Baukostenplan Hochbau SN 506 511¹⁵³

Dabei werden die Erstellungskosten des Bauwerkes als Summe der Gruppen B bis W deklariert.

Vergleich Überführung SN Baugliederung mit ÖNORM

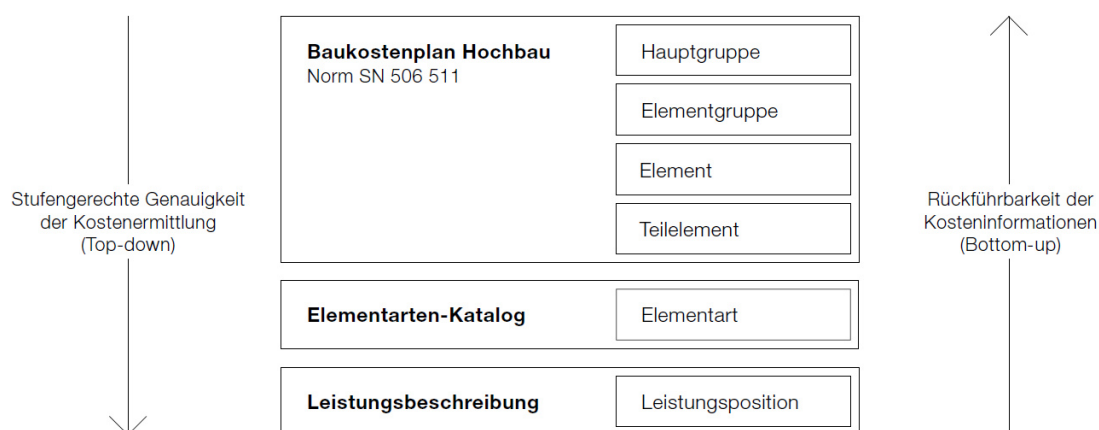


Abbildung 31: Gliederungsebenen BkP-H¹⁵⁴

Abbildung 31 zeigt die Überführung der Baukostenplangliederungsstruktur in die Ebene der Leistungspositionen.

4.5.2 SN 506 512 Baukostenplan Tiefbau

Der Baukostenplan Tiefbau stellt im Wesentlichen das Pendant zum Baukostenplan Hochbau dar, in welchen neun der vierzehn Kostengruppen durch tiefbauspezifische Gruppen ersetzt werden (siehe Tabelle 17).

Ordnungszahl	Kostengruppe
A	Grundstück
L	Vorbereitung Tiefbau
M	Erdbau, Spezialtiefbau
N	Untertagebau
O	Konstruktion Kunstbauten

¹⁵³ : SN 506 511 eBKP-H, Baukostenplan Hochbau. S. 19

¹⁵⁴ : SN 506 511 eBKP-H, Baukostenplan Hochbau. S. 17

P	Hülle, Ausbau
Q	Leitungsbau
R	Fahrbahn
S	Betriebs-, Sicherheitsanlagen
T	Ausrüstung
V	Planungskosten
W	Nebenkosten
Y	Reserve, Teuerung
Z	Mehrwertsteuer

Tabelle 17: Baukostenplan Tiefbau SN 506 512¹⁵⁵

Hierbei werden die Erstellungskosten analog zum Hochbau als Summe der Gruppen L bis W erfasst. Kombinationen aus beiden Baukostenplänen sind denkbar.

A HB/TB	B-J Baukostenplan Hochbau	L-T Baukostenplan Tiefbau	V-Z HB/TB
-------------------	--	--	---------------------

Tabelle 18: Kombination BkP-Hoch- und Tiefbau¹⁵⁶

4.5.3 SIA 112 Leistungsmodell

Ziel der SIA 112 Leistungsmodell ist es, durch die ständig ansteigende Komplexität von Bauvorhaben die Vernetzung von technischen, ökonomischen, ökologischen, sozialen und architektonischen Fragestellungen zu ermöglichen. Im Fokus steht die Erfassung des ganzen Lebenszyklus eines Bauwerkes. Das Leistungsmodell der SIA 112 definiert sechs Phasen mit zwölf Teilphasen. Die Teilphasen werden in Leistungsbereiche eingeteilt, somit liegt eine Gliederung auf drei Ebenen vor. Damit beschreibt sie den Lebenszyklus eines Bauwerks, von der strategischen Planung bis zur Bewirtschaftung. Wie in nachfolgender Abbildung ersichtlich ist, berücksichtigt die SIA 112 den Rückbau bzw. die Entsorgung eines Gebäudes nicht in ihrem Phasenmodell.¹⁵⁷

¹⁵⁵ : SN 506 512 e BKP-T, Baukostenplan Tiefbau. S. 19

¹⁵⁶ : SN 506 512 e BKP-T, Baukostenplan Tiefbau. S. 16

¹⁵⁷ Vgl. : SIA 112 Leistungsmodell. S. 2-6ff

1 Strategische Planung	2 Vorstudien	3 Projektierung	4 Ausschreibung	5 Realisierung	6 Bewirtschaftung
11 Bedürfnisformulierung, Lösungsstrategien	21 Projektdefiniton, Machbarkeitsstudie	31 Vorprojekt	41 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	51 Ausführungsprojekt	61 Betrieb
	22 Auswahlverfahren	32 Bauprojekt		52 Ausführung	62 Erhaltung
		33 Bewilligungsverfahren / Auflageprojekt		53 Inbetriebnahme, Abschluss	

Abbildung 32: SIA 112 Phasenmodell¹⁵⁸

Somit kann festgehalten werden, dass die SIA 112 das Bindeglied zwischen den Baukostenerfassungsnormen und den Lebenszyklusphasen darstellt. Sie bildet ein übergeordnetes Rahmenwerk für die Kostenerfassung dar.

Um die Thematik der Nachhaltigkeit weiter in die Normung zu integrieren, wurde 2004 die SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen - Hochbau als Ergänzung zur SIA 112 publiziert. Damit werden weitere Aspekte in den Leistungsprozess integriert. SIA 112/1 beinhaltet klare Empfehlungen für die Berücksichtigung von gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und umwelttechnischen Kriterien. Als Teil der wirtschaftlichen Kriterien erfasst sie die Lebenszykluskosten und verweist auf die einschlägige Norm SIA 480, welche im Weiteren behandelt wird.

4.5.4 SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung im Hochbau

Zweck der SIA 480 ist es, als vereinheitlichter Standard für den Hochbau, und damit als Entscheidungsgrundlage für Beteiligte in Hinblick auf Investitionsentscheidungen, zu dienen. Hierbei bedient sich die SIA einiger Methoden der Investitionsrechnung, welche bereits in Kapitel 3. dieser Arbeit erläutert wurden. Die SIA stellt fest, dass es sich bei der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung nur um eines von mehreren wichtigen Kriterien bei der Bewertung eines Projekts handelt. Investitionen können weiters einen immateriellen Nutzen haben oder sich auf Komfort, Ästhetik, Sicherheit, Gesellschaft und Umwelt auswirken.¹⁵⁹

Grundsätzlich werden in der SIA 480 folgende Fragestellungen analysiert und bewertet:¹⁶⁰

¹⁵⁸ Vgl. LAUTERBURG, C.: MA Optimierung von Lebenszykluskosten durch strategische Investitionen- Eine Untersuchung auf Ebene Bauelement. S. 6

¹⁵⁹ Vgl. : SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. S. 4

¹⁶⁰ Vgl. : SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. S. 11-12

- Ist ein Projekt grundsätzlich wirtschaftlich? (absolute Vorteilhaftigkeit)
- Welche von verschiedenen möglichen Projektvarianten ist die wirtschaftlichste? (relative Vorteilhaftigkeit, Variantenvergleich)
- Welche sich nicht ausschließende Projekte sollen realisiert werden? (Prioritätenreihenfolge)

Dabei werden im Sinne der Wirtschaftlichkeit zwei grundsätzliche Prinzipien unterschieden. Bei Vergleich von Projektvarianten mit gleichem Nutzen ist eine reine Ausgabenbetrachtung durchaus ausreichend, um die kostengünstigste Variante zu ermitteln. Beim Vergleich von Varianten mit unterschiedlichem Nutzen sind Einnahmen und Ausgaben zu berücksichtigen, um eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit in Form einer Kennzahl, z.B. Rendite, zu treffen.¹⁶¹ Dabei sieht die SIA grundsätzlich eine Erfassung aller effektiv zu bezahlenden Beträge während des Betrachtungszeitraumes vor, und unterscheidet die Erfassung nach betriebswirtschaftlicher oder erweiterter Wirtschaftlichkeitsrechnung. Erstere erfasst die für den Betrachter wirksamen Zahlungsflüsse, zweitere erfasst auch externe, die Volkswirtschaft treffende, Zahlungen. Folgende Kostenflüsse werden dabei erfasst:¹⁶²

- Investitionskosten
- Jährliche Ausgaben
- Jährliche Einnahmen
- Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen
- Restwert

Eine genaue Analyse und Gegenüberstellung der Kosten erfolgt in Kapitel 5. dieser Arbeit.

Seit 2012 besitzt die Schweiz einen Leitfaden mit dem Titel CRB 2012 LCC-Leitfaden, Planung der Lebenszykluskosten (Schweizer Umsetzung der ISO 15686-5), welcher im Wesentlichen einer Übersetzung der ISO 15686-5, mit Adaptionen gleich kommt. Folgende Abbildung stellt das Erfassungsschema der Kostengruppen dar und soll die Überleitung der Erfassung nach SIA 480 zu ISO verdeutlichen.

¹⁶¹ Vgl. : SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. S. 11-12

¹⁶² Vgl. : SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. S. 13

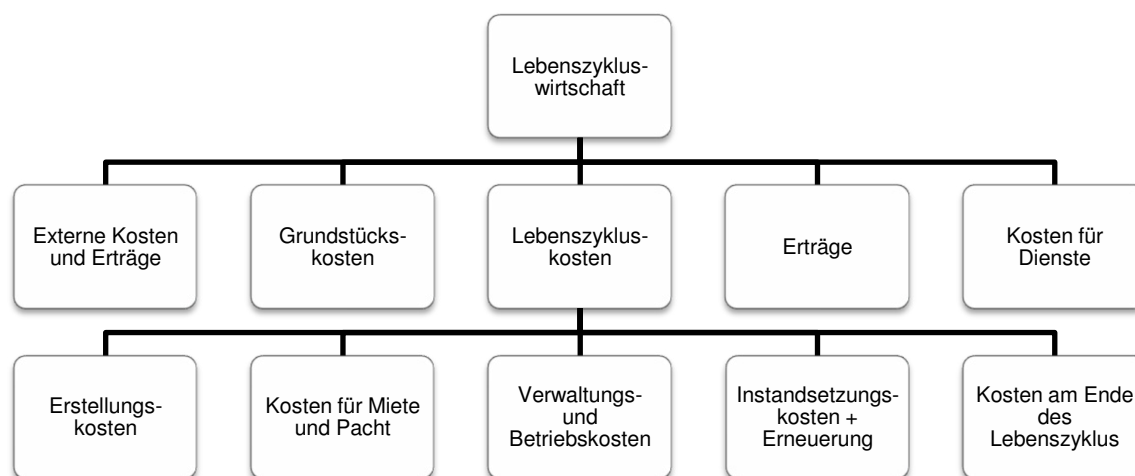


Abbildung 33: Schweizer Sicht der LzK nach ISO 15686-5¹⁶³

Auch die SIA unterscheidet, wie andere Normen in dynamische und statische Verfahren, wobei die dynamischen Verfahren klar favorisiert werden und die statischen nur in frühen Projektphasen verwendet werden. Folgende Verfahren werden in der Norm genauer erläutert:¹⁶⁴

- Kapitalwert
- Rendite vgl. interner Zinsfuß oder Baldwin Zins
- Rückzahlungsdauer vgl. Amortisation
- Netto-Jahresertrag oder Kosten vgl. Annuität
- Gestehungskosten pro Nutzeinheit¹⁶⁵

Methoden wurden bereits in Kapitel 3. erläutert

Bei der Ermittlung der Gestehungskosten pro Nutzeinheit wird der Kapitalwert oder die Annuität auf eine reelle Nutzeinheit bezogen (z.B. Brutto-Grundfläche BGF, Netto-Grundfläche NGF oder Nutzfläche NF). Das Objekt ist dann wirtschaftlich, wenn die Gestehungskosten pro Nutzeinheit kleiner sind als der erzielbare Marktwert, z.B. €/BGF.¹⁶⁶

Im Anhang A, B und C der Norm werden alle notwendigen wirtschaftlichen Eingabegrößen, wie auch die mathematischen Methoden und Kennzahlen erläutert und beschrieben.

¹⁶³ : LCC Leitfaden Planung des Lebenszykluskosten Schweizerische Umsetzung der ISO 15686-5. S. 10

¹⁶⁴ Vgl. Kapitel 3. dieser Arbeit

¹⁶⁵ Vgl. : SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. S. 18

¹⁶⁶ Vgl. : SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. S. 19

4.5.5 IFMA Lebenszykluskostenermittlung von Immobilien Teil 1

Im Wesentlichen handelt es sich bei der IFMA um eine an den schweizer Normungsstand angepasste Variante der GEFMA 220-1, weiters wurde bei ihrer Erstellung auf die Kompatibilität mit der ISO 15686-5 und der CRB geachtet.

Ähnlich anderer behandelter Normen sieht die IFMA die Lebenszykluskostenrechnung als Instrument zur Ermittlung der langfristig vorteilhaftesten Handlungsmöglichkeit. Denkbare Ziele hierbei können sein: die Optimierung der Investition, Optimierung von Variantenvergleichen, langfristige Budgetplanung, Zertifizierungsvorhaben und PPP-Angebots-erstellungen.¹⁶⁷

Aufbauend auf den bestehenden deutschen Normen definiert die IFMA ebenso Maßstabebenen für die unterschiedlichen Untersuchungsziele.

Masstabebene	Erläuterung
Element	Ein Bauelement ist eine funktional oder physisch abgegrenzte Einheit (z.B. Bodenbelag).
Elementgruppe	Eine Elementgruppe umfasst mehrere zusammengehörende Elemente (z.B. Aussenwandkonstruktion).
Bauwerk	Ein Bauwerk besteht aus den Kostengruppen C bis G gemäss eBKP-H «Baukostenplan Hochbau». Enthalten sind Konstruktion, Technik, äussere Wandbekleidung, Bedachung und der Ausbau des Gebäudes.
Anlage	Grundstück mit Bauwerken inkl. Umgebung (KGr. A bis Y nach eBKP-H).

Vergleiche die Maßstabebenen der IFMA mit GEFMA, Seite 62

Tabelle 19: Maßstabebene der IFMA¹⁶⁸

Der Unterschied zur deutschen GEFMA wird im Folgenden nicht weiter erläutert, es sei jedoch auf Kapitel 4.4.3. dieser Arbeit verwiesen in welchen die GEFMA beschrieben ist mit allen Inhalten.

Entscheidungen über den Verlauf der Lebenszykluskosten werden vorwiegend durch Entscheidungen, welche in sehr frühen Planungs- und Projektierungsebenen getroffen werden, beeinflusst. Somit bestimmt das Investitionsausmaß über die Beeinflussbarkeit dieser Kosten. Das größte Optimierungspotential der LzK. liegt in der Planungsphase, da hier entscheidende Variablen identifiziert und beeinflusst werden können.¹⁶⁹

¹⁶⁷ Vgl. IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 7

¹⁶⁸ IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 8

¹⁶⁹ Vgl. IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 13 ff

Untersuchungsziel	Massstabsebene			
	Element	Elementgruppe	Bauwerk	Anlage
Optimierung der Investition	+	+	+	+
Optimierung der Planung/Variantenvergleich	+	+	+	
Kennzahlen bzw. Kennwerte im Lebenszyklusmanagement			+	+
Budgetplanung			+	+
Kostenüberwachung			+	+
PPP-Angebotserstellung			+	+

Tabelle 20: Zusammenhang Untersuchungsziel und Maßstabsebene¹⁷⁰

Folgende Abbildung zeigt das Potential der Beeinflussbarkeit der LzK.

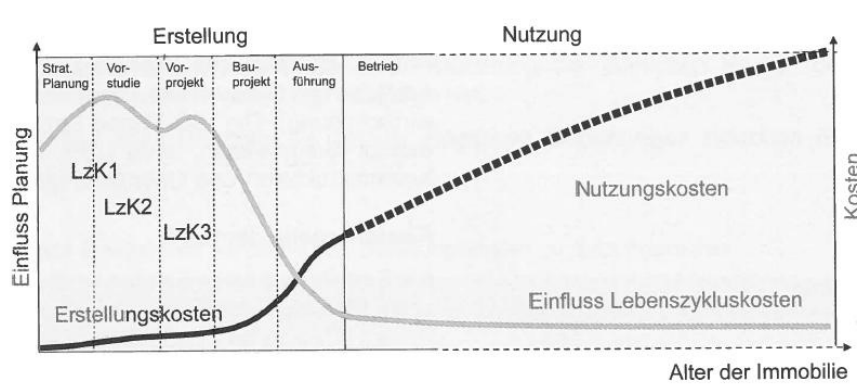


Abbildung 34: Beeinflussbarkeit der LzK bezogen auf Projektphasen¹⁷¹

Betrachtungszeitraum:

Proportional mit dem Betrachtungszeitraum nimmt die zu erwartende Unsicherheit in den Annahmen der Prognose zu, da Nutzerverhalten, industrielle Entwicklungen und Ansprüche nicht vorausgesehen werden können. Andererseits lassen zu kurze Betrachtungsräume Varianten mit sehr hohen Anfangsinvestitionen unvorteilhaft erscheinen, da diese sich noch nicht amortisieren konnten. Als Empfehlung gibt die IFMA, wie auch das Merkblatt „Graue Energie von Gebäuden“, daher 30, 50 oder 60 Jahre als Betrachtungszeitraum an.¹⁷²

¹⁷⁰ IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 8

¹⁷¹ IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 14

¹⁷² Vgl. IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 15

Hinsichtlich der Systemgrenzen verwendet die IFMA dieselben Gliederungen wie die GEFMA, empfiehlt jedoch im Weiteren, abhängig von Maßstabsebene und Detaillierungsgrad, das Leistungsmodell der SIA 112 zu verwenden und stellt die ISO gegenüber.¹⁷³

Lebenszykluskosten						
Strategische Planung	Vorstudien	Vorprojekt	Bauprojekt	Ausschreibung	Realisierung	Bewirtschaftung
e-BKP-H Hauptgruppen						
e-BKP-H Elementgruppen						
e-BKP-H Elemente						
Elementart						
Leistungsposition NPK						
						NKS

Tabelle 21: Empfohlene Kostenstruktur entlang der SIA 112 Phasen¹⁷⁴

NPK bedeutet Normpositionen-Katalog und ist vergleichbar mit dem Standartleistungsbuch in Österreich. NKS heißt Nutzungskostenstruktur und bildet Kosten auf Basis tatsächlich anfallender Kosten ab.

Folgend werden in Kapitel 3. und 4. der IFMA, Ansätze, Methoden und die Ergebnisinterpretation erläutert, welche in Kapitel 5. dieser Arbeit weiter behandelt werden. Im Ausblick wird festgehalten: Ein Ziel für die Zukunft soll es sein, mehr Bewusstsein für nachhaltiges Immobilienmanagement bei allen Beteiligten zu schaffen.¹⁷⁵

4.6 ISO 15686-5

Die ISO 15686-5 aus dem Jahr 2008 stellt einen von voraussichtlich zehn Teilen dieser Normenreihe dar. Im Folgenden wird speziell auf die Inhalte der Kapitel 4., 5., 8. und Anhang B der Norm eingegangen.

Der Originaltitel der Norm aus dem Englischen lautet: „Buildings and constructed assets Service - life planning Part 5: Life-cycle costing“ und wird ins Deutsche als „Hochbau und Bauwerke - Planung der Lebensdauer - Teil 5: Kostenberechnung für die Gesamtlebensdauer“ übersetzt. Die Originalsprache der Norm ist Englisch, daher wurde davon abgesehen, den gesamten repräsentativen Inhalt ins Deutsche zu übersetzen, wie bereits in der Abgrenzung kurz erwähnt.

¹⁷³ Vgl. IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 11

¹⁷⁴ IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 17

¹⁷⁵ Vgl. IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 29

Dabei legt die Norm ihr Hauptaugenmerk auf die Etablierung der Lebenszykluskostenrechnung in der Bauwirtschaft und alle dafür notwendigen Grundlagen. Als potentielle Zielgruppe der Norm werden folgende Personen genannt:

- Bauherren
- Architekten, Ingenieure
- Eigentümer, Betreiber und/oder Nutzer privater, gewerblicher oder öffentlicher Natur
- FM-Betreiber
- Kostenplaner oder Projektsteuerer¹⁷⁶

Ebenso wird darauf hingewiesen, dass bestimmte Inhalte von ganz besonderem Interesse für öffentliche Auftraggeber sein könnten, da diese meist durch den Mangel an Einnahmen, welche ihre Investitionen erzielen, keine Möglichkeit haben auf die traditionellen Methoden der Investitionsrechnung zurückzugreifen.¹⁷⁷

Die Norm selbst ist als generische Leitlinie für alle Anwendungsbereiche der Bau- und Immobilienwirtschaft zu verstehen. Während in anderen Normen, wie der ÖNORM, nur von Kosten gesprochen wird, schließt die ISO auch eine Betrachtung aller anfallenden Cash Flows ein, welche Einnahmen und Ausgaben berücksichtigen, sofern diese für die Entscheidungsfindung als wichtig empfunden werden.

Somit lassen sich folgende zwei Kernaussagen für die Lebenszyklusrechnung der Norm isolieren. Zum einen die Ermittlung, Schätzung und/oder der Vergleich zwischen vorhandenen Optionen als relative Investitionsentscheidung, und zum anderen die absolute Vorteilsfindung unter Einbeziehung von Einnahmen.¹⁷⁸

Die Lebenszykluskostenrechnung kann dabei als Entscheidungsinstrument für die Planung fungieren oder als begleitendes Kontrollinstrument während des gesamten Lebenszyklus. Je nach Projektphase wird die Ermittlung der Daten an Genauigkeit dazugewinnen.

Die ISO baut ihre Kostenstruktur grundsätzlich anders auf als vergleichbare Normen, da sie in der ersten Ebene ihrer Struktur in folgende vier Bereiche unterteilt:

- Non-construction costs
- Income

¹⁷⁶ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. VII ff

¹⁷⁷ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. VII-VIII

¹⁷⁸ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 1-5

- Externalities
- Life-cycle cost

Hierbei nimmt die ISO diese zweckmäßige Unterteilung der externen Kosten deshalb vor, da sich in der Realität oft keine klaren Grenzen ziehen lassen auf welche Parteien (Betreiber oder Nutzer) die Kosten aufgeteilt werden können bzw. die Entscheidungen einer Partei die anderen Parteien beeinflussen (externe Kosten z.B. Umweltkosten).¹⁷⁹ Somit kann die Position Externalities wohl als betrachterspezifischer Kostenpunkt und somit Systemabgrenzungsposten gesehen werden in Bezug auf Einzelbetrachtung oder volkswirtschaftliche Gesamtbetrachtung.

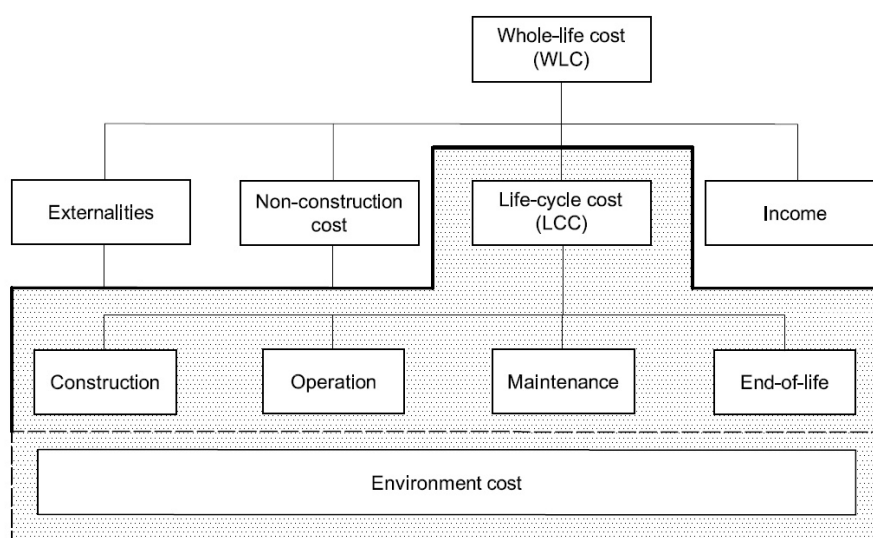


Abbildung 35: Abgrenzung WLC und LCC nach ISO 15686-5¹⁸⁰

Wie zuvor beschrieben stellt Abbildung 35¹⁸¹ die Gliederung der ISO bis zur Ebene Zwei dar. Dabei lässt sich bereits erkennen, dass die ISO, anders als die vorher untersuchten Normen, einen Teil der Nutzungskosten außerhalb der Lebenszykluskosten erfasst. Hierbei werden Kosten, welche nicht direkt dem Gebäude zuordenbar sind, wie Kosten für Grünanlagen oder Schneeräumung, eingegliedert. Somit kann festgehalten werden, dass die ISO eine objektbezogene Auffassung der Kostenerfassung wahrnimmt, während die bereits erörterten Normen eine zeitliche Abgrenzung vornehmen. Abbildung 36 stellt die genaue Kostenstruktur nach ISO dar und soll explizit darauf hinweisen, dass - abhängig vom notwendigen Betrachtungsumfang - die Möglichkeit besteht, Kosten außer Acht zu lassen, sofern dies in den Augen des Betrachters als zweckmäßig erachtet wird.

¹⁷⁹ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 5-9

¹⁸⁰ : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 6

¹⁸¹ Die Abgrenzung der WLC und LCC wurde bereits auf Seite 19 dieser Norm vorgenommen

Whole-life cost (WLC)		Y/N	Examples of cost
Non-construction costs			
Land and enabling works	<input type="checkbox"/>	Site costs (land and any existing building)	
Finance	<input type="checkbox"/>	Interest or cost of money and wider economic impacts	
User support costs (1) strategic property management	<input type="checkbox"/>	Includes in-house resources and real estate/property management/general inspections, acquisition, disposal and removal	
User support costs (2) use charges	<input type="checkbox"/>	Unitary charges, parking charges, charges for associated facilities	
User support costs (3) administration	<input type="checkbox"/>	Reception, helpdesk, switchboard, post, IT services, library services, catering, hospitality, vending, equipment, furniture, internal plants (plant care and flowers), stationery, refuse collection, caretaking and portering, security, ICT internal moves, snow clearance	
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes on non-construction items	
Other	<input type="checkbox"/>		
Income			
Income from sales	<input type="checkbox"/>	Residual value on disposal of interest in land, constructed assets or salvaged materials, including grants, etc.	
Third-party income during operation	<input type="checkbox"/>	Rent and service charges	
Taxes on income	<input type="checkbox"/>	On land transactions	
Disruption	<input type="checkbox"/>	Downtime, loss of income	
Other	<input type="checkbox"/>		
Externalities			
Life-cycle cost (LCC)			
Construction		Y/N	
Professional fees	<input type="checkbox"/>	Project design and engineering, statutory consents	
Temporary works	<input type="checkbox"/>	Site clearance, etc.	
Construction of asset	<input type="checkbox"/>	Including infrastructure, fixtures, fitting-out, commissioning, valuation and handover	
Initial adaptation or refurbishment of asset	<input type="checkbox"/>	Including infrastructure, fixtures, fitting-out, commissioning, valuation and handover	
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes on construction goods and services (e.g. VAT)	
Other	<input type="checkbox"/>	Project contingencies	
Operation			
Rent	<input type="checkbox"/>		
Insurance	<input type="checkbox"/>	Building owner and/or occupiers	
Cyclical regulatory costs	<input type="checkbox"/>	Fire, access inspections	
Utilities	<input type="checkbox"/>	Including fuel for heating, cooling, power, lighting, water and sewerage costs	
Taxes	<input type="checkbox"/>	Rates, local charges, environmental taxes	
Other	<input type="checkbox"/>	Allowance for future compliance with regulatory changes	
Maintenance			
Maintenance management	<input type="checkbox"/>	Cyclical inspections, design of works, management of planned service contracts	
Adaptation or refurbishment of asset in use	<input type="checkbox"/>	Including infrastructure, fitting-out, commissioning, validation and handover	
Repairs and replacement of minor components/small areas	<input type="checkbox"/>	Defined by value, size of area, contract terms	
Replacement of major systems and components	<input type="checkbox"/>	Including associated design and project management	
Cleaning	<input type="checkbox"/>	Including regular cyclical cleaning and periodic specific cleaning	
Grounds maintenance	<input type="checkbox"/>	Within defined site area	
Redecoration	<input type="checkbox"/>	Including regular, periodic and specific decoration	
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes on maintenance goods and services	
Other	<input type="checkbox"/>		
End-of-life			
Disposal inspections	<input type="checkbox"/>	Final condition inspections	
Disposal and demolition	<input type="checkbox"/>	Including decommissioning, disposal of materials and site clean-up	
Reinstatement to meet contractual requirements	<input type="checkbox"/>	On condition criteria for end of lease	
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes on goods and services	
Other	<input type="checkbox"/>		

Abbildung 36: Kostenstruktur nach ISO 15686-5¹⁸²

¹⁸² : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 7

In Abbildung 37 wird der Zusammenhang zwischen den Projektphasen und den darin entstehenden Kosten verdeutlicht. Dabei wird ersichtlich, dass erst ab dem Zeitpunkt der Planung bzw. Umsetzung von Life-cycle costing in construction eine direkte Zuordnung der Kosten zum Bauwerk stattfindet. Somit wird weiter verdeutlicht, dass die Abgrenzung der Kosten nicht auf Basis zeitlicher Aspekte, sondern aufgrund der direkten oder indirekten Zuordnung zum Bauwerk erfolgt.

Zyklische Darstellung
zwischen Übergang
WLC zu LCC

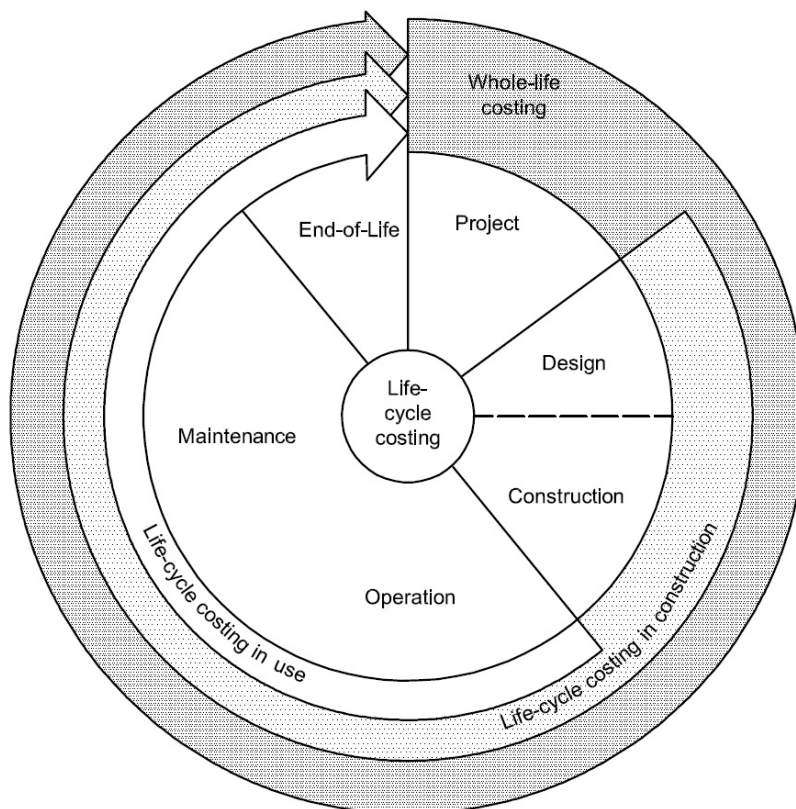


Abbildung 37: Zusammenhang Projektphasen und Kostenzuordnung nach ISO 15686-5¹⁸³

Abbildung 37 zeigt weiters, die möglichen Arten der Lebenszykluskostenrechnung bzw. Lebenszykluskostenoptimierung, welche die ISO empfiehlt.

- Projekt- und Investitionsphase → Analyse WLC-Optionen
- Planungs- und Bauphase → LCC in construction begleitende Kontrolle
- Betriebs- und Nutzungsphase → begleitende LCC als Steuerungs- und Kontrollinstrument

¹⁸³ : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 9

- Betrachtungsende → LCC als Dokumentationsinstrument

Um somit für alle involvierten Parteien ein insgesamt optimales Ergebnis zu erzielen, müssen Kundenwünsche frühest möglich in den Planungsprozess integriert werden. Daraus lassen sich dann verschiedene Varianten ableiten, welche mit Hilfe der Lebenszykluskostenrechnung auf deren Wirtschaftlichkeit untersucht oder optimiert werden können.¹⁸⁴ Hierzu können noch weitere unterstützende Methoden zur Entscheidungsfindung herangezogen werden. Die ISO empfiehlt z.B. Risikomanagement oder Value Engineering.

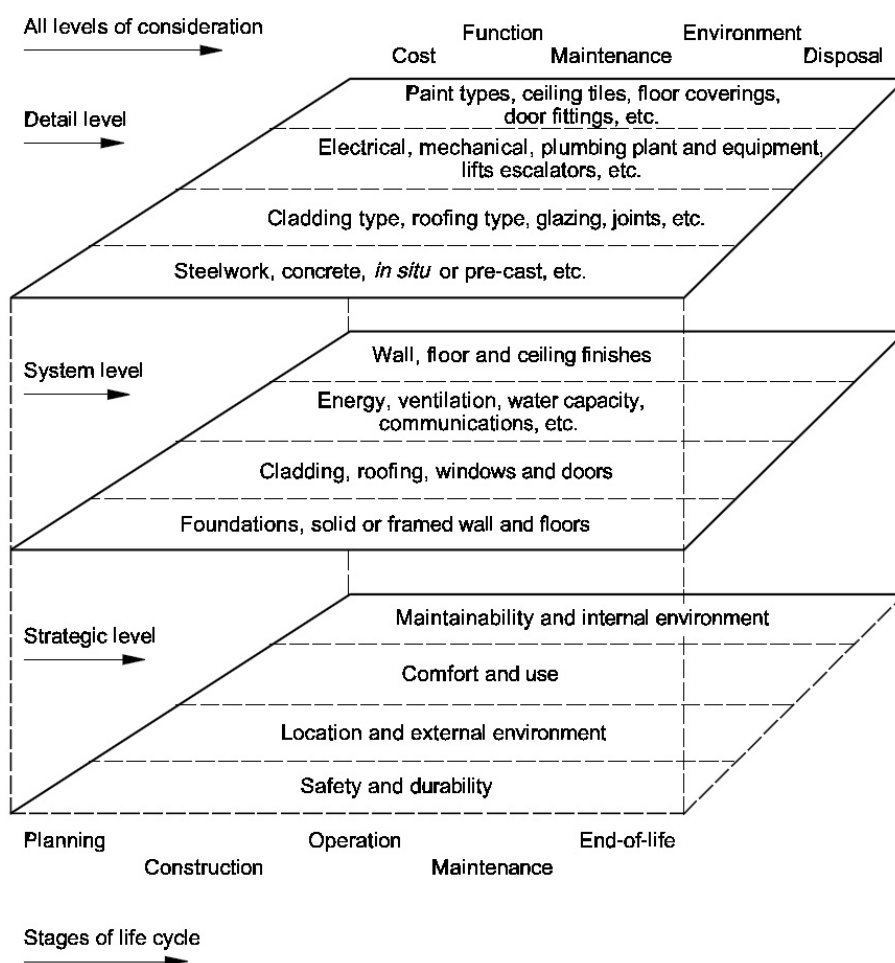


Abbildung 38: Analyse der Levels in unterschiedlichen Projektphasen¹⁸⁵

Abbildung 38 beschreibt eine Vielzahl an möglichen Entscheidungsprozessen, welche während der fünf Projektphasen über den Gesamterfolg einer Investition entscheiden. Während in der strategischen Ebene Entscheidungen über unterschiedliche Investitionsszenarien mit ihren Vor-

¹⁸⁴ Vgl.: ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 9

¹⁸⁵ : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 11

und Nachteilen wie auch grundsätzliche Entscheidungen betreffend möglicher Alternativen getroffen werden, beschäftigt sich die Systemebene mit dem Vergleich von alternativen Auswahlmöglichkeiten und deren Kostenauswirkungen auf die Zukunft.¹⁸⁶ Das Detaillevel trifft Entscheidungen über die Ausführungsart und Ausführungsqualität. Etwa 80 % aller anfallenden Betriebs-, Wartungs- und Entsorgungskosten eines Gebäudes können in den ersten 20 % des Entwicklungsprozesses beeinflusst werden.¹⁸⁷

„Such decisions, especially those placed in a strategic (organizational) framework, can create added value for the asset and help to identify the most cost-effective operations and maintenance regime.“¹⁸⁸

Für alle gewählten strategischen Ansätze sollte eine eigene Lebenszykluskostenrechnung durchgeführt werden, damit sich die wichtigsten Variablen isolieren und analysieren lassen.

Im weiteren Verlauf des Kapitels 4. der ISO werden unterschiedliche LCC-Ansätze in verschiedenen Projektphasen mit ihren Detaillierungsgraden beschrieben und auf die Möglichkeiten für die Bestimmung der Kostenvariablen eingegangen.

Mögliche Ansätze zur Bestimmung der Kostenvariablen sind:¹⁸⁹

- Eine direkte Schätzung aus bekannten Werten
- Analyse von historischen Daten und daraus Ableitung von Prognosen
- Modelle auf Basis von erwarteten Werten, z.B. Mittelwerte
- Annahme über mögliche zukünftige Trends

Im fünften Kapitel der Norm werden unter anderem weitere Kostenfaktoren und deren Bestimmung erläutert, wie auch der Betrachtungszeitraum und der Kalkulationszinssatz.

Im Folgenden wird nur auf den Kontext des Betrachtungszeitraumes und des Kalkulationszinssatzes eingegangen.

Betrachtungsperiode:

Grundsätzlich sieht die ISO als Betrachtungszeitraum jenen Zeitraum vor, der den kundenspezifischen Anforderungen bzw. Erfordernissen entspricht. Da aber in manchen Fällen die Wünsche und Erfordernisse aller Beteiligten aus unterschiedlichen Betrachtungssphären stammen, sollten für alle Beteiligten unterschiedliche Planungshorizonte gewählt

¹⁸⁶ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 11

¹⁸⁷ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 12 ff

¹⁸⁸ : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 11

¹⁸⁹ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 15 ff

werden, um optimale Ergebnisse für alle Akteure ermitteln zu können. Folgende besondere Einflüsse sollten weiters in Betracht gezogen werden. Der Zeitraum des voraussichtlichen Bedarfes bzw. der erwartete Zeitraum, welcher mit einer gewöhnlichen Nutzung einhergeht. Etwaige gesetzliche oder vertraglich vereinbarte Nutzungsdauern, oder einen üblichen, für die Art der Investition verwendeten, Betrachtungszeitraum. Die ISO sieht als Grenze für den Betrachtungszeitraum eine Betrachtungsperiode von maximal 100 Jahren als realistisch bzw. alles darüber als höchst problematisch und unwahrscheinlich.¹⁹⁰

Kalkulationszinssatz:

Grundsätzlich stellt es die ISO frei, reale oder nominale Zinssätze zu verwenden. Sie macht jedoch deutlich, dass es sich anbietet auf Basis bekannter realer Größen, unter Einbeziehung von Inflationsraten, nominale Größen zu ermitteln. Folgende Größen werden dazu empfohlen:

- Zinssatz für ein Bankdarlehen zur Finanzierung der Investition
- Zinssatz auf Basis der besten nicht gewählten Alternative
- Zinssatz von Alternativen sicherer Anlageformen
- aktuell branchenüblicher Zinssatz
- erforderliche Mindestverzinsung für das Investment¹⁹¹

Als Empfehlung und aus Interpretation historischer Daten sieht die ISO einen Realzinssatz von 0-4 % als realistisch, höhere Raten werden aufgrund der Langzeitbetrachtung als unrealistisch angesehen.

In Kapitel 7. der Norm wird auf alle notwendigen finanzmathematischen Grundlagen eingegangen, welche für die eigentliche Berechnung der LCC benötigt werden.¹⁹²

Kapitel 8. der Norm behandelt weitere Methoden zur Bestimmung der Lebenszykluskosten, wie etwa Sensitivitäts- und Risikoanalyse, welche in dieser Arbeit in Kapitel 6. Systematische Ansätze weiter behandelt werden.

In Anhang A und B der Norm werden die Investitionsrechenarten, welche in dieser Arbeit bereits in Kapitel 3. erläutert wurden, zusammengefasst.

¹⁹⁰ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 17

¹⁹¹ Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 21

¹⁹² Vgl. Seite 35 dieser Arbeit Methoden der Investitionsrechnung

5 Gegenüberstellung der Kostenstrukturen

Im Zuge der Analyse aller ausgewählten Normen in Kapitel 4. dieser Arbeit hat sich herausgestellt, dass es keinesfalls zielführend ist, alle Normen, die sich mit Baukosten und Folge- bzw. Nutzungskosten beschäftigen, direkt gegenüberzustellen, da ihre unterschiedlichen Anwendungsbereiche zu vielfältig sind und daher ein direkter Vergleich nicht sinnvoll ist. Daher wird für die Kostenstruktur der Baukostennormen und die der Folgekosten eine Gliederung nach ihren unterschiedlichen Ebenen durchgeführt. Damit wird es ermöglicht, dass die Bereiche, welche die Lebenszykluskosten erfassen, verglichen werden und sich damit Unterschiede aufzeigen lassen. Dabei wurden alle Normen in einer Excel-Tabelle gegenübergestellt, jedoch nur im Bereich des Hochbaues, da sich abgezeichnet hat, dass alle Normen den Tiefbau bzw. Ingenieurbau in ihren Folgekosten nicht erfassen oder nur marginal erwähnen.

5.1 Zeitliche und objektbezogene Kostenzuordnung

Der Unterschied bzw. der Zusammenhang zwischen zeitlicher und objektbezogener Zuordnung in den unterschiedlichen verglichenen Normen ergibt sich dadurch, dass der Lebenszyklusansatz in den unterschiedlichen interdisziplinären Bereichen einen anderen Fokus aufweist. Während die Normen, welche sich mit Errichtungskosten beschäftigen, bauwirtschaftliche Normen mit Bezug auf Projektmanagement und Projektkosten sind (objektbezogene Zuordnung auf Basis von Leistungsbüchern), sind die Normen und Richtlinien, welche sich mit den Nutzungs- und Folgekosten beschäftigen, zumeist zeitlich bezogen und berücksichtigen in ihren Gliederungen Prozesse bzw. Kosten nach ihrem zeitlichen Anfall. Dieser Malus spiegelt sich auch in der Kostengegenüberstellung wider, da Normen der Bauwirtschaft (Baukosten Normen), nur bedingt mit Regelwerken des FM kompatibel sind bzw. überführbar sind.¹⁹³ Die ISO versucht in diesem Zusammenhang sowohl zeitliche wie objektbezogene Zusammenhänge zu integrieren, indem sie Kosten entweder bauwerksbezogen oder nicht bauwerksbezogen erfasst, und diese zeitlich einer Phase zuordnet. In der nachfolgenden Tabelle wird die Kostenzuordnung der untersuchten Normen dargestellt. Es wird verdeutlicht wie komplex der Zusammenhang zwischen Kostengliederungen der Bauwirtschaft, des FM und der Immobilienwirtschaft ist. Die Darstellung der Tabelle 22 befindet sich auch im Anhang dieser Arbeit.

¹⁹³ Vgl. BALCK, H.: Zukunft Bau, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen F 2820. S. 9-13

5.2 Kostenstrukturmatrix

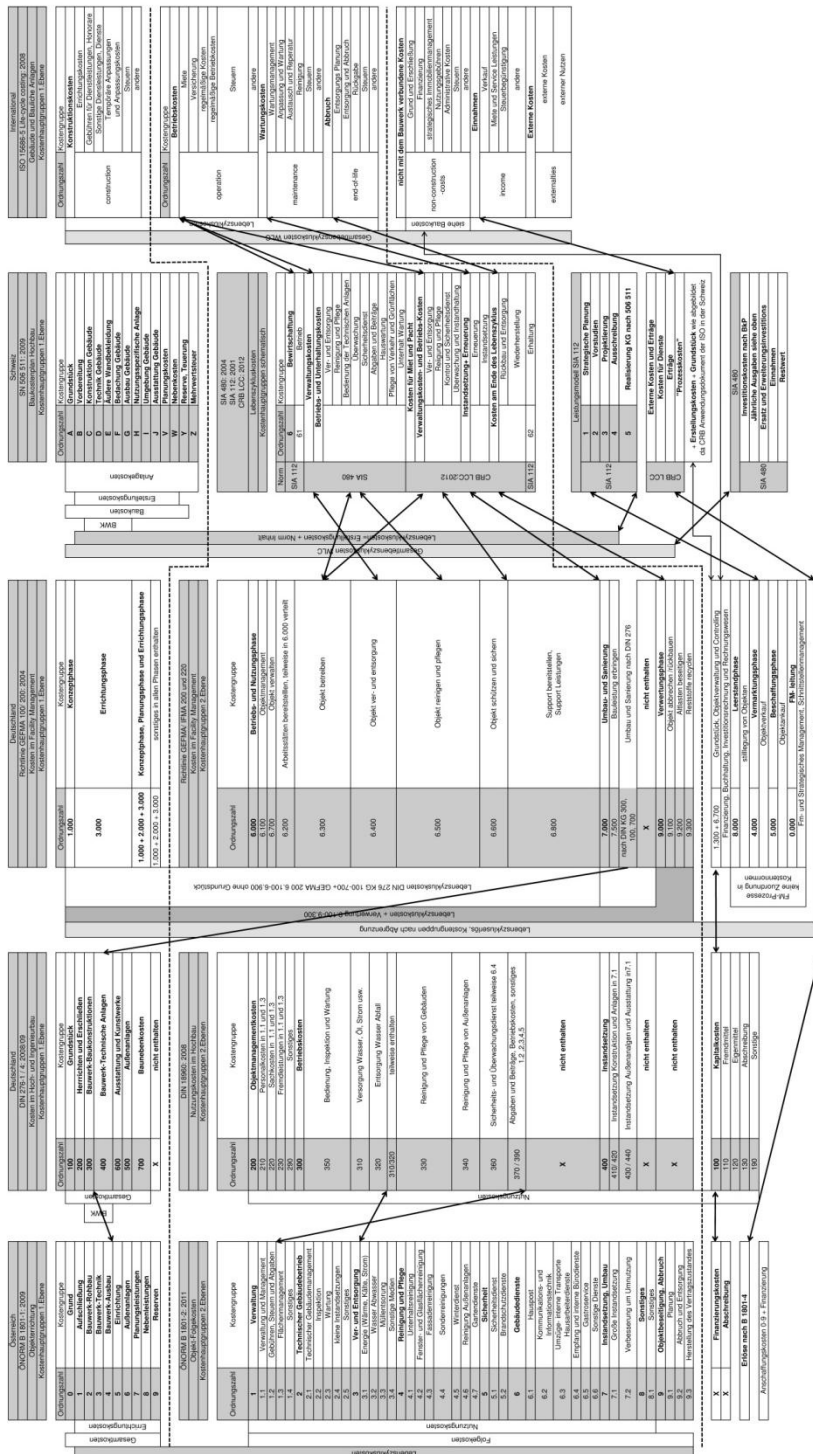


Tabelle 22: Kostenstrukturmatrix¹⁹⁴

¹⁹⁴ Eigene Darstellung befindet sich auch im Anhang dieser Arbeit



5.3 Elementare Unterschiede

In diesem Abschnitt der Arbeit wird kurz auf jene Kostengruppen eingegangen, welche sich im Zuge der Gegenüberstellung der Kostenstrukturen der ausgewählten Normen als nur bedingt zuordenbar erwiesen haben bzw. nur teilweise in den meisten Normen auffindbar waren. Diese Kostenblöcke werden weiters als elementare Unterschiede bezeichnet und taxativ erläutert. Aufbauend auf die Matrix in Kapitel 5.2 werden allen Normen in den Spalten, von links nach rechts und von oben nach unten erläutert.

ÖNORM B 1801-2:2011 Objekt-Folgekosten:

Da im Zuge einer Objektbetrachtung eine Vielzahl an unterschiedlichen Beteiligten (z.B. Eigentümer, Investor, Nutzer, Betreiber) involviert sein kann, und eine große Vielfalt an Finanzierungsmöglichkeiten besteht, sieht die ÖNORM Kapitalkosten, wie Finanzierung und Abschreibung zur Steuerbemessung, nicht als Teil der Folgekosten. In älteren Versionen der ÖNORM B1801-2 sind diese Positionen noch enthalten.¹⁹⁵

ÖNORM B 1801-4:2014 Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten:

Die ÖNORM B 1801-4 übernimmt die Lebenszykluskostengliederung der ÖNORM B1801-2, stellt jedoch fest, dass im Zuge einer erweiterten zusätzlichen Betrachtung der Lebenszykluskosten sowohl Finanzierung wie Einnahmen als Lebenszykluserfolg Teil einer solchen Berechnung sein können. Folgend stellt die Norm weiters fest, dass eine Betrachtung von Abschreibung und Finanzierung aus Sicht des Eigennutzers für die Erfolgsrechnung möglich ist. Dabei wird auf die derzeitige Regelung für die buchhalterische Abschreibung nach § 8 EStG 1988 Abs. 1 verwiesen und nicht genauer erläutert.¹⁹⁶

DIN 276-1:2008 Kosten im Bauwesen:

Die DIN 276-1 enthält in der Kostengruppe 760, der Position Finanzierungskosten, folgende Punkte: Finanzierungsbeschaffung, Fremd- und Eigenkapitalzinsen und sonstige Finanzierungskosten.¹⁹⁷ Diese Punkte finden sich in der ÖNORM B 1801-1 im Punkt 8 wieder und können nicht genau zugeordnet werden. Teilweise führt die DIN in einigen Punkten sonstige Kosten an, hat jedoch keine Kostengruppe für Reserven direkt vorsehen. In der ÖNORM B 1801-1 findet sich in Kostengruppe 9 - Reserven - eine solche Zuordnung für Budgetreserven und Reservemittel für die Projektsteuerung.¹⁹⁸

¹⁹⁵ Vgl. : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 3

¹⁹⁶ Vgl. : ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. S. 5 u. 8

¹⁹⁷ Vgl. : DIN 276-1 Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. S. 24

¹⁹⁸ Vgl. : ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung. S. 22

DIN 18960:2008 Nutzkosten im Hochbau:

Während die DIN von Nutzungskosten spricht, wird in den einschlägigen ÖNORMEN der Begriff Folgekosten benutzt. Nach genauerer Analyse wird klar, dass es sich bei Nutzungskosten um Kosten handelt, welche in direktem Zusammenhang mit der Benutzung eines Objektes stehen, und Folgekosten die Summe aller Kosten nach Übergabe darstellen. Unterschiede sind vor allem in der Kostengruppe 100 der DIN ersichtlich, da diese Kapitalkosten Eigen- und Fremdmittel, sowie die Abschreibung als Teil der Nutzungskosten sieht. Die ÖNORM enthält diese Punkte nicht, da sie durch die Vielzahl an Finanzierungsmöglichkeiten keinen Bedarf sieht. In der alten Version der ÖNORM B 1801-2 waren diese Kosten noch vorhanden. Weiters sieht die DIN keinen eigenen Kostenblock für größere Instandhaltungen und Abbruch vor, und verweist bei diesen auf die DIN 276. Der Kostenblock 6 - Gebäudedienste - nach ÖNORM B 1801-2 findet sich auch nicht in der DIN 276.^{199, 200}

Facility Management Richtlinie GEFMA 100/200:2004 und GEFMA 220:2010:

Bei der einschlägigen Richtlinienreihe der GEFMA handelt es sich um Facility-Management-Richtlinien, welche in erster Linie dazu dienen den Facility-Management-Prozess zu strukturieren und die Prozesse den Lebenszyklusphasen eines Objektes zuzuordnen, um eine Kostenstrukturierung vorzunehmen. Als Prozessrichtlinie differenziert sich die GEFMA von den vorangegangenen Normen, welche den Zweck haben Baukosten- und Kostenplanungsmanagement zu betreiben. Aufbauend auf die Phasen 0-9 nach GEFMA werden den Prozessen Kosten zugeordnet. Alle in DIN 276 und DIN 18960 enthaltenen Kostengruppen können Prozessen zugeordnet werden. Durch die Phasengliederung, welche Phasen beinhaltet die über den eigentlichen Bauprozess hinaus gehen, lassen sich drei weitere Kostengruppen separieren. Diese Gruppen sind Vermarktungs-, Beschaffungs- und Leerstandsphase. Desweiteren integriert die GEFMA den Begriff Erlös bzw. Einnahme, um gesamtheitliche, wirtschaftliche Entscheidungen zu treffen.^{201, 202}

SN 506 511/512:2009/2010 Baukostenplan Hochbau und Tiefbau:

Grundsätzlich lassen sich in den schweizer Baukostenplänen alle Kostengruppen der DIN wie der ÖNORM finden, jedoch wird in keinem Punkt die Finanzierung behandelt, da es sich um eine reine bauwerksbezogene Kostenbetrachtung handelt. Weiters sieht die SN 506 511/512

¹⁹⁹ Vgl. : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 10

²⁰⁰ Vgl.: DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. S. 8-11

²⁰¹ Vgl. : GEFMA 100-2 Facility Management Leistungsspektrum. S. B 1 - B 3

²⁰² Vgl.: GEFMA 200 Kosten im Facility Management, Kostengliederungsstruktur zu GEFMA 100. S. A 1 – A 14

eigene Kostengruppen für Nebenkosten, Reserve, Teuerung und Mehrwertsteuer vor, welche in den anderen Normen meist untergeordnet sind. Weitere Unterschiede zwischen ÖNORM, DIN und SN ergeben sich bei genauerer Betrachtung der Kostenbegriffe. Während die SN von Anlagekosten spricht, kennt die ÖNORM diesen Begriff nicht und spricht im selben Zusammenhang von Gesamtkosten. Bauwerkskosten decken sich in allen Normen. Desweiteren sieht die SN Baukosten inkl. Grundkosten, die ÖNORM teilt diese Ansicht jedoch nicht.²⁰³

SIA 112:2001 Leistungsmodell und SIA 480:2004 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau:

Die sechs Leistungsphasen der SIA 112 stellen im Wesentlichen den gesamten Lebenszyklus eines Objektes dar, jedoch ohne Abbruch und Entsorgung. Diese Ansicht ähnelt der DIN. Ziel der SIA 112 ist es, den gesamten Bauprozess als integrales Leistungsbündel zu beschreiben, und somit besser für alle Beteiligten zu strukturieren. Hier liegt eine prozessorientierte Struktur vor, ähnlich der GEFMA.²⁰⁴

Integrales Leistungsbündel entspricht einem gesamtheitlichen Abbildungsprozess.

Die SIA 480 stellt eine Art Handbuch oder Leitfaden für den Umgang mit Lebenszykluskosten und deren Integration in die Investitionsentscheidung im Hochbau dar. Sie listet alle notwendigen Kostenpunkte in taxativer Form auf und beschreibt diese näher. Weiters integriert sie die in der SIA 122 nicht berücksichtigten Einnahmen, Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen, sowie die Restwertbetrachtung.²⁰⁵

LCC-Leitfaden CRB 2012, schweizer Umsetzung der ISO 15686-5:

Der LCC-Leitfaden versteht sich selbst als Integration der Inhalte der ISO 15686-5 in die bestehende schweizer Normung. Er übersetzt die Begrifflichkeiten der ISO ins Deutsche und trifft dabei einige Annahmen, um eine ausreichend solide Integration in die bestehende Normung durchzuführen. So werden etwa Einnahmen bzw. Erträge zu Erlösen, da der Begriff „Income“ im Englischen nicht so streng unterschieden wird wie in der deutschsprachigen Kostenrechnung. Desweiteren gliedert der Leitfaden die Grundstückskosten aus dem Kostenblock non-construction-costs aus, und erfasst diese als eigenen Unterpunkt. Ferner wird ein zusätzlicher Punkt Prozesskosten eingeführt, welcher in der ISO nicht vorhanden ist.²⁰⁶

²⁰³ Vgl.: SN 506 511 eBKP-H, Baukostenplan Hochbau. S. 19 ff

²⁰⁴ Vgl.: SIA 112 Leistungsmodell. S. 3 ff

²⁰⁵ Vgl.: SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. S. 13 ff

²⁰⁶ Vgl.: LCC Leitfaden Planung des Lebenszykluskosten Schweizerische Umsetzung der ISO 15686-5. S. 10 ff

ISO 15686-5:2008 Life-cycle costing:

Anders als die voran genannten Normen schafft es die ISO 15686-5 alle notwendigen Kostenelemente, die für die Erfassung der Lebenszykluskosten in notwendig sind, in einer Norm zu gliedern. Dies verschafft dem Leser einen schnelleren und besseren Einblick in die LCC-Thematik vergliche mit den anderen Normen. Die ISO ermöglicht es dem Leser eine klare Abgrenzung zwischen LCC und WLC durchzuführen. Die am Anfang verwirrende Ansicht der ISO Kosten in bauwerksbezogene und nicht-bauwerksbezogene Kosten zu strukturieren, schwindet bald, da sich aus dieser Ansicht einige Vorteile generieren lassen. Die sich daraus ergebende objektive Zuordnung der Kosten zum Bauwerk, unabhängig von der zeitlichen Zuordnung, ermöglicht eine klarere Trennung zwischen Bauwerkskosten und Nicht-Bauwerkskosten als vergleichsweise andere Normen. Desweiteren ermöglicht die ISO durch die Abgrenzung WLC und LCC eine vollständige Kostenabbildung, die in den anderen Normen in dieser Form nicht möglich ist, da sie weitere Kostengruppen wie etwa Miete, Dienstleistungen, Verkauf und externe Kosten berücksichtigt. Die ISO ist somit zwar vollständiger als andere Normen, hat jedoch den Nachteil, dass sie ihre Kostengruppen in nur zwei Ebenen gliedert und damit, im Vergleich zu den vorangegangenen Normen, eine weniger detaillierte Untergliederung zulässt.^{207, 208}

Nachfolgend findet sich eine Auflistung aller relevanten Kostengruppen, welche die sich zum Teil nur in einer der behandelten Normen finden, oder in den anderen Normen nicht ausreichend behandelt werden. Diese sind jedoch notwendig um die Lebenszykluskosten eines Gebäudes in ausreichender Art und Weise vollständig abzubilden. Dabei beruhen die angeführten Kostengruppen auf den zuvor diskutierten Normen. Im Weiteren sollen alle diese Kostengruppen kurz dargestellt werden.

Kapitalkosten:²⁰⁹

- Fremdmittel
- Eigenmittel
- Abschreibung, ordentliche oder außerordentliche
- Kapitalkosten, Zinsen
- Sonstige Kapitalkosten und Reserven

Einnahmen bzw. Erlöse:²¹⁰

- Mieteinnahmen, Pacht

²⁰⁷Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 5-7

²⁰⁸ Vgl. Tabelle 21 dieser Arbeit Gegenüberstellung

²⁰⁹ Vgl.: DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. S. 8

²¹⁰Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 7 und 22-23

- Einnahmen durch Werbefläche, Handymasten
- Förderungen, Steuerbegünstigungen
- Verkauf am Ende der Betrachtungsperiode, Restwert
- Wertsteigerung, z.B. Grundstück

Prozessbezogenen Kosten:²¹¹

- Kosten im Vermarktungsprozess, Verkauf, Werbung
- Kosten im Beschaffungsprozess, Immobilienauswahl
- Kosten im Fall eines Leerstandes
- Mietausfälle (ISO)

WLC-Betrachtung:²¹²

- Umwelteinflüsse oder Umweltkosten, UVP-Verfahren, Verwendung von nicht nachhaltigen Rohstoffen
- Externe Kosten, Steuern auf Emissionen
- Soziale Kosten und Erlöse, Aufwertung einer Region z.B. durch Errichtung einer Schule
- Nachhaltige Bauweise, „CO₂-Kosten“ durch Steuern abdecken, keine Verschwendung von Ressourcen unter Berücksichtigung der Ansprüche der Nachwelt
- Immaterielle Einflüsse, Qualität für Benutzer, Reputation gegenüber anderer richtungsweisender Entscheidungen

5.4 Erfassung von externen Kosten und externem Nutzen

Nur die ISO 15686-5 und der schweizer Leitfaden für die LCC behandeln die Thematik der externen Kosten und des externen Nutzen. Bei externen Kosten handelt es sich um einen volkswirtschaftlichen Begriff, welcher Kosten beschreibt, die durch die Benutzung eines Objektes entstehen und von der Allgemeinheit getragen werden müssen.²¹³ Sie lassen sich meist nicht genau zuordnen und schwer in ihrer tatsächlichen Höhe ermitteln. Externe Kosten werden daher meist in Form von Steuern, Abgaben oder Gebühren in den jeweiligen Staaten abgegolten. Zumeist werden unter dem Begriff externe Kosten soziale oder ökologische Kosten erfasst. Bis dato existieren nur wenige Ansätze mit denen es gelingt, die externen Kosten verursachergerecht zuzuordnen. Eine Tendenz zur Zuordnung externer Kosten lässt sich aber klar erkennen.

²¹¹ Vgl. : GEFMA 100-2 Facility Management Leistungsspektrum. S. B 13 ff

²¹² Vgl. : ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. S. 22-24

²¹³ Vgl. : LCC Leitfaden Planung des Lebenszykluskosten Schweizerische Umsetzung der ISO 15686-5. S. 38

6 Systematische Ansätze

In diesem Kapitel werden ausgewählte Systemansätze bzw. Zertifizierungsverfahren, welche als repräsentativ erachtet wurden, genauer untersucht und mit den Inhalten der Normen verglichen. Als repräsentativ wurden die derzeit am häufigsten verwendeten Zertifizierungsverfahren ausgewählt.²¹⁴

Im Zuge der Literaturrecherche dieser Arbeit, wurden unterschiedlichste Ansätze zum Thema Lebenszyklusrechnung untersucht. Es hat sich herausgestellt, dass verschiedene Branchen bereits seit Jahren adaptierte, anwendungsspezifische Ansätze einsetzen. Folgende Aufzählung verdeutlicht wie komplex, umfangreich und intransparent die behandelte Materie ist.

Unterschiedliche Synonyme für eine Art von Lebenszykluskostenrechnung oder Erfassung:²¹⁵

- FCA, Full-cost accounting
- FCEA, Full-cost-environment accounting
- TCA I, Total-cost accounting
- TCA II, Total-cost assessment
- TCO, Total cost of ownership
- LCA, Life-cycle accounting
- LCCA, Life-cycle cost assessment
- LCC, Life-cycle costing
- FCP, Full-cost pricing
- WLC, Whole life costing
- WLCC, Whole life-cycle costing

Speziell wird das Modell zur Erfassung von Lebenszykluskosten von Girmscheid²¹⁶, sowie die Zertifizierungssysteme der ÖGNB²¹⁷, des BNB²¹⁸ und der DGNB²¹⁹ analysiert.

Anbei befinden sich die Links zu den Zertifizierungssystemen

²¹⁴ Vgl. Kapitel 1.3. dieser Arbeit

²¹⁵ FLANAGAN R., ; JEWELL C., : Life cycle costing- theory and practice. S. -

²¹⁶ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 244

²¹⁷ <https://www.oegnb.net/>

²¹⁸ <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/>

²¹⁹ <http://www.dgnb.de/de/>

6.1 LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell

Das in diesem Abschnitt beschriebene Modell wurde von Girmscheid in den letzten zehn Jahren an der ETH Zürich entwickelt, sukzessive verbessert und adaptiert. In der Literatur und mehreren Fachzeitschriften finden sich Artikel über Girmscheids Modell. Das Modell wird in der Literatur unter anderem unter den Namen „LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell“ oder „Holistisches kybernetisches Kosten-(Nutzen-) Steuerungsprozess-Modell“ geführt.

Das Modell wurde unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit entwickelt, um für den gesamten Lebenszyklus von baulichen Anlagen die bestmögliche Entscheidung für den Bauherrn bzw. Investor oder die gewählte Projektabwicklungsform (Eigenleistung der öffentlichen Hand oder PPP) zu treffen. Das Modell berücksichtigt dabei das ökonomische Minimal- wie Maximalprinzip.²²⁰

Das Modell beruht dabei auf dem Vergleich zweier oder mehrerer alternativer Varianten, mit folgenden Entscheidungsgrundlagen:²²¹

- Probabilistischer dynamischer Systemansatz für die Wirtschaftlichkeitsanalyse mit Hilfe der Kapitalwertmethode
- Ökonomisches Minimalprinzip bei reiner Ausgabenbetrachtung zur Kostenminimierung
- Ökonomisches Maximalprinzip bei Ein- und Ausgabenbetrachtung zur Gewinnmaximierung
- Unsicherheiten zukünftiger Zahlungsströme, sowie Zinssätze werden mithilfe von probabilistischen Ansätzen berücksichtigt
- Simulation mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation

Girmscheid beschreibt seine NPV-Methode auf Basis von Ein- und Ausgaben mithilfe des Cash Flows.²²² Er bezeichnet sein Modell als normenunabhängig, sofern die Hauptausgaben- und Haupteinnahmegruppen eines baulichen Objektes vollständig während allen Lebensphasen erfasst sind. Diesbezüglich verweist Girmscheid auf die Kostenstrukturgliederungen für Planung und Bau, sowie Nutzung und Betrieb in unterschiedlichen Staaten und auf einschlägige Facility-Management-Richtlinien. Weiters trifft Girmscheid die Annahme, dass alle zu vergleichenden Varianten denselben Betrachtungszeitraum aufweisen müssen. Auch der Anfall von Kosten oder eines etwaigen Verkaufserlös (Einnahmen durch Verkauf) müssen ident sein, da Varianten sonst nicht ver-

²²⁰ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektabwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 245 ff

²²¹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektabwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 246 ff

²²² Vgl. Seite 18 Rechengrößen des Rechnungswesen dieser Arbeit

gleichbar wären.²²³ Hier sei darauf verwiesen, dass alle Formeln, welche von Girmscheid oder Lunze in weiterer Folge verwendet wurden, in dieser Arbeit nicht in originaler Syntax - zumeist Vektorschreibweise - übernommen wurden, sonder in adaptierter, vereinfachter Form angeschrieben werden. Diese Vorgehensweise dient der Verdeutlichung des Vorgehens, die Formeln dienen lediglich zur Beschreibung des Verfahrens. Folgende Abbildung soll den Betrachtungs- und Beurteilungsmaßstab für bauliche Lösungen darstellen.

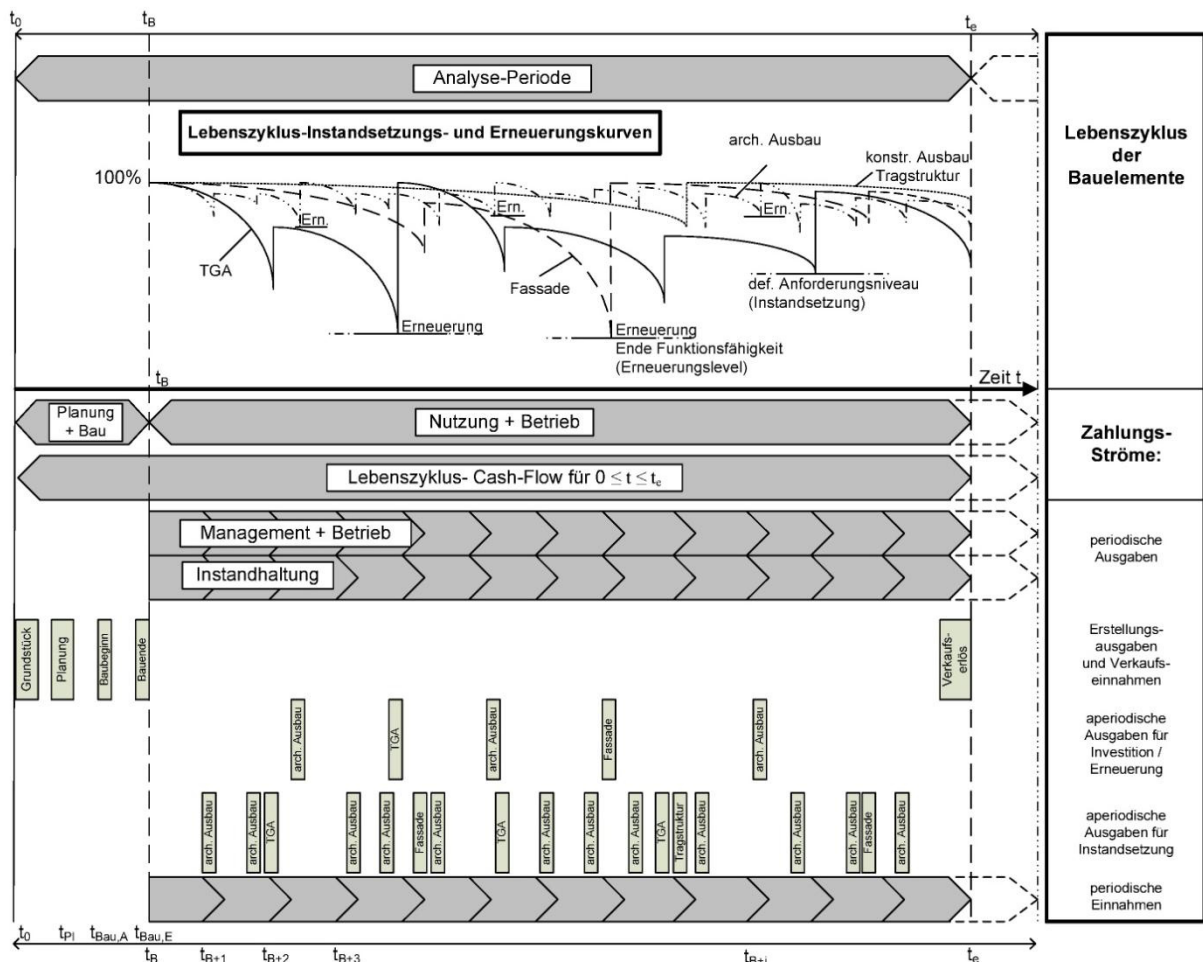


Abbildung 39: LC-NPV-Modell²²⁴

Abbildung 39 zeigt die wichtigsten qualitativen und zeitlichen Elemente des vorgestellten Modells.²²⁵ In Formel 9 wird die grundlegende Formel für das Modell dargestellt.

²²³ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 248 ff

²²⁴ GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 248

²²⁵ Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 235

$$NPV = A_{t=0}^{Invest} + \sum_{t=1}^n C_t \frac{1}{(1+q)^{(t-t_b)}}$$

C_t Cash-Flow-Strom

NPV Net present value, Nettobarwert oder Kapitalwert

weiteren Parameter siehe Formel 10

Formel 9: Grundformel NPV²²⁶

Als Basis für die mathematische Modellierung wird das NPV-Verfahren bzw. die Kapitalwertmethode aufgegriffen (Vgl. Formel 9).

Für den Variantenvergleich mehrerer alternativer Lösungen ohne Einnahmen bzw. mit gleichen Einnahmen, kann eine reine Betrachtung von Ausgaben vorgenommen werden. Dabei wird die Prämisse des ökonomischen Minimalprinzips angewandt. Folgende Zahlungsströme werden dabei in ihren anfallenden Phasen betrachtet:²²⁷

1. Konzeptions-, Planungs- und Bauzahlungsströme
2. Nutzungs-, Betriebs-, Unterhalts-, Instandsetzungs- und Erneuerungszahlungsströme
3. Restwert am Ende des Betrachtungszeitraumes (Erlös oder Kosten)

$$\text{Min}(NPV) = -A_{t=0}^{Invest} - \sum_{t=1}^n \frac{A_t^{Betrieb} * (1 + \mu I)^{(t-t_b)}}{(1+q)^{(t-t_b)}} + \frac{E_{t=n}^{Rest}}{(1+q)^{(t-t_b)}}$$

A_{Invest} Summe aus Grundstück plus Punkt 1.

$A_{Betrieb}$ Summe von periodischen und nicht periodischen Zahlungsströmen von Punkt 2.

E_{Rest} Endwert am Ende des Betrachtungszeitraums

q Kalkulationszinssatz

μI Teuerungsindex, kostengruppenabhängig

t Betrachtungszeitraum

t_b Bezugszeitpunkt

$\text{Min}(NPV)$ Entscheidungskriterium Minimalprinzip

Formel 10: NPV mit reiner Ausgabenbetrachtung²²⁸

²²⁶ Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 237

²²⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 238

²²⁸ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 252 ff oder 114 ff

Entscheidungskriterium bei reiner Ausgabenbetrachtung ist der kleinste negative Kapitalwert, da hierbei auf den Betrachtungszeitraum die geringsten Kosten entfallen. Erweitert man diese Betrachtung um periodische Einnahmen, ergibt sich Formel 11.

$$\begin{aligned} \text{Max}(NPV) = & -A_{t=0}^{Invest} - \sum_{t=1}^n \frac{A_t^{Betrieb} * (1 + \mu I)^{(t-t_b)}}{(1 + q)^{(t-t_b)}} \\ & + \sum_{t=1}^n \frac{E_t^{Miete} * (1 + \mu I)^{(t-t_b)}}{(1 + q)^{(t-t_b)}} + \frac{E_{t=n}^{Rest}}{(1 + q)^{(t-t_b)}} \end{aligned}$$

E_{Miete} periodische Mieteinnahmen

$\text{Max}(NPV)$ Entscheidungskriterium Maximalprinzip

restlichen Parameter wurden bereits erläutert S. 93 Formel 10

Formel 11: NPV Ein- und Ausgabenbetrachtung²²⁹

Im Regelfall sind Preise zum Betrachtungszeitpunkt bekannt. Um Preise in der Zukunft zu ermitteln ist es notwendig, diese mit prognostizierten Teuerungssätzen zu multiplizieren und auf Basis des heutigen Geldwertes zu diskontieren (Vgl. drei Szenarien nach Girmscheid, Ausgabenentwicklung > Geldentwicklung, Ausgabenentwicklung = Geldentwicklung, Ausgabenentwicklung < Ausgabenentwicklung). Die Ermittlung der Diskontierungs- bzw. Teuerungszinssätze nach Girmscheid erfolgt wie folgt:²³⁰

- Realzinssatz: $RF = (1+i)$
- Inflation: $IF = (1+d)$
- Nominalzinssatz: $NF = (1+i) * (1+d)$
- Nominalzinssatz: $NF = (1+i+d) = (1+p)$
mit $i * d \ll$
- Risikozinssatz: $RF = (1+r)$
- Diskontierungszinssatz: $DF = NF * RF = (1+p)*(1+r)$
 $= (1+p+r) = (1+q)$
mit $r * p \ll$
- $DF = (1+i+d+r) = (1+q)$

i Realzinssatz
 d Inflation
 p Nominalzinssatz
 r Risikozinssatz
 q Diskontierungszinssatz

²²⁹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 257 ff oder 112 ff

²³⁰ Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 241 ff

Der Teuerungszinssatz ergibt sich aus der Inflation, gemessen an der Warenkorbpreissteigerung durch die Hauptpreisindizes, z.B. VPI, BPI oder EPI. Die notwendigen Zinssätze können von den Websites der zuständigen Behörden bezogen werden, z.B. Statistik Austria, STAT.

VPI
Verbraucherpreisindex,
BPI
Baupreisindex,
EPI
Energiepreisindex

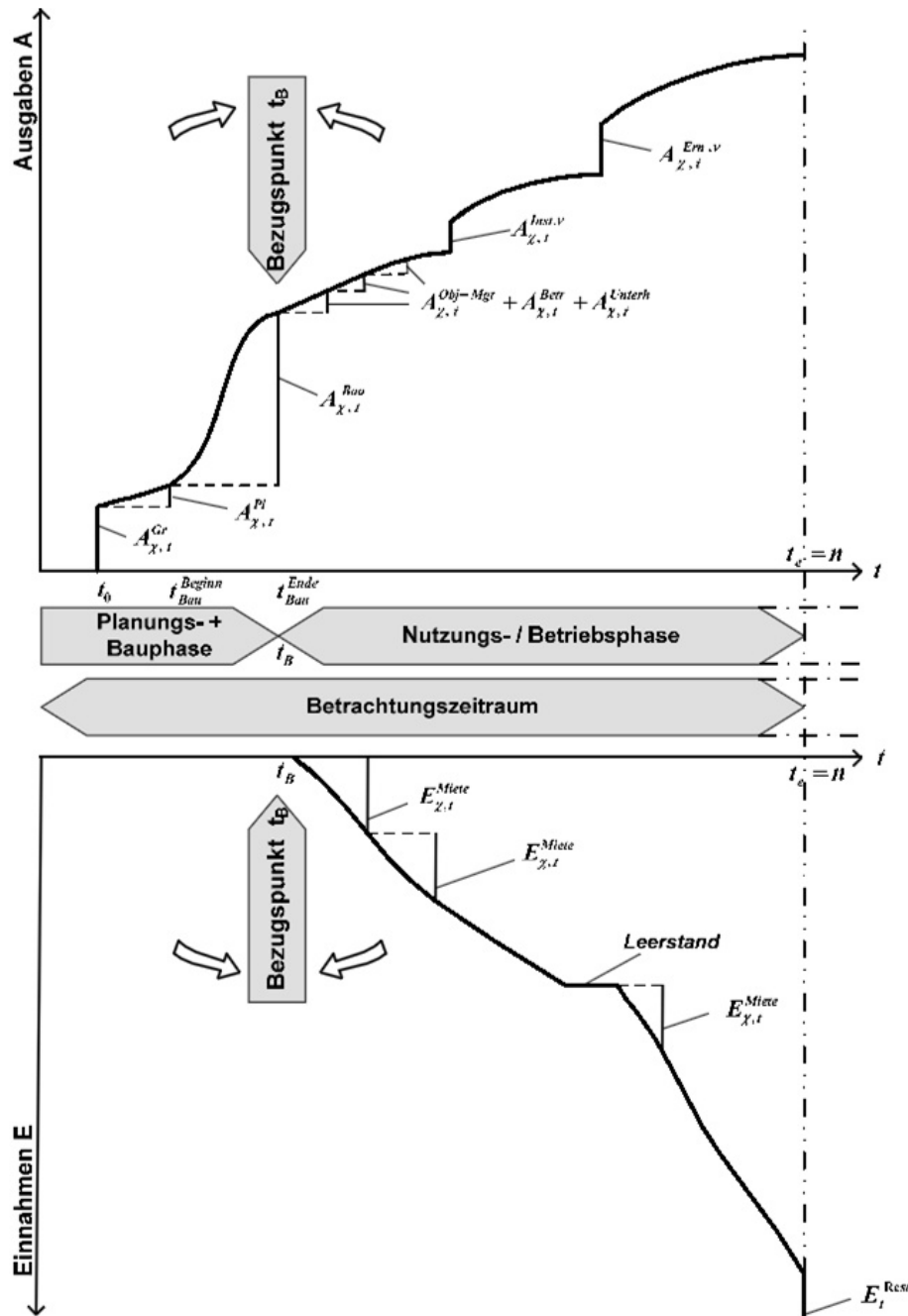


Abbildung 40: Zahlungsströme²³¹

²³¹ GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 240

Abbildung 40 stellt den in Formel 10 und 11 dargestellten möglichen Verlauf von Zahlungsströmen dar. Die Ordinate stellt den zeitlichen Bezugsrahmen dar, die Abszisse repräsentiert die Ausgaben bzw. Einnahmen.

Um die Ausgabenströme weiter zu spezifizieren können diese weiter in Anteilsfaktoren zerlegt werden. Somit können Preise anteilsmäßig an ihren Hauptkostenarten errechnet werden. Nach Girmscheid lässt sich diese Unterteilung weiter detaillieren, aber auf eine weitere Betrachtung wird hier verzichtet. Diese Vorgehensweise gilt analog für Einnahmen.²³²

Vereinfachte Darstellung der Hauptkostenarten, Teuerung mit spezifischen Gewichten

$$A_t = \alpha * A_t^{Lohn} * (1 + \mu_{I_1})^{(t-t_b)} + \beta * A_t^{Sonstiges} * (1 + \mu_{I_2})^{(t-t_b)} + \gamma * A_t^{Material} * (1 + \mu_{I_3})^{(t-t_b)}$$

mit: $1 = \alpha + \beta + \gamma$

A_t Ausgabenstrom
 α, β, γ Anteilsfaktoren in Prozent
 $\mu_{I_1, 2, 3}$ spezifische Teuerung
 Lohn, Material, sonstiges Kostenhauptgruppen
 anderen Parameter wurden bereits erläutert S. 93-94

Formel 12: Beispiel für mögliche Ausgaben Anteilsfaktoren^{233 234}

Probabilistischer Lebenszyklusansatz:

Nachdem alle notwendigen Parameter genauer erläutert wurden, ist es möglich durch eine Zuweisung von Bandbreiten eine stochastische Berechnung durchzuführen. Diese Berechnung findet im Modell von Girmscheid mithilfe der Monte-Carlo-Simulation statt.

Für die eigentliche Berechnung werden folgende Parameter mit Bandbreiten versehen:²³⁵

- Ausgaben, Einnahmen, Restwert
- Teuerungsfaktor
- Realzins, Diskontierungszinssatz

Dabei ist es notwendig, die vorliegenden Parameter mit Erfahrungswerten oder prognostizierten Werten zu hinterlegen (z.B. Minimalwert, Erfahrungswert oder Maximalwert).

²³² Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 243

²³³ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 265 ff

²³⁴ Selbst modifiziert

²³⁵ Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 245 ff

Da die Einflussgrößen nun in Bandbreiten vorliegen, werden diese mit Dreiecksdichtefunktionen bzw. Beta-PERT-Dichtefunktionen hinterlegt, um deren Auftretensausprägung darzustellen.²³⁶

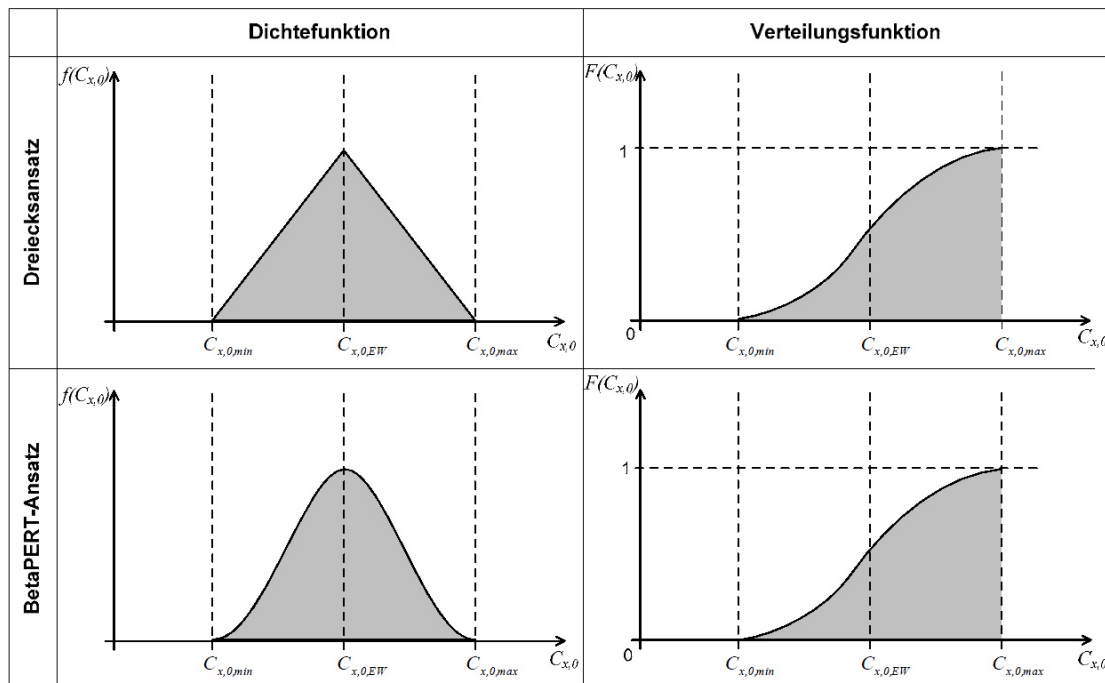


Abbildung 41: Symmetrische Dichte- und Verteilungsfunktion²³⁷

Durch die Hinterlegung der einzelnen Parameter mit Dichtefunktionen lassen sich mithilfe der Monte-Carlo-Simulation unterschiedlichste Verteilungsszenarien generieren. Durch Transformation und Spiegelung der Verteilungsfunktion lässt sich anhand der Wahrscheinlichkeitsfunktion die Eintrittswahrscheinlichkeit interpretieren. Girmscheid spricht in seinem Modell zum Abschluss davon, dass durch die Interpretation der probabilistischen Ergebnisse, Entscheidungen auf Basis unsicherer Eingangsgrößen „sicherer“ gefällt werden können, da sich die Auswirkungen von Veränderungen der Ergebnisse mithilfe der Wahrscheinlichkeit interpretieren lassen.²³⁸

²³⁶ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 268

²³⁷ GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. S. 270

²³⁸ Vgl. GIRMSCHIED, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. S. 252

6.2 Modell der ÖGNB

Bei der ÖGNB handelt es sich um eine als Verein organisierte Institution mit dem Namen „Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen“, sowie dem englischen Namen „Austrian Sustainable Building Council“. Zweck des Vereines ist das Aufzeigen von Inhalten, Wegen und Lösungen zur Planung, Ausführung und Nutzung von Bauwerken im Sinne der Nachhaltigkeit. Der Verein hat es sich zum Ziel gesetzt, einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung von Zielen in der generellen Nachhaltigkeitspolitik sowie dem Klimaschutz in Österreich zu leisten.²³⁹

Durch die ÖGNB wird das Gebäudezertifizierungslabel TQB 2010 vertrieben. TQB steht für Total Quality Building und ist ein Open-Source-Gebäude-Bewertungssystem, welches online öffentlich zur Verfügung steht, und als Checkliste für nachhaltiges Bauen angesehen werden kann. Der modulare Aufbau von TQB ist vollständig mit der sich in Entwicklung befindlichen Norm CEN/TC 350 "Sustainability of construction works" kompatibel.

Derzeit stehen zwei Kategorien von Gebäuden zur Verfügung, welche mit dem TQB-Tool bewertet werden können: Wohngebäude und Dienstleistungsgebäude.

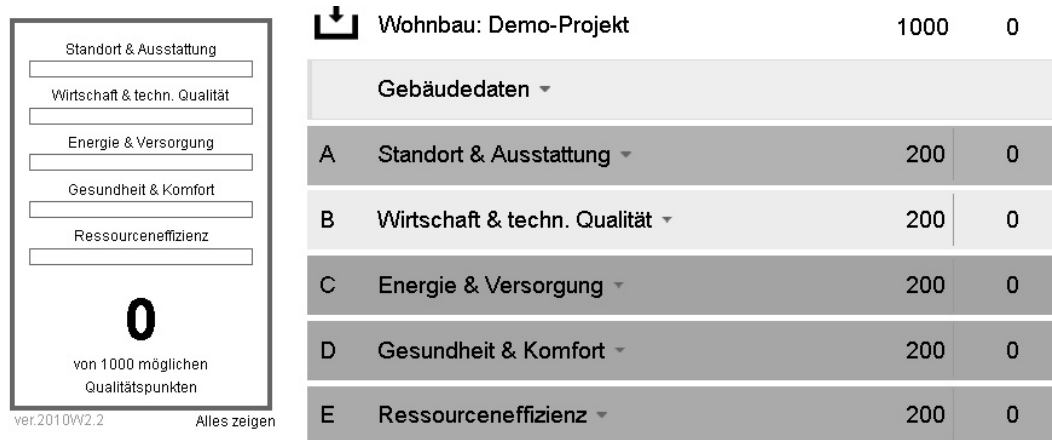


Abbildung 42: Bewertungsschema nach TQB 2010²⁴⁰

Die Bewertung erfolgt in insgesamt fünf Kategorien A-E, mit jeweils 200 Punkten. Somit können maximal 1000 Punkte erreicht werden. Diese Bewertungsmethodik enthält absichtlich keine Kategorisierung symbolischer Art, wie etwa Gold, Silber und Bronze, weil man sich bewusst von anderen bestehenden Systemen abheben will.

²³⁹ Vgl. Statuten ÖGNB <https://www.oegnb.net/home.htm>. Datum des Zugriffs: 25. Jänner.2014

²⁴⁰ Vgl. TQB-Tool <https://www.oegnb.net/home.htm>. Datum des Zugriffs: 25. Jänner.2014

Folgende Abbildung zeigt den Aufbau des Bereiches B.1, welcher sich mit der Thematik der Lebenszykluskostenrechnung befasst. B.1 beinhaltet insgesamt 100 Punkte, wobei 50 Punkte die Berechnung und Bewertung nach LCCA- und LCC-Kriterien beinhalten. Je 25 Punkte entfallen auf weitere Kriterien, wie integrale Planung, Variantenanalyse und Grundlagen für Gebäudebetrieb. Somit sind 50 der zu vergebenden Punkte quantitative Kriterien und die verbleibenden 50 Punkte qualitativ.


		Demo-Projekt	
B	Wirtschaft & techn. Qualität	200	0
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	100	0
Betrachtet man den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, dann fällt nur rund ein Viertel der Kosten bei der Planung und Errichtung des Objekts an. Der Rest, also etwa 75 Prozent der Gesamtkosten entsteht während der Nutzungsphase und mit der Entsorgung des Gebäudes. Der Großteil dieser Kosten ist nur durch qualitativ hochwertige Planungsleistungen beeinflussbar. Aus diesem Grund ist eine umfassende Planung samt Ermittlung der Lebenszykluskosten eine zentrale Voraussetzung für nachhaltige Gebäude.			
B.1.1	Wirtschaftlichkeitsberechnungen - LCCA	50	0
Für das Objekt liegen vereinfachte Betriebskostenberechnungen für folgende Teilbereiche vor:			
<input type="checkbox"/>	Energiekosten: Brennstoffbedarf, Stromverbrauch	5	
<input type="checkbox"/>	Ver- und Entsorgung: Wasser und Abwasser, Müllentsorgung	5	
<input type="checkbox"/>	Wartung/Instandhaltung: Folgekosten für den laufenden Wartungs- und Instandhaltungsaufwand	5	
<input type="checkbox"/>	Kosten für Reinigung der Allgemeinbereiche	5	
<input type="checkbox"/>	Verwaltung und Service	5	
<input type="checkbox"/>	Für das Objekt (und falls gegeben: wesentliche Ausführungsvarianten) wurden Wirtschaftlichkeitsanalysen gemäß ÖNORM M 7140 / VDI 2067 / ISO 15686-5 durchgeführt (<u>vereinfachte Lebenszykluskostenberechnung</u>).	25	
<input type="checkbox"/>	Für das Objekt wurde keiner der angegebenen Nachweise erstellt oder diese können nicht vorgelegt werden.	0	
Nachweise:			
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlage der Betriebskostenberechnungen • Vorlage der Wirtschaftlichkeitsanalysen gem. ÖN M7140 / VDI 2067 / ISO 15686-5 			

Abbildung 43: Punkteverteilung der ÖGNB für die LCC²⁴¹

25 Punkte der LCCA-Bewertung entfallen auf die fünf maßgebenden Teilbereiche der Folgekosten und 25 Punkte auf die Ermittlung der Lebenszykluskosten in vereinfachter Form nach den angeführten Normen. Alle Daten der Berechnungen können per Download-Link nach Eingabe aller vorliegenden Unterlagen einfach ins Tool hochgeladen werden. Anschließend werden diese von einem ÖGNB-Consultant geprüft und nach einer eventuellen Rücksprache wird ein Zertifikat ausgestellt oder Unterlagen nachgereicht bzw. verbessert. Somit kann das Tool planungsbegleitend oder nach Abschluss des Projektes genutzt werden.

Der Ausdruck vereinfachte LCC wird nicht genauer spezifiziert, vermutlich handelt es sich dabei um die betriebswirtschaftliche Vergleichsrechnung nach M 7140

²⁴¹ Vgl. TQB-Tool <https://www.oegnb.net/home.htm>. Datum des Zugriffs: 25.Jänner.2014

6.3 Modell des BNB

Das BNB-Bewertungssystem für nachhaltiges Bauen wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit weiter entwickelt. Sie hat das Ziel, Nachhaltigkeit bei Bundesgebäuden langfristig zu gewährleisten. Derzeit sind Unterlagen für folgende Gebäudegruppen kostenlos online zugänglich: Büro- und Verwaltungsgebäude, Unterrichtsgebäude, Außenanlagen von Bundesanlagen und Laborgebäude. Das BNB unterscheidet sechs Teilaspekte, welche zu vier mal 22,5 % plus 10 % und Null in die Bewertung einfließen (siehe Tabelle 23). Auf den Bereich der ökonomischen Qualität entfallen dabei 22,5 %, wobei in die eigentliche Lebenszykluskostenberechnung 13,5 % zu einer Gewichtung von drei entfallen (siehe Tabelle 24).

Ökologische Qualität	22,5 %
Ökonomische Qualität	22,5 %
Soziokulturelle und funktionale Qualität	22,5 %
Technische Qualität	22,5 %
Prozessqualität	10,0 %
Standortmerkmale	0,0 %

Tabelle 23 Bewertungsschema nach BNB²⁴²

Die Berechnung der Lebenszykluskosten erfolgt dabei auf Basis eines vereinfachten LCC-Berechnungsverfahrens, basierend auf der Kapitalwertmethode. Zuzüglich der Herstellungskosten nach DIN 276 werden dabei Nutzungskosten der KG 300 und KG 400 nach DIN 18960 berücksichtigt. Als Hilfestellung bietet die BNB sowohl Unterlagen für die Kostenermittlung, wie auch ein Excel-Tool für die Ermittlung an.

Bewertungsschlüssel nach BNB: Die Gesamtlebenszykluskosten werden in €/m² BGF ermittelt und setzen sich aus folgenden ausgewählten Kostenblöcken zusammen:²⁴³

- Herstellungskosten €/m² BGF
- Nutzungskosten €/m² BGF
- Betriebskosten €/m² BGF
- Instandsetzungskosten €/m² BGF

Dabei wird der Barwert der entsprechenden Kostengruppen ermittelt und auf die Bezugseinheit m² BGF bezogen.

²⁴² https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/no_cache/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1.html. Datum des Zugriffs: 27. Jänner. 2014

²⁴³ Vgl. Steckbrief https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/no_cache/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1.html. Datum des Zugriffs: 27. Jänner. 2014

Ökonomische Qualität							22,5%
Lebenszykluskosten						72%	16%
2.1.1	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	13,500%	80,0	100	3	240%	16 % von 22,5 %
	Wertentwicklung						
2.2.1	Drittverwendungsfähigkeit	9,000%	60,0	100	2	120%	

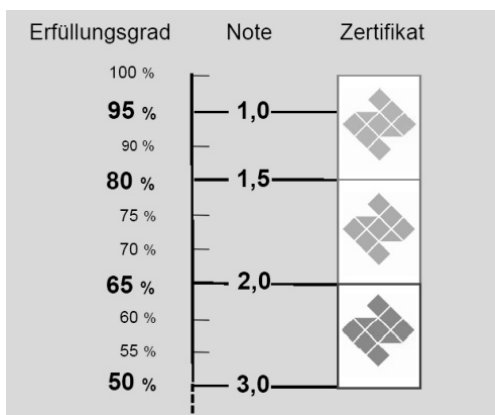
Tabelle 24: Ökonomische Bewertung nach BNB²⁴⁴

Das Ergebnis des kumulierten Barwertes, bezogen auf die BGF, ergibt - abhängig vom betrachteten Objekt (z.B. Bürogebäude, Unterrichtsgebäude) - einen Punkteverteilungsschlüssel, welcher maximal 100 Punkte für die Unterschreitung eines vorgegebenen Grenzwertes angibt.

Tabelle enthält Zahlenbeispiel

Quantitative Messgröße zur Bewertung mit Bezugseinheit €/m² BGF der Version 2011 und 2013:²⁴⁵

< 2000 €/m² BGF Kategorie 1 Verwaltungsgebäude = 100 Punkte



Gold, Silber und Bronze von oben nach unten in der Abbildung

Abbildung 44: Gütesiegel Schlüssel nach BNB²⁴⁶

Durch die Ermittlung der Einzelpositionen mit ihren vergebenen Punkten und Gewichtung mit vorgegebenen Sätzen wird ein Prozentsatz ermittelt, welcher entsprechend der Abbildung 44 zu einem Gesamtprozentsatz aggregiert wird. Dabei wird zwischen Gold-, Silber- und Bronze-Rating unterschieden. Alle notwendigen Unterlagen laut Steckbrief sind auf der Homepage des BNB abrufbar und können mithilfe des kostenlos vorliegenden Excel-Tools und den PDF-Anleitungen selbst zusammengestellt werden. Nach Übermittlung an das BNB und Überprüfung der Unterlagen erfolgt die Zertifizierung oder eine Rückmeldung bzgl. des Ergebnisses oder etwaig fehlender Unterlagen.

²⁴⁴ Vgl. Gewichtung und Bedeutungsfaktoren https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/no_cache/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1.html. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014

²⁴⁵ Vgl. Büro und Verwaltungsgebäude Gebäudebezogene Kosten https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/no_cache/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1.html. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014

²⁴⁶ Siehe Gütesiegel https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/no_cache/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1.html. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014

Seit 2011 ist eine verbindliche Anwendung des BNB für Neubauten des Bundes unter Einhaltung von Mindesterfüllungsgraden vorgesehen.

Mindesterfüllungsgrad für Standardgebäude (Neubau):	
Ökologische Qualität	≥ 50 % Erfüllungsgrad
Ökonomische Qualität	≥ 50 % Erfüllungsgrad
Soziokulturelle und funktionale Qualität	≥ 50 % Erfüllungsgrad
Technische Qualität	≥ 50 % Erfüllungsgrad
Prozessqualität	≥ 50 % Erfüllungsgrad
Gesamterfüllungsgrad:	≥ 65 % Erfüllungsgrad

Tabelle 25: Mindesterfüllungsgrad nach BNB²⁴⁷

Entsprechend Tabelle 25 müssen in allen Kategorien mindestens 50 % und in Summe ein Gesamterfüllungsgrad von mehr als 65 % erreicht werden. Tabelle 25 gilt nur für Bundesgebäude, welche als Standardgebäude als Neubau deklariert werden. Für alle anderen Gebäudegruppen existieren andere Beschränkungen betreffend Erfüllungsgrad.

6.4 Modell der DGNB und ÖGNI

Die DGNB, Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (auch deutsches Gütesiegel für nachhaltiges Bauen), hat in Österreich ein Schwesternlabel, genannt ÖGNI (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft). Im Wesentlichen sind die beiden Zertifizierungsverfahren ident und unterscheiden sich nur durch nationale Besonderheiten, welche nicht weiter erläutert werden. Derzeit findet die Zertifizierung nach DGNB Anwendung in den Bereichen Büro- und Verwaltungsgebäude, Handelsbauten, Wohngebäude, Industriebau und Wohngebäude. Insgesamt existieren 15 verschiedene Nutzungsprofile. Nach DGNB werden folgenden Gewichtungen ähnlich der BNB verwendet: ökologische, ökonomische und soziokulturelle Qualität sowie technische, Prozess- und Standortqualität. Abbildung 45 stellt diesen Schlüssel dar.²⁴⁸

Abbildung 46 stellt den Gesamtbewertungsschlüssel nach DGNB wie auch ÖGNI dar, welcher abhängig vom Gesamtergebnis zur Zertifizierung herangezogen wird. Das Beispiel zeigt eine Gesamterfüllung von z.B. 67,5 %, was eine Auszeichnung mit Silber bedeutet.

²⁴⁷ Vgl. Mindesterfüllungsgrad Anlage B1 https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/no_cache/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1.html. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014

²⁴⁸ Vgl. Systembroschüre S 14,15,18 <http://www.ogni.at/de/zertifizierung/>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014

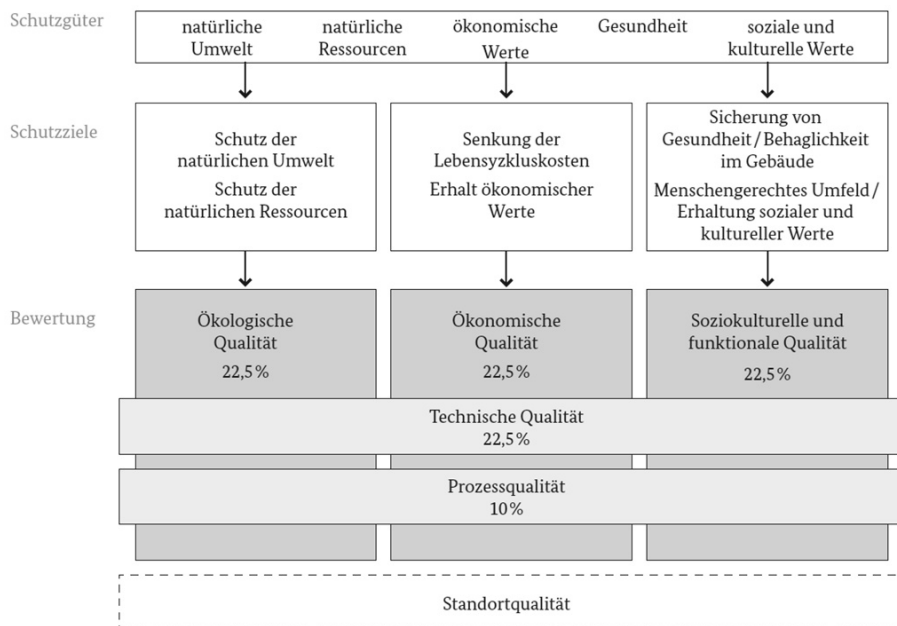


Abbildung 45: DGNB-/ÖGNI-Kriterien^{249, 250}

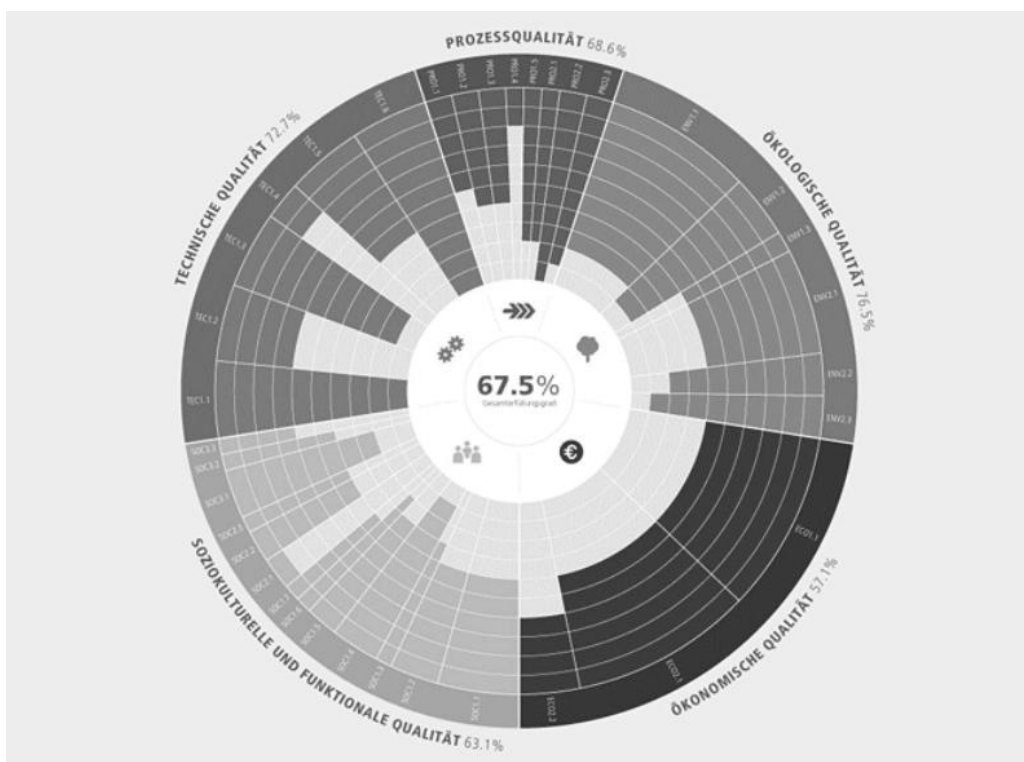


Abbildung 46: Bewertungsschlüssel nach ÖGNI²⁵¹

²⁴⁹ Vgl. ÖGNI Systembroschüre <http://www.ogni.at/de/zertifizierung/>. Datum des Zugriffs: 27. Jänner.2014

²⁵⁰ Vgl. Seite 7 http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/veroeffentlichungen/SNAP_1_Empfehlungen-korr.pdf. Datum des Zugriffs: 6. Februar.2014

²⁵¹ Vgl. ÖGNI Systembroschüre S 14 <http://www.ogni.at/de/zertifizierung/>. Datum des Zugriffs: 27. Jänner.2014

Das in Tabelle 26 dargestellte Bewertungsschema bezieht sich auf Büro- und Verwaltungsgebäude (Version 2012). Der LCC-Teil fließt mit 9,6 % ein, da dies exemplarisch in der Systembroschüre der ÖGNI angeführt ist. Für andere Gebäudetypen existieren andere Punkte- und Prozentverteilungsschemata. Nachfolgend wird ein Beispiel des DGNB gezeigt, da nur dieses zur Verfügung stand.

„Nach DGNB gliedert sich der LCC-Block (Büro- und Verwaltungsgebäude Version 2013), genannt ECO 1.1, in fünf Teilbereiche mit unterschiedlicher Anzahl an Checklistenpunkte (CLP), die je Bereich vergeben werden können. Diese werden später in Bewertungspunkte (BWP) umgewandelt.

- Gebäudebezogene Nutzungskosten mit maximal 70 CLP, abhängig vom erreichten Barwert in €/m²_{BGF/a}
z.B. < 19,00 €/m²_{BGF/a} = 70 CLP
- Bestandserfassung maximal 7,5 CLP
- Umfang und Detaillierungsgrad der Bestandserfassung maximal 7,5 CLP
- Einbindung in die Budgetplanung maximal 7,5 CLP
- Abgleich Budget mit Ist-Situation der Restnutzungsdauern maximal 7,5 CLP²⁵²

Somit können maximal 100 CLP erreicht werden, was 10 BWP entspricht. Die Bewertungspunkte werden entsprechend ihrem prozentuellen Schlüssel gewichtet und addiert oder ggf. linear interpoliert (vgl. Punktevergabe bei BNB).

Tabelle 26 zeigt den Gesamteinfluss der LCC in ECO 1.1 für Büro- und Verwaltungsgebäude Version 2012 mit 9,6 % für das Gesamtrating.

ÖKONOMISCHE QUALITÄT (ECO)	LEBENSZYKLUSKOSTEN (ECO1)	ECO 1.1	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	3	9,6 %
	WERTENTWICKLUNG (ECO2)	ECO 2.1	Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	3	9,6 %
		ECO 2.2	Marktfähigkeit	1	3,2 %

Tabelle 26: Ökonomische ÖGNI-Kriterien²⁵³

Entsprechend der erreichten Prozentquote gibt es - ähnlich dem Bewertungssystem des BNB - ein Auszeichnungsschema in Bronze, Silber und Gold, wobei der Mindesterfüllungsgrad abhängig vom betrachteten Gebäude variiert.

²⁵² Vgl. : DGNB Kriterium ECO 1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus Büro und Verwaltungsgebäude. S. 5-7

²⁵³ Vgl. ÖGNI Systembroschüre S 15 <http://www.ogni.at/de/zertifizierung/>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014




Gesamt- erfüllungsgrad	Mindest- erfüllungsgrad	Auszeichnung	
ab 50 %	35 %	Bronze	
ab 65 %	50 %	Silber	
ab 80 %	65 %	Gold	

Abbildung 47: ÖGNI-Bewertungsschema²⁵⁴

Diese Zertifizierungsauszeichnung wird üblicherweise in Form eines Vorzertifikates durchgeführt. Nach Fertigstellung und Überprüfung aller nachzureichenden Unterlage wird ein Dauerzertifikat ausgestellt.

6.5 Umgang mit Unsicherheiten in der Lebenszykluskostenrechnung

Prognoseunsicherheiten sind unausweichlicher Bestandteil jeder Lebenszyklusberechnung, da Annahmen über die Zukunft getroffen werden die keine sicheren Werte darstellen.

„As LCC, by definition, deals with the future and the future is unknown, a risk analysis should be carried out after the performed calculation.“²⁵⁵

Ausgehend von den behandelten Normen lassen sich folgende Unsicherheiten exemplarisch aufzählen:²⁵⁶

- Betrachtungszeitraum für das Objekt
- Lebensdauer der Bauteile werden unter- oder überschritten
- Höhe der Kosten bzw. Ausgaben
- Höhe der Einnahmen
- Wandel der Nutzungsanforderung
- Technische Entwicklung (Innovation)
- Entwicklung des Standortes

²⁵⁴ Vgl. ÖGNI Systembroschüre S 14 <http://www.ogni.at/de/zertifizierung/>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014

²⁵⁵ FLANAGAN R., ; JEWELL C., : Life cycle costing- theory and practice. S. -

²⁵⁶ Vgl. IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 23

- Entwicklung des Marktes
- Steuerliche Entwicklung
- Gesetzliche Änderungen
- Zinsänderungsrisiko für Anlage- wie Aufnahmezins²⁵⁷
- Währungsrisiko
- Inflationsrisiko

Diese Aufzählung ist keinesfalls vollständig, sie soll lediglich aufzeigen wie komplex die Betrachtung von LCC-Annahmen ist. Abhängig vom Untersuchungsziel lassen sich die zu Verfügung stehenden Maßnahmen in zwei Kategorien einteilen. Es lassen sich relative und absolute Berechnungsergebnisse darstellen. Relative Berechnungsergebnisse sind eine durch eine Sensitivitätsanalyse begleitete Berechnung, in welcher die Variation einzelner Parameter analysiert wird, z.B. Vergleich von Planungsalternativen zur Rankingbildung. Absolute Berechnungsergebnisse werden durch eine Szenarienuntersuchung, z.B. Best-Worst-Case-Szenario-Analyse, erzeugt und dienen zur Planung von Zahlungsströmen, beispielweise im Zuge der Budgetierung.²⁵⁸

Grundsätzlich sind alle bekannten Elemente des Risikomanagements geeignet, um in der Lebenszykluskostenrechnung Entscheidungen zu treffen. In weiterer Folge wird speziell auf die Verfahren der Szenarien- und Sensitivitätsanalyse genauer eingegangen. Diese Methoden finden sich in einschlägig untersuchten Normen wieder und stellen ein weiteres Hilfswerkzeug dar, um Entscheidungen besser treffen zu können. Folgende Abbildung zeigt, welche Faktoren die Wirtschaftlichkeit einer Investition maßgeblich beeinflussen.

Abbildung 48 im folgenden auf Seite 107, zeigt eine schematische Darstellung der Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit einer Investition.

²⁵⁷ entspricht Soll- und Habenzinssatz

²⁵⁸ Vgl. IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. S. 23-24

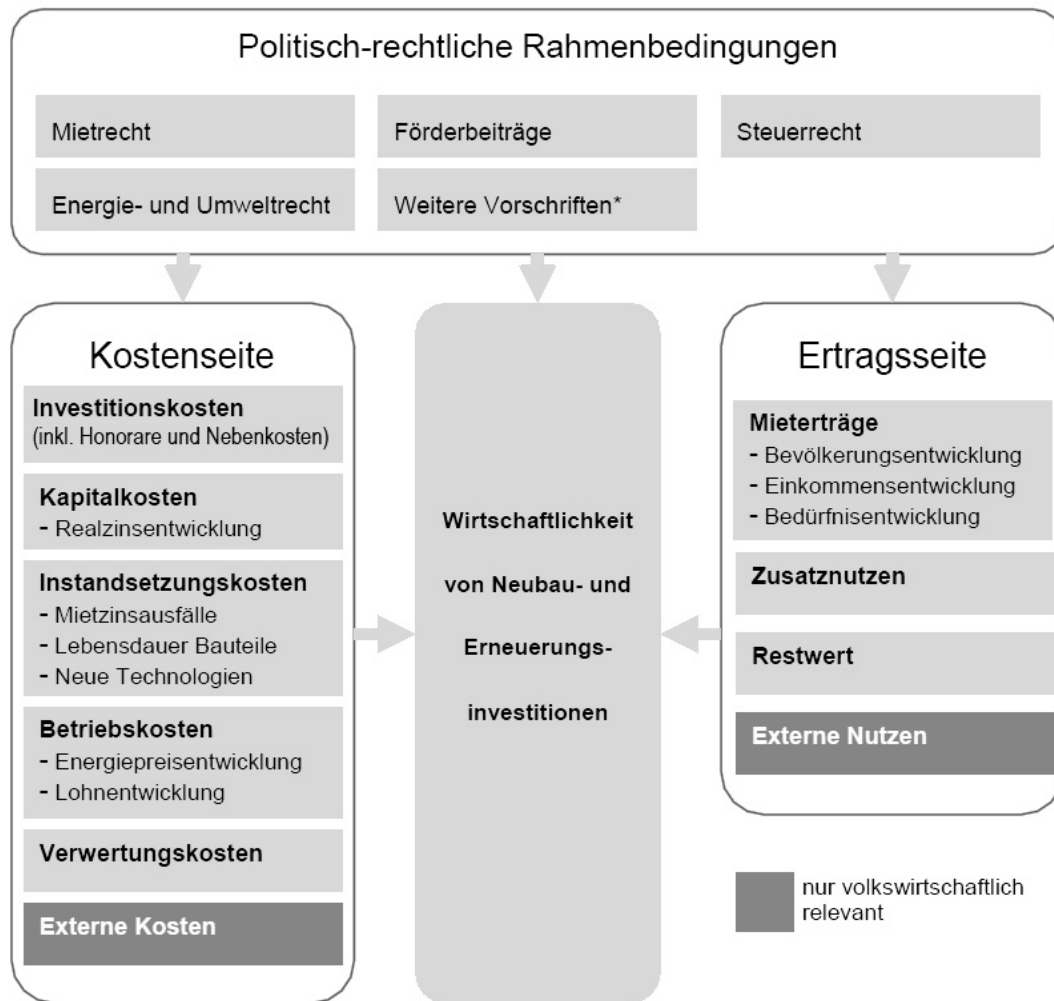


Abbildung 48: Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit einer Investition²⁵⁹

6.6 Szenarienuntersuchung

Unter einem Szenario kann ein denkbares, mögliches Ereignis in der Zukunft verstanden werden. Dabei beschreibt das Wort „kann“ eine mögliche, unsichere Aussage über die Zukunft. Die Szenarienbildung soll dabei helfen, mögliche Zukunftsbilder darzustellen und dadurch das Bewusstsein vermitteln, dass mögliche Zukunftseignisse durch geeignete Maßnahmen im Entscheidungsprozess maßgeblich beeinflusst werden können.²⁶⁰

²⁵⁹ OTT, W.; GRÜNIGEN, S.: Wirtschaftlichkeit von Neubau- und Erneuerungsinvestitionen. S. 9

²⁶⁰ Vgl. UWE, D. et al.: Zukunft Bau Planungsleitfaden Zukunft Industriebau F 2756/1. S. B 6

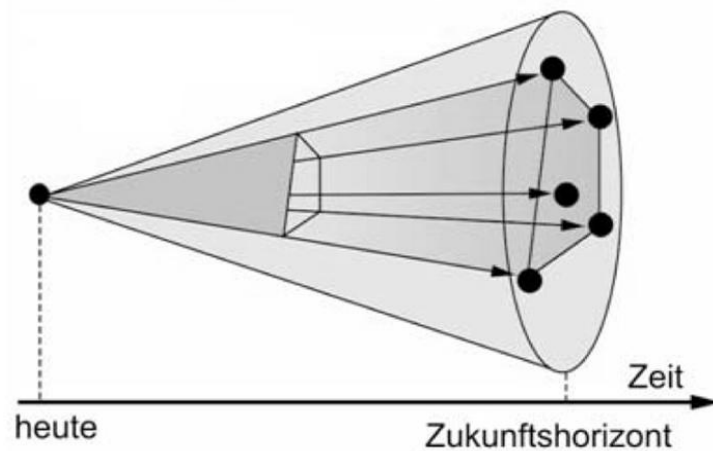


Abbildung 49: Zukunftstrichter²⁶¹

Abbildung 49 stellt einen möglichen Zukunftshorizont dar, in welchem die erstellten Szenarien liegen. Nach ISO wie GEFMA bzw. IFMA ist es sinnvoll, die zwei wichtigsten Szenarien abzubilden, da diese die obere und untere Grenze des Möglichen darstellen. In diesem Fall wäre das eine Worst-Case- und Best-Case-Betrachtung, wobei die untere Grenze das Worst-Case-Szenario darstellt und die obere Grenze das Best-Case-Szenario. Diese beiden Fälle dienen der Abbildung der Ergebnisbandbreite.

6.7 Sensitivitätsanalyse

Die Sensitivitätsanalyse beschreibt eine Methode, mit welcher die Empfindlichkeit von Parametern in Bezug auf Änderungen erhoben wird. Dabei werden einzelne Parameter in sogenannten „steps“ erhöht oder gesenkt, um die daraus resultierende Auswirkung auf die Gesamtberechnung zu analysieren.

Der Einfluss der Lebenszykluskostenbetrachtung soll am folgenden Beispiel kurz verdeutlicht werden. Es gibt Aufschluss darüber, wie sensibel die LCC-Berechnung auf Schwankung in den Parametern reagiert.

Beispiel: Sensitivitätsanalyse für ein Einfamilienhaus, mit einem Betrachtungszeitraum von 80 Jahren. Energiepreissteigerung von 1-3 %, die Darstellung erfolgt in statischer Form (siehe Tabelle 27). Unter der Annahme von nur 1 % Energiepreissteigerung ist Variante A vorteilhaft, jedoch bei bereits 2 % stellt sich Variante B als vorteilhafter heraus. Dieser Vorsprung wird weiter ausgebaut durch die Annahme von 3 %.

²⁶¹ UWE, D. et al.: Zukunft Bau Planungsleitfaden Zukunft Industriebau F 2756/1. S. B 7

Variante A				
Phasen (Betrachtungszeitraum 80 Jahre)		Energiepreissteigerung		
		1%	2%	3%
Errichtung		240.000	240.000	240.000
Nutzung	Betrieb 230€/mo	335.000	534.000	886.000
	Wartung	46.000	46.000	46.000
	Instandsetzung	212.000	212.000	212.000
Rückbau		29.000	29.000	29.000
Gesamtkosten		862.000	1.061.000	1.413.000
rechnerische Lebenszykluskosten		622.000	821.000	1.173.000
Anteil der Betriebsphase an den Gesamtlebenszykluskosten		72%	77%	83%

Variante B				
Phasen (Betrachtungszeitraum 80 Jahre)		Energiepreissteigerung		
		1%	2%	3%
Errichtung		400.000	400.000	400.000
Nutzung	Betrieb 130€/mo	189.000	302.000	501.000
	Wartung	46.000	46.000	46.000
	Instandsetzung	212.000	212.000	212.000
Rückbau		29.000	29.000	29.000
Gesamtkosten		876.000	989.000	1.188.000
rechnerische Lebenszykluskosten		476.000	589.000	788.000
Anteil der Betriebsphase an den Gesamtlebenszykluskosten		54%	60%	66%

Tabelle 27: Beispiel für eine Lebenszykluskosten bei Variation des Energiepreises²⁶²

$E = R * \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i) - 1}$	
<i>E</i>	Summe Betriebskosten auf 80 Jahre
<i>R</i>	Betrieb/Monat * 12
<i>n</i>	80 Jahre
<i>i</i>	Zinssatz 1, 2 oder 3 %

Formel 13: Nachschüssige Rente²⁶³

Das gezeigte Beispiel verdeutlicht, dass sich mathematisch zwar alle denkbaren Ereignisse abbilden lassen, es jedoch stets einer genauer Dokumentation der getroffenen Annahmen bedarf, die von einer fachkundigen Person evaluiert werden müssen und nicht ohne kritischer Würdigung umgesetzt werden dürfen.

„Mit diesen tollen Formeln können wir uns immer genauer irren!“²⁶⁴

Grundsätzlich wäre auch eine vor-schüssige Rente für die Modellierung denkbar

²⁶² i.A.a. selbst modifiziert KOMPETENZZENTRUM DER INITIATIVE „KOSTENGÜNSTIG QUALITÄTSBEWUSST BAUEN“ IM BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) IM BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR): Bauen im Lebenszyklus. Info Ballt Nr. 3.2. S. 3

²⁶³ Vgl. Dörsam P., Grundlagen der Investitionsrechnung, 6. Auflage, Heidenau, 2011, S16

²⁶⁴ Wilde K., Soik :Eine praxisorientierte Einführung in die moderne Betriebswirtschaftslehre; Köln, 1999

7 Vergleichsmatrix

Dieses Kapitel beschreibt zusammenfassend den Vergleich und die Analyse der ausgewählten Normen, Zertifizierungsverfahren und dem Modell von Girmscheid. Dabei wurden folgende Rubriken aufbauend auf dem Inhalt der Normen und der zur Verfügung stehenden Literatur verglichen:

- Herkunftsland
- Inhalt
- Erscheinungsjahr
- Anwendungsgebiet bzw. mögliche Anwendungsgebiete
- Verwendeter Kostenbegriff, Spezifikation der Syntax
- Anzahl der Kostengruppen bzw. -blöcke
- Anzahl der Lebenszyklusphasen
- Anzahl der Strukturebenen
- Angewandtes Rechenverfahren in Anlehnung an die Investitionsrechnung
- Syntax, mit welchem die Zahlungsströme erfasst werden - Kosten oder Ausgaben oder Synonym
- Zusätzliche Verfahren, auf welche verwiesen wird
- Annahmen zum Kalkulationszins
- Annahmen zur Inflation, allgemeine wie spezielle Größen
- Berücksichtigung von externen Kosten
- Annahmen für die Nutzungsdauer

Nach Tabelle 28 wird in Kapitel 7.1. auf die relevanten Unterschiede genauer eingegangen und diese werden detailliert beschrieben. Desweiteren befindet sich die Tabelle im Anhang in Großformat.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
0	Herkunftsland	Ercheinungs-jahr bzw. letzter gültige Fassung	Anwendungsgebiet	Kostenart	Kostenhauptgruppen	LZ Phasen	Kostenbildungs-ebenen	Berechnungsverfahren	Zählungsform	Erweiterte Betrachtung	Kalkulationszeitskala	Allg. Induktion Nominal	Spez. Induktion Nominal	Anwendungsbereich der Norm	Externe Kosten	Nutzungsdatum
1	AUT	2009	Hoch- und Infrastrukturbau	Gesamtkosten	10	-	3	-	Kosten	-	-	-	-	Kosten und Management	-	-
2	AUT	2011	Hochbau	Lebenszykluskosten	9	2-3	2	Bilanzwert	Kosten	-	-	-	-	Kosten	-	-
3	AUT	2014	Hochbau	Lebenszykluskosten	7 bzw. 2 je nach IFE	2-3	2-3	Kapitalwert	Kosten	-	1,2	2,4	5	Kosten	-	ISO 15686-5, EN 15686-6, MA oder höher
4	DNK	2008/2009	Hoch- oder Loggenbau	Gesamtkosten	4	-	3	Bilanzwert	Kosten	-	-	-	-	Kosten und Management	-	-
5	GER	2008	Hochbau	Nutzungskosten	4	2	3	Kostenvergleichsrechnung	Kosten	-	-	-	-	Kosten und Management	-	-
6	GER	2004	FM, Immobilien	Lebenszykluskosten	10	9	3 u. mehr	Dyn. Investitionsrechnung	Kosten u. Erlöse	-	-	-	-	FM_Guide	-	-
7	GER	2004/2010	FM, Immobilien	Lebenszykluskosten	Aggregierung abhängig	3 u. 9	3 u. mehr	Dyn. Investitionsrechnung	Kosten u. Erlöse	-	5	1,5	4	FM_Guide	-	30 / 50
8	SN	2009	Hoch- oder Tiefbau	Baukosten	14 / 14	6	3	-	-	-	-	-	-	Kosten	-	-
9	SN	508/511	Hoch- oder Tiefbau	Lebenszykluskosten	-	6	3	-	-	-	-	-	-	Leitungsmodell	-	-
10	CH	2001	Hoch- oder Tiefbau	Lebenszykluskosten	5-9	3	-	Dyn. Investitionsrechnung	Kosten u. Erlöse	-	3,3 real	2	0,5 / 1,5	Kosten	ja	50 / 60 / 80
11	AUT	2010	Hoch- und Tiefbau	Gesamtkosten	beliebig	-	-	Kapitalwertmethode	Einnahmen und Ausgaben	Simulation Monte Carlo	Bilanz-1%	-	-	Wissenschaftlich	ja	-
12	GER	2010	Hochbau	Lebenszykluskosten	ÖNORM B 1801-2	-	-	Kapitalwertmethode	Ausgaben	100 von 1000 Bewertungspersonen SP-Prüfung, LCC-Prüfung, LCC-Prüfung	-	-	-	Zertifizierungssystem	-	-
13	GER	2013	Büro, Verwaltung und Wohnungsbau	Lebenszykluskosten	abhängig auf FM Bewertungssystem	-	-	Kapitalwertmethode	Ausgaben	22,5 Bewertungspersonen 9,6% LCC	5,5	2	4	Zertifizierungssystem	-	50
14	GER	2013	Bürogebäude	Lebenszykluskosten	abhängig auf FM Bewertungssystem	-	-	Kapitalwertmethode	Ausgaben	22,5 von 100% 13,5% LCC	5,5	2	4	Zertifizierungssystem	-	50
15	INT	2008	Hoch- und Tiefbau	WLC oder LCC	4-7	3	2	Dyn. Investitionsrechnung	Einnahmen und Ausgaben	Risiko und Sensibilitätsanalyse Monte Carlo Simulation	0-4	-	-	Kosten	ja	100

Tabelle 28: Normenvergleich²⁶⁵

²⁶⁵ Eigene Darstellung, im Anhang in Großformat



7.1 Wichtige Unterschiede in der Auffassung

Aus den untersuchten Normen, Richtlinien, Zertifizierungsverfahren und Ansätzen lassen sich folgende erwähnenswerte Unterschiede ableiten. Bezugnehmend auf die deutschsprachigen Normen und die ISO lässt sich klar der inhaltliche Wissenszuwachs, welcher über die Jahre stattgefunden hat, erkennen. Die Normen wurden im Zeitraum der letzten zehn Jahre von den jeweiligen Staaten überarbeitet. Zum Teil besitzen einige Staaten Regelwerke, welche den Hochbau und Tiefbau im Bereich der Errichtungskosten trennen, jedoch hat bis dato keine Erfassung der Lebenszykluskosten im Bereich des Tiefbaues in der Normung stattgefunden. Da einige der betrachteten Normen und Richtlinien bauspezifischer Natur sind und andere sich klar auf FM-Immobilien beziehen, lassen sich die Unterschiede in Hinblick auf Phasen, Strukturtiefe, Gliederungsebenen und Kostengruppen in Hinblick auf die Anwendung des jeweiligen Regelwerkes plausibel nachvollziehen. Unterschiedliche Regelwerke vertreten unterschiedliche Meinungen zu bestimmten Themen, da ihre Zielsetzung zumeist variiert. Wie bereits im Einführungskapitel der Arbeit erwähnt, wird der Begriff Kosten und Ausgaben in allen Normen synonym verwendet, was bedingt darauf zurückzuführen ist, dass die ISO diese Unterscheidung der Begrifflichkeiten aus dem englischen Sprachraum nicht kennt. Aus allen betrachteten Regelwerken geht klar hervor, dass alle Normen in der Kapitalwertmethode das geeignete Werkzeug für die LCC-Erfassung sehen, und auf der Kapitalwertmethode aufbauende Verfahren für besondere Betrachtungen heranziehen. Im Hinblick auf die Zertifizierungsverfahren lässt sich eine zukünftige Tendenz klar erkennen, da es sich hierbei um noch sehr junge Verfahren handelt, welche noch an Bedeutung gewinnen werden. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass mit zunehmender Forderung nach mehr ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit in Zukunft vermehrt Zertifizierungen gesetzlich verpflichtend sein werden. Bezugnehmend auf die Annahmen für Zinssätze und den Betrachtungshorizont lassen sich je zwei Annahmen aus den Richtlinien isolieren. Zum einen die Verwendung eines branchenüblichen Zinssatzes aus bekannten Projekten der jüngeren Vergangenheit oder die Verwendung eines Zinssatzes basierend auf einem risikofreien Wertpapier (Vgl. Bundesanleihen).^{266, 267, 268} In Bezug auf den Betrachtungszeitraum wird eine Bandbreite zwischen 30 Jahren als Minimum und 50 Jahren als Maximum als realistisch angesehen.

²⁶⁶ Vgl. OTT, W.; GRÜNIGEN, S.: Wirtschaftlichkeit von Neubau- und Erneuerungsinvestitionen. S. 10

²⁶⁷ Vgl.: ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. S. 12

²⁶⁸ Vgl.: GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. S. 8-9

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Lebenszykluskostenrechnung in der Bauwirtschaft. In diesem Kapitel werden alle gewonnenen Erkenntnisse nochmals zusammengefasst dargestellt. In dieser Zusammenfassung befindet sich eine kurze Aufstellung aller behandelten Kapitel, sowie die daraus abgeleiteten Erkenntnisse. Im Resümee nimmt der Autor selbst Stellung und bezieht Meinung zur behandelten Thematik. Im Ausblick werden mögliche zukünftige Entwicklungen angesprochen.

Einleitend wird die Ausgangssituation dieser Arbeit beschrieben. Die Problemstellung, welche in Zusammenhang mit der Lebenszykluskostenrechnung in der Bauwirtschaft vorherrscht, wird erläutert und die Ziele der Arbeit dargelegt.

Im Fortfolgenden werden alle relevanten theoretischen Grundlagen erläutert, welche notwendig sind um sich mit der Thematik der Lebenszykluskostenrechnung zu befassen. Es wird ein Überblick über die Grundlagen der Kostenrechnung, sowie der Investitionsrechnung gegeben und verschiedene Lebenszykluskonzepte vorgestellt. Weiters wird von den Grundlagen auf die Anwendung in der Baubranche übergeleitet und die Kostenerfassung in der Bauwirtschaft durch einschlägige Normen dargestellt. Da ökonomische Nachhaltigkeit mit sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit verknüpft ist, wird anschließend auf die Zusammenhänge von Nachhaltigkeit in Bezug auf Kosten, Zeit und Qualität eingegangen. Da die Thematik der Nachhaltigkeit eine höchst subjektive, nicht isoliert betrachtbare Materie darstellt, werden die unterschiedlichen Betrachtungswinkel und Auffassungen aufgezeigt.

Da es sich bei der Lebenszykluskostenrechnung um eine Mischdisziplin aus Kosten- und Investitionsrechnung handelt, werden alle Investitionsrechenverfahren und -methoden aus den einschlägigen Normen untersucht und detailliert erläutert.

Im Hauptteil der Arbeit, beginnend mit Kapitel 4., werden ausgewählte Normen untersucht und deren Inhalte, bezogen auf die Lebenszykluskostenrechnung, dargestellt und beschrieben. Besonderer Fokus wird dabei auf die Kostenstrukturen, Gliederungsphasen, Berechnungsparameter und Systemabgrenzungen gelegt.

In Kapitel 5. werden die Kostengliederungs- bzw. Kostenerfassungsstrukturen der untersuchten Normen in Form einer Matrix dargestellt. Diese dient als Vergleichsbasis für die unterschiedlichen Kostenstrukturen. Berücksichtigte bzw. vernachlässigte Kosten werden je Norm analysiert und die Unterschiede dargestellt. Die Matrix in Kapitel 5. zeigt diese Zuordnung.

Da sich die Lebenszykluskostenthematik nicht nur in einschlägigen Normen weiterentwickelt, werden in Kapitel 6. ausgewählte systematische

Ansätze (Zertifizierungsverfahren und das Modell von Girmscheid) in die Betrachtung miteinbezogen. Diese Ansätze werden analog der Normen untersucht und alle relevanten Informationen zum Thema Lebenszykluskosten werden extrahiert und dargestellt.

Als weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit werden die gesammelten Erkenntnisse, welche aus Normen und Ansätzen isoliert werden, in einer weiteren Matrix zusammengefasst. In dieser Vergleichsdarstellung kommen die Unterschiede zwischen den einzelnen Normen und Ansätzen besonders zur Geltung.

Im letzten Kapitel nimmt der Autor Stellung zur behandelten Thematik und verdeutlicht seine Intentionen. Abschließend wird ein Ausblick auf die zukünftigen Entwicklungen gegeben.

8.1 Resümee

Die Lebenszykluskostenrechnung ist ein nützliches Werkzeug, um eine Investitionsentscheidung zu planen bzw. deren mögliche Auswirkungen zu prognostizieren. Ziel ist es, langfristig die bestmögliche Entscheidung zu treffen ohne zukünftige Generationen zu benachteiligen. Dieses Vorgehen beschreibt den Nachhaltigkeitsgedanken aus ökonomischer Sicht. Es hat sich zunehmend in den letzten Jahren gezeigt, dass niedrigste Anschaffungskosten nicht unmittelbar zu den geringsten Kosten führen, bezogen auf den gesamten Lebenszyklus.

Eine nachhaltige Betrachtung von ökologischen und ökonomischen Aspekten rückt zunehmend in den Fokus der Bauwirtschaft und stellt einen wichtigen Schritt in Richtung einer nachhaltigen Gesellschaft dar. Derzeit existiert eine Fülle von Tools, Standards und Zertifizierungsansätzen für die Bewertung der nachhaltigen Performance von Gebäuden. Dadurch ergeben sich viele Herausforderungen für die Baubranche. Wie diese Arbeit zeigt, sind die Vergleichbarkeit und Anwendbarkeit verschiedener Normen und Ansätze aufgrund unterschiedlicher Annahmen nicht oder nur bedingt gegeben.

Im Rahmen der Arbeit stellt sich heraus, dass noch kein optimaler, harmonisierter Ansatz gefunden wurde bzw. sich die deutschsprachigen Staaten nicht einig sind, welche Annahmen für die Lebenszykluskostenrechnung zielführend sind. Investitionskosten und Folgekosten differieren in unterschiedlichen Normen und es ist notwendig, diese Gesamtheit zu berücksichtigen, um sinnvolle Aussagen treffen zu können. Es sind zahlreiche Ansätze und Normen innerhalb Europas vorhanden, diese sind nicht einheitlich und intransparent. Ziel sollte es sein, eine europäische Norm für Lebenszykluskosten im Hochbau zu erstellen. Bis dato hat die Lebenszykluskostenrechnung den Tiefbau gar nicht erreicht bzw. wird nur rudimentär behandelt, obwohl entsprechend große Bauvolumen in diesem Bereich umgesetzt werden.

Weiters beschränken sich die Forderungen der öffentlichen Auftraggeber im Moment nur auf Qualitätskriterien, welche bei der Übernahme erfüllt sein müssen, jedoch keine Langzeitkriterien darstellen. Gewährleistungsfristen sind auf ein vertragliches Minimum limitiert, nach dem Motto „Aus den Augen, aus dem Sinn“. Daraus resultiert die Problematik der mangelnden Qualität.

In dieser Arbeit wird gezeigt, dass in den unterschiedlichen, zur Verfügung stehenden, Regelwerken zum Teil große Unterschiede in Zusammenhang mit der Lebenszyklusthematik bestehen. Es gibt keine einheitlichen Regelwerke, die sowohl Normenwerke der Bauwirtschaft (z.B. ÖNORM B 1801), Regelwerke des Facility Managements (z.B. GEFMA), wie auch Regelwerke oder gesetzliche Vorgaben zur Immobilien- und Anlagewirtschaft gemeinsam berücksichtigen und abhandeln. Somit könnte man sagen, dass es sich dabei um drei überschneidende Bereiche handelt, deren Schnittstellen nicht ausreichend definiert sind.

Derzeit lassen sich in den einschlägigen Normen und Ansätzen zwei Extreme isoliert betrachten. Ein reines Ziel mit Nachhaltigkeitsmotiv und Ziele mit Wirtschaftlichkeitsmotiv. Dies zeichnet sich besonders dadurch ab, dass Zertifizierungssysteme zumeist nur auf ökologische und soziale Nachhaltigkeit fokussiert sind. Diese werden freiwillig durchgeführt, und daher finden sie in der Praxis nur bedingt Anwendung. Die meisten Zertifizierungen werden aus Prestige unter dem Deckmantel der „Corporate Social Responsibility“ (CSR) vorgenommen, und nicht aus einer Verpflichtung heraus. In Bezug auf das Wirtschaftlichkeitsmotiv zeichnen sich zwei Tendenzen ab. Zum einen die steigende Vernetzung von Bauprozessen mit FM-Prozessen in Unternehmungen, welche aktiv Real-Estate-Management bzw. Anlagen- und Liegenschaftsverwaltung betreiben. Diese Unternehmen greifen auf jahrelange Erfahrungen zurück und nutzen ihr Know-how, um bestmögliche wirtschaftliche Entscheidungen auf Basis von Bau- oder Lebenszykluskosten zu treffen. Diese Entscheidungen werden nicht auf Basis von gesetzlichen Verpflichtungen getroffen, sondern aus strategischem Interesse der Unternehmung. Die zweite Tendenz betrifft öffentliche oder staatsnahe Einrichtungen, welche ihre Vergabeentscheidungen, auf Grund der derzeit strikten Trennung zwischen Bau- und Lebenszykluskosten, mit Fokus auf die Errichtungskosten treffen, da die derzeit gültigen Vergabevorschriften (z.B. BVerG oder VOB) nicht lebenszyklusorientiert sind.

Daraus ergibt sich die Problematik, dass die derzeitigen Ausschreibungs- und Vergabeprozesse nur am Vergabepreis orientiert sind, und die Nachhaltigkeit als ganzheitlicher Ansatz zu kurz kommt. Erkenntnisse aus Normen und Richtlinien werden nicht umgesetzt.²⁶⁹

²⁶⁹ Vgl. BALCK, H.: Zukunft Bau, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen F 2820. S. 16

Die Zielsetzungen lassen sich nach Meinung des Autors wie folgt formulieren. Zertifizierungsverfahren sind zu umweltlastig und vernachlässigen ökonomische Aspekte. Ihre Anwendung ist freiwillig. Bestehende Normen und Ansätze sind intransparent und vertreten nicht alle Interessen der Branche. Gesetzliche Vorgaben sind derzeit nur bedingt mit der Normung kompatibel, da zwar Ansätze in der Normung vorhanden sind, diese jedoch aufgrund der fehlenden Verpflichtung nicht in der Praxis umgesetzt werden müssen.

Eines der Hauptprobleme, warum sich der Denkansatz der Lebenszykluskostenrechnung noch nicht in der Gesetzgebung etabliert hat, ist die schwierige Standardisierung aufgrund unterschiedlicher Anwender, Perspektiven und Zielsetzungen. Ferner ist ein Umdenken des Systemansatzes ein mehrjähriger Prozess, bis die Wissensvermittlung alle Bereiche der Branche erfasst hat.

Einen weiteren Aspekt, welcher jedoch nicht Teil dieser Arbeit ist, stellen die Unsicherheiten in den Annahmen und die unzureichenden Rohdaten dar, welche für die Prognose erforderlich sind. Die Qualität des Datenmaterials muss verbessert werden, und es sollte eine Verpflichtung zur Veröffentlichung der Daten geschaffen werden.

Derzeitiger Stand ist, dass Betreiber bzw. Mieter langfristig Leidtragende der fehlenden Lebenszykluskostenrechnung sind, da sich Betriebs-, Heiz- und Erhaltungskosten außerhalb ihres Einflussbereichs befinden. Eigentümer indes erhalten minderwertige Immobilien und bauliche Anlagen, mit nur bedingter Verpflichtung zum nachhaltigen Wirtschaften, da ein Großteil der Kosten abgewälzt werden kann.²⁷⁰ Solange diese Kostenabwälzung im Mietrecht zulässig ist, haben Eigentümer bzw. Vermieter keinen Anreiz die Lebenszykluskosten zu optimieren.

Frühe Planungsphasen geben Aufschluss über Effizienz und den Nutzen eines Projektes. Daher ist es notwendig die Integration von LCC in die Kostenplanung zu implementieren, um langfristige Transparenz für alle Beteiligten zu gewährleisten. Es sollte keine Unterschiede geben für die Mindestanforderungen an Neubauten und Altbeständen, welche dem Zweck der Vermietung dienen. Beispiele hierfür sind die ökologische Nachhaltigkeit, die Vorgaben der OIB 6 in Bezug auf Mindestwärmedämmung von Neu- und Altbauten, weiters die Vorgaben von Zertifizierungsverfahren für Neu- und Altbauten.

Nachhaltigkeitsaspekte müssen Top-Down gelebt werden und für alle verpflichtend sein. Es sollte keine Schlupflöcher in der Gesetzgebung geben. Die Gesetzgebung muss verbindliche Vorschriften in allen Berei-

²⁷⁰ Vgl. BALCK, H.: Zukunft Bau, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen F 2820, S. 2

chen implementieren, um langfristige Interessen zu vertreten und den Nachhaltigkeitsgedanken zu verankern.

Es sollte im allgemeinen Interesse sein, dass der Wohlstand gesichert und das Staatsvermögen langfristig sinnvoll eingesetzt wird. Langfristig muss versucht werden, das Know-how der Nachhaltigkeit und die Lebenszykluskostenrechnung gesetzlich verbindlich umzusetzen.

„Die Marktregel „Service follows product“ ist für baubezogene Leistungen und Produkte unterentwickelt.“²⁷¹

Mit erfolgter Übergabe und erloschener Gewährleistung ist das „geschuldete Werk“ im Bausektor erbracht und die folgenden Lebenszykluskosten wechseln den Eigentümer. Dieses Kriterium findet derzeit keine Anwendung in der Vergabe von Bauleistungen. Folgende Abbildung soll die Meinung des Autors in Bezug auf den derzeitigen Stand der erbrachten und geforderten Bauleistungen darstellen.

Die fette schwarze Linie entspricht der Meinung des Autors über die derzeitige Leistungserfüllung in der Baubranche.

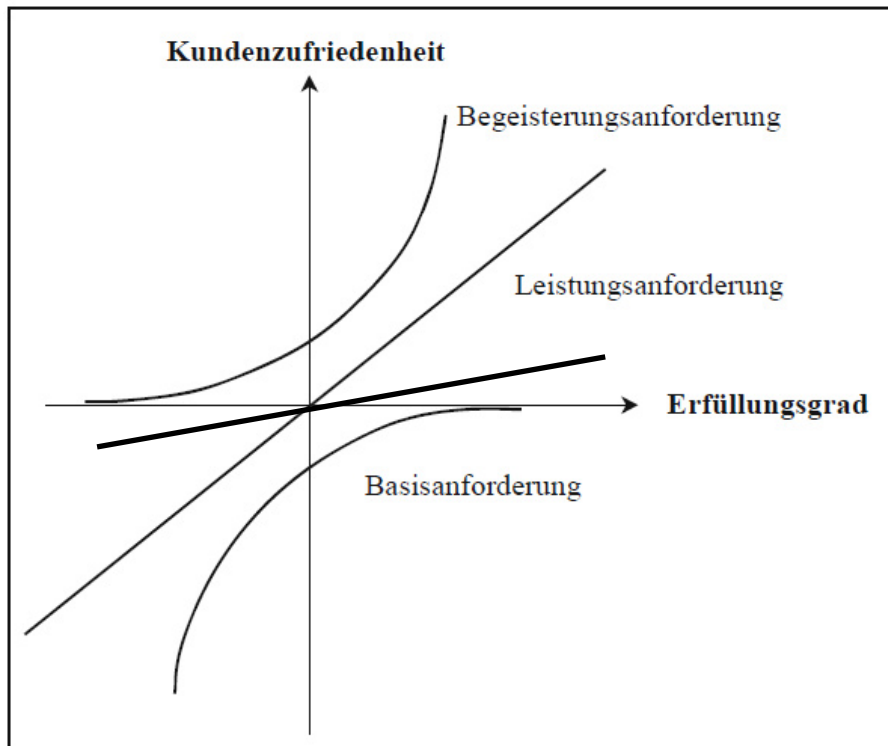


Abbildung 50: Kano-Modell²⁷²

Das Kano-Modell, entwickelt von Noriaki Kano an der Universität Tokyo, stellt ein Modell zur Analyse von Kundenwünschen dar. Im Folgenden soll die Ansicht des Autors im Bezug auf das Kano-Modell und dessen

²⁷¹ Vgl. BALCK, H.: Zukunft Bau, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen F 2820. S. 10

²⁷² Vgl. GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. S. 307

Auswirkung auf die Baubranche erläutert werden. Kano unterscheidet drei Anforderungskriterien: Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen. Basisanforderungen, welche vom Kunden nicht speziell genannt werden, senken bei Nicht-Erfüllung die Kundenzufriedenheit. Leistungsanforderungen werden vom Kunden verlangt und steigern die Zufriedenheit proportional zur Erfüllung. Begeisterungsanforderungen schmälern die Kundenzufriedenheit nicht, da sie meist nicht bekannt sind. Bei Erfüllung beeinflussen sie die Zufriedenheit des Kunden überproportional.²⁷³

In Bezug auf die Baubranche, die Nachhaltigkeit und die Lebenszykluskostenrechnung, soll dies zeigen, dass es sich bei den genannten Punkten um Begeisterungsanforderungen handelt. Darum wird eine Lebenszykluskostenrechnung nicht vom Kunden gefordert, da diese nicht verpflichtend ist. Daher fordert der Autor die Verschärfung gesetzlicher Rahmenbedingungen für Nachhaltigkeit in der Baubranche und der Lebenszykluskostenrechnung, um deren Verbreitung zu beschleunigen.

Nach Meinung des Autors sind die Grenzen der Standardisierung noch nicht erreicht und das Maß des wirtschaftlich Sinnvollen noch nicht ausgeschöpft. Jedoch verbleibt die weitere Entscheidung und die Abwägung der Interessen bei der Gesetzgebung.

8.2 Ausblick

Die Forderung nach mehr Nachhaltigkeit in allen Bereichen wird in den nächsten Jahren nicht abreißen. Zunehmende Mittelknappheit durch strategische Fehlentscheidungen der letzten Jahre - ob gewollt oder ungewollt - stellen öffentliche wie private Investoren vor neue Herausforderungen.

Nachdem die Auswirkungen der Wirtschafts- und Finanzkrise die EU vor neue Hürden gestellt haben, wurde 2010 die Strategie Europa 2020 beschlossen. Diese Strategie beinhaltet unter anderem Ziele für ein ökologischeres, sozialeres, wettbewerbsfähigeres und nachhaltigeres Wirtschaftswachstum. Diese Ziele sind unter anderem:

- Verringerung der Treibhausgasemissionen
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien
- Steigerung der Energieeffizienz
- Verringerung der Lebenszykluskosten
- Erhöhung der Nutzungs-Flexibilität

Europa 2020 Strategie
Volltext²⁷⁴

²⁷³ Vgl. GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. S. 294-297

²⁷⁴ Siehe <http://www.bmukk.gv.at/europa/eubildung/europa2020.xml>. Datum des Zugriffs: 26. Februar. 2014

- Ziel Niedrigst-Energiehaus-Standard ($\text{kWh/m}^2 \text{ a} < 25$) für Neubauten und noch niedriger
- Aktivhaus als denkbare Alternative, Gebäude erzeugt mehr Energie als benötigt wird

Diese genannten Punkte führen im Weiteren dazu, dass die langfristige Marktwertterhaltung von baulichen Anlagen gesichert ist, eine höhere Rentabilität erzielt werden kann und ein besserer Umgang mit dem Staatshaushalt gewährleistet ist. Durch Umsetzung dieser nachhaltigen Forderungen erlangen Anbieter mehr Wettbewerbsfähigkeit.

Um die oben angeführten Ziele konsequent zu verfolgen bedarf es jedoch einiger Umsetzungen, welche nach Ansicht des Autors wie folgt ausgestaltet werden können.

Integration von Life-Cycle-Management in den gesamten Lebenszyklusprozess von Bauwerken und baulichen Anlagen, von der Idee bis zur Entsorgung. Ressourcen sollten dazu verwendet werden Kostenoptimierung auf hohem Niveau zu betreiben, Risikobewusstsein bei allen Beteiligten zu schaffen und die Verantwortung für langfristig nachhaltiges Handeln zu aufzeigen.

Ein weiteres Instrument könnte die Forderung von Bauherren in Richtung Life-Cycle-Contracting sein. Dabei fordern Bauherren langfristige Vertragsleistungen, welche über die Übergabequalität und die Errichtungskosten hinausgehen, in Richtung Lebenszykluskosten-Garantien. Dabei werden den Planern und Ausführeern neue Möglichkeiten der Produktentwicklung gegeben, und die Möglichkeit geschaffen sich von der Konkurrenz abzuheben.

In diesem Sinne sollte es das Ziel eines jeden Staates sein, eine möglichst transparente Normung auf Basis von gesetzlich verpflichtenden Vorgaben, ohne Schlupflöcher, zu schaffen. Es sollten gemeinsame Normen erarbeitet und umgesetzt werden, und nicht jeder Staat sollte auf seinen bestehenden, teils veralteten, Normen weiter aufbauen. Zertifizierungssysteme sollten als Teil dieser Standards ebenso verpflichtend sein. Und zuletzt sollte eine Möglichkeit für Anbieter geschaffen werden, Alternativangebote zu platzieren. Bestbieter-Kriterien sollten verpflichtend eingeführt werden, mit Fokus aus Lebenszykluskosten und ökologische sowie soziale Kriterien. Wenn man diese Fehler beseitigt ist davon auszugehen, dass in Zukunft mehr Akzeptanz für die Lebenszykluskostenrechnung vorhanden ist und deren Anwendung zunimmt.

„KISS-Prinzip, Keep it strictly simple.“

Anhang

Methoden der Investitionsrechnung für LCC (Vgl. Kapitel 3.8., Seite 45)

Kostenstrukturmatrix (Vgl. Kapitel 5.2., Seite 84)

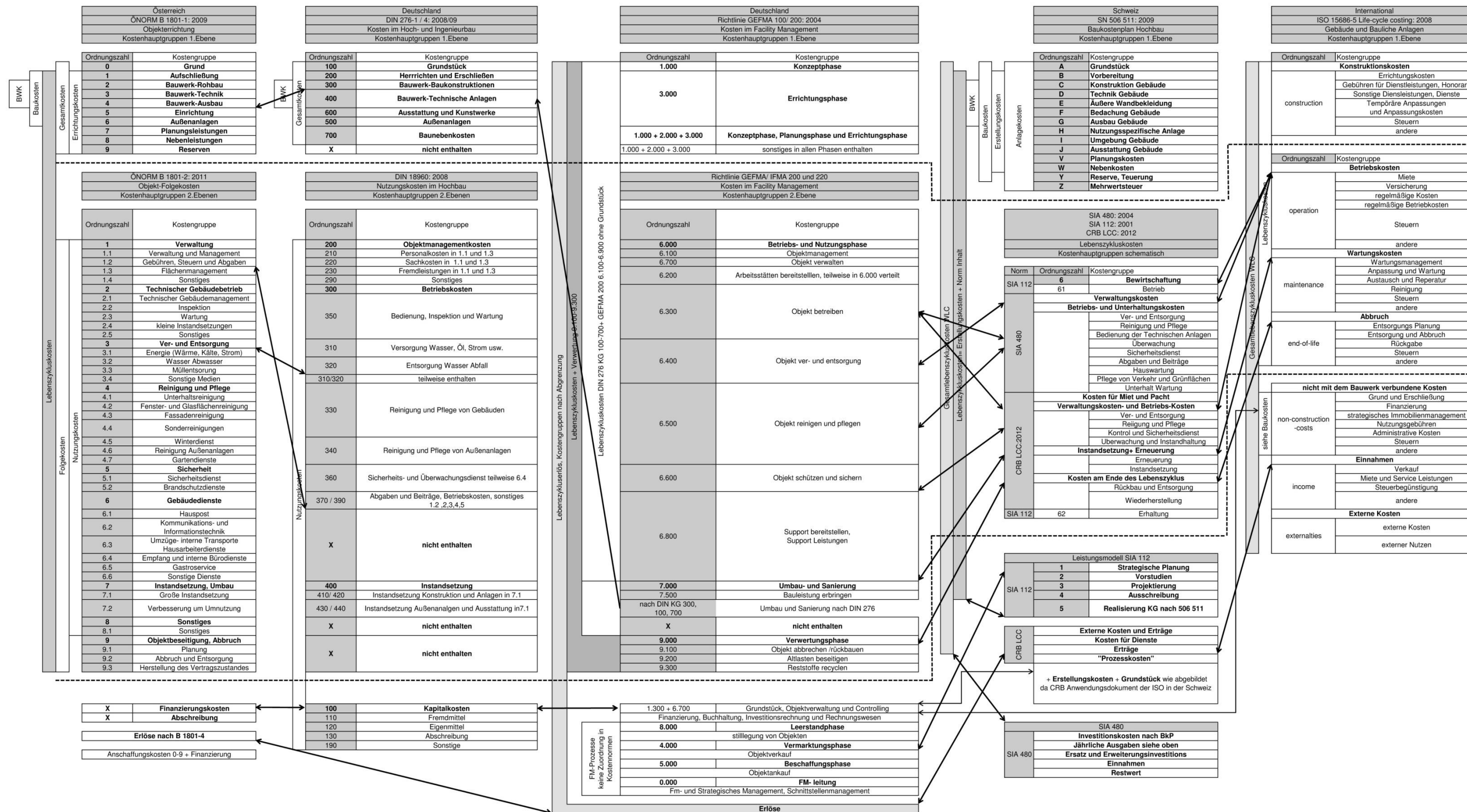
Vergleichsmatrix (Vgl. Kapitel 7., Seite 111)

Anhang

Methoden der Investitionsrechnung für LCC

0	A	B	C	D	E	F
	Methode	Interpretation	Ergebnis	Vorteil	Nachteil	Verwendung
1	Kostenvergleichsrechnung	Vergleicht Varianten basierend auf Kosten	Kosten €	Einfach und schnell	Durchschnittsbetrachtung, kein Zinseszinsseffekt, Zeitpunkt der Zahlung nicht berücksichtigt	Einfache Berechnungen
2	Kapitalwertmethode	Die Kapitalwertmethode stellt die Summe diskontierter Zahlungsströme zu einem Vergleichszeitpunkt dar. Ein positiver Kapitalwert stellt den erwarteten Mehrgewinn einer Investition dar. Bei reiner Kostenbetrachtung ist der kleinste negative Wert vorteilhaft.	Kapitalwert €	Anfall der Zahlung und Zinseszinsseffekt berücksichtigt	Beurteilung von Varianten mit unterschiedlichen Laufzeiten und Anschaffungszahlungen schwierig	Beliebtes Entscheidungswerkzeug für Investitionsentscheidungen
3	Annuitätenmethode	Umwandlung des NPV in einen periodisch konstanten Zahlungsstrom	Annuität €	Unterschiedliche Laufzeiten können berücksichtigt werden	Nur ein Durchschnittswert, sagt nichts über die einzelnen Perioden aus	Meist in Verbindung mit dem NPV
4	Interner Zinsfuß	Ist jener Zinsfuß, bei dem der Kapitalwert Null wird. Wenn der Kalkulationszinsfuß kleiner als der interne Zinssatz ist, ist die Investition vorteilhaft. Bei Vergleich von Varianten ist jene Variante mit dem höchsten internen Zinsfuß zu bevorzugen.	Zinssatz %	Ergebnis gibt höchstmögliche Verzinsung an	Nicht immer aussagekräftig, da mehrere oder keine Lösung möglich sind	Kann nur verwendet werden, wenn ausreichende Einnahmen generiert werden; Problem im öffentlichen Sektor
5	Baldwin Zins	Ist jener Zinssatz, bei welchem der abgezinste Endwert der Einnahmen dem Barwert der Ausgaben entspricht	Zinssatz %	Hebt Nachteile des IRR auf	Nicht immer mathematisch möglich	Kann nur verwendet werden, wenn ausreichende Einnahmen generiert werden; Problem im öffentlichen Sektor
6	Dynamische Amortisation	Dynamisches Verfahren zur Berechnung der Amortisationszeit	Jahre n	Zinseszins wird berücksichtigt, einfache Anwendung	Betrachtet wird nur der Zeitraum bis zur Amortisation	Wird zusätzlich zum NPV ermittelt
7	Endwertmethode	Stellt Vermögensendwert dar	Vermögenswert €	Differenzierung des Soll- und Habenzins möglich	Betrachtungszeitpunkt liegt in der Zukunft, Varianten mit unterschiedlicher Laufzeit können nicht verglichen werden	Vermögensendwert stellt Vermögenszuwachs dar
8	VOFI	Im Zuge der tabellarischen VOFI werden alle Zahlungsströme, auch die finanziell derivativen, mit unterschiedlichen Zinssätzen berücksichtigt.	Vermögenswert €	Wiederanlageprämisse und vollkommener Kapitalmarkt eliminiert	Aufwendig, oft nicht für Einzelinvestitionen machbar, da keine Finanzierungsdaten vorliegen	Meist als Finanzierungsplanung auf Konzernebene genutzt

Kostenstrukturmatrix



Vergleichsmatrix

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
0	Herkunftsland	Vergleichsmatrix	Erscheinungs-jahr bzw. letzt gültige Fassung	Anwendungsgebiet	Kostenart	Kostenhauptgruppen	LZ Phasen	Kostengliederungsebenen	Berechnungsverfahren	Zahlungsströme	Erweiterte Betrachtung	Kalkulationszins Nominal	Allg. Inflation Nominal	Spez. Inflation Nominal	Anwendungsbereich der Norm	Externe Kosten	Nutzungsdauer	
1	AUT	ÖNORM B 1801-1 B 1801-2 B 1801-4	2009 2011 2014	Hoch- und Infrastrukturbau	Gesamtkosten	10	-	3	-	Kosten	-	-	-	-	Kosten und Management	-	-	
2				Hochbau	Folgekosten	9	2-3	2	-	Barwert	Kosten	-	-	-	-	Kosten	-	-
3				Hochbau	Lebenszykluskosten	ÖNORM B 1801	2-3	2-3	-	Kapitalwert	Kosten	-	1,2	2,4	5	-	Kosten	-
4	GER	DIN 276-1 / 4 18960	2008/2009 2008	Hoch- oder Ingenieurbau	Gesamtkosten	7 bzw. 2 speziell für TB	-	3	-	Kosten	-	-	-	-	Kosten und Management	-	-	
5				Hochbau	Nutzungskosten	4	2	3	-	Statisch Kostenvergleichsrechnung	Kosten	-	-	-	-	Kosten und Management	-	-
6				100	2004	FM Immobilien	Lebenszykluskosten	10	9	3 u. mehr	-	Kosten	-	-	-	-	FM_Guide	-
7		Richtlinie Gefma 200 / 220	2004/2010	FM Immobilien	Lebenszykluskosten	Abgrenzungs abhängig	3 o.9	3 u. mehr	Dyn. Investitionsrechnung	Kosten u. Ausgaben	Sensitivitätsanalyse	5	1,5	4	FM_Guide	-	30 / 50	
8	CH	SN 506 511 506 512 SIA 112 480 und CRB LCC IFMA	2009 2001 2004 2011	Hoch- oder Tiefbau	Baukosten	14 / 14	-	3	-	Kosten	-	-	-	-	Kosten	-	-	
9				Hoch- und Tiefbau	-	6	6	3	-	-	-	-	-	-	-	Leistungsmodell	-	-
10				Hochbau	Lebenszykluskosten	5-9	3	-	-	Statische- und Dyn. Investitionsrechnung	Kosten u. Ausgaben	Sensitivitätsanalyse	3-3,5 real Bund -1%	2	0,5-1,5	Kosten	ja	50 / 60 / 80
11		Holistisches NPV Girmscheid ETH Zürich		Hoch und Tiefbau	Gesamtkosten	beliebig	-	-	Kapitalwertmethode	Einnahmen und Ausgaben	Simulation Monte Carlo	-	-	-	Wissenschaftlich	ja	-	
12	AUT	ÖGNB	2010	Hochbau	Lebenszykluskosten Bewertungssystem	ÖNORM B 1801-2	-	-	Kapitalwertmethode	Ausgaben	100 von 1000 Bewertungspunkten 25 Punkte LCC 50 Punkte LCCA	-	-	-	Zertifizierungssystem	-	-	
13	GER	DGNB ÖGNI	2013	Hochbau Büro, Verwaltung und Wohnungsgebäude	Lebenszykluskosten Bewertungssystem	aufbauend auf DIN 276 und 18960	-	aufbauend auf DIN 276 und 18960	Kapitalwertmethode	Ausgaben	22,5 ökonomische Bewertung 9,6% LCC	5,5	2	4	Zertifizierungssystem	-	50	
14		BNB	2013	Hochbau Bundesgebäude	Lebenszykluskosten Bewertungssystem	aufbauend auf DIN 276 und 18960	-	aufbauend auf DIN 276 und 18960	Kapitalwertmethode	Ausgaben	22,5 von 100% 13,5% LCC	5,5	2	4	Zertifizierungssystem	-	50	
15	INT	ISO 15686-5	2008	Hoch und Tiefbau	WLC oder LCC	4-7	3	2	Dyn. Investitionsrechnung	Einnahmen und Ausgaben	Risiko und Sensitivitätsanalyse Monte Carlo Simulation	0-4	-	-	Kosten	ja	100	

Glossar

Im Glossar werden Begrifflichkeiten erklärt, welche in der Arbeit verwendet werden und nicht im üblichen Sprachgebrauch vorkommen. Alle Begriffe stammen aus dem Baulexikon des Beuth Verlages oder dem Duden.

<http://www.beuth.de/baulexikon/>. Datum des Zugriffs: 20.Jänner.2014

<http://www.duden.de/>. Datum des Zugriffs: 24.Jänner.2014

Abschreibung

buchhalterisches Verfahren, mittels dessen zeit- und verschleißbedingte Wertminderungen von Wirtschaftsgütern (z.B. Bauwerke oder Baumaschinen) auf einen Abschreibungszeitraum verteilt werden. Die steuerliche Abschreibung (AfA= Absetzung für Abnutzung) erfolgt auf der Basis der Anschaffungskosten, die kalkulatorische Abschreibung auf der Basis des Wiederbeschaffungswerts.

AfA

Absetzung für Abnutzung, steuerrechtlich anrechenbare Wertminderung eines Wirtschaftsgutes. Der jährliche Abschreibungsbetrag errechnet sich bei der linearen Abschreibung aus den Anschaffungskosten, dividiert durch die von der Finanzbehörde festgelegten Nutzungsjahre.

DIN (Deutsches Institut für Normung)

die DIN ist keine staatliche Instanz, sondern ein eingetragener Verein mit Sitz in Berlin. Es ist der runde Tisch, an dem sich Hersteller, Handel, Verbraucher, Handwerk, Dienstleistungsunternehmen, Wissenschaft, technische Überwachung, Staat und jedermann, der ein Interesse an der Normung hat, zusammensetzen, um den Stand der Technik zu ermitteln und in Deutschen Normen niederzuschreiben. Diese Arbeitsergebnisse sind Empfehlungen. Einige Normen werden jedoch bauaufsichtlich eingeführt, und damit müssen sie bei allen Bauaufgaben angewendet werden.

Hochbau

Bereich des Bauwesens, der die Ausführung von Bauwerken über der Erde (Gebäude) umfasst. Es lassen sich nicht alle Bauwerke eindeutig dem Hoch- oder Tiefbau zuordnen (z. B. Brücken oder Fernsehürme).

ISO (Internationale Standard Organisation)

Internationale Normenorganisation mit dem Ziel, die Entwicklung von Normen in der Welt zu fördern, um den internationalen Austausch von Gütern und Dienstleistungen zu erleichtern und die gegenseitige Mitarbeit auf wissenschaftlichem, technischem und wirtschaftlichem Gebiet zu entwickeln.

Kosten

in Geld bewerteter Verbrauch von Gütern und Dienstleistungen für die Erbringung der betrieblichen Leistungen.

Kosten- und Leistungsrechnung

zahlenmäßige Erfassung und Darstellung der Produktionstätigkeit einer Unternehmung, gegliedert in die Bauauftragsrechnung (Vorkalkulation, Arbeitskalkulation, Nachtragskalkulation), die Baubetriebsrechnung (Kostenrechnung, Leistungsrechnung, Ergebnisrechnung), die Soll-Ist-Vergleichsrechnung von Mengen und Werten sowie die Kennzahlenrechnung.

Methode

Arbeitsweise, Art, Behandlungsweise, Handhabung, Praktik, Praxis, Taktik, Technik, Verfahrensweise, Vorgehensweise, Weg, Art und Weise eines Vorgehens.

Modell

Objekt, Gebilde, das die inneren Beziehungen und Funktionen von etwas abbildet bzw. schematisch veranschaulicht und vereinfacht bzw. idealisiert; Abstraktion der Wirklichkeit.

SIA

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.

Tiefbau

Bereich des Bauwesens, der die Ausführung von Bauwerken in und unter der Erde sowie ebenerdige Bauwerke umfasst (Straßen-, Eisenbahn-, Erd-, Grund- und Wasserbau sowie Siedlungswasserbau). Es lassen sich nicht alle Bauwerkstypen eindeutig dem Tief- oder Hochbau zuordnen (z. B. Brücken oder Fernsehürme).

Literaturverzeichnis

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/internes-rechnungswesen-sachgebietstext.html>. Datum des Zugriffs: 9.Dezember.2013.

<http://www.wabrasives.com/de/Anwendungen-Senkung-Strahlkosten.html>. Datum des Zugriffs: 10.Dezember.2013.

<http://www.bmwfj.gv.at/Wirtschaftspolitik/Wirtschaftspolitik/Documents/erneuerte%20Strategie.pdf>. Datum des Zugriffs: 11.Dezember.2013.

<http://www.teialehrbuch.de/Kostenlose-Kurse/Rechnungswesen-mit-Beispielen-aus-Lexware-und-DATEV/9.1.2-Methoden-und-Ziele-der-Investitionsrechnung.html>. Datum des Zugriffs: 30.Dezember.2013.

http://arthur.verlaghpt.at/php/online_links/links/LP_17856.pdf. Datum des Zugriffs: 03.Jänner.2014.

<http://tbw-ma.verbundstudium.de/faecher/DervollstndigeFinanzplan-Artikel.pdf>. Datum des Zugriffs: 8.Jänner.2014.

https://www.usp.gv.at/Portal.Node/usp/public/content/it_und_geistiges_eigentum/normen/nationale_europaeische_internationale/Seite.2860400.html. Datum des Zugriffs: 9.Jänner.2014.

: Bundesvergabegesetz– BVergG 2006. Republik Österreich, 2006.

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/files/compet/life_cycle_costing/final_rep_summary_de.pdf. Datum des Zugriffs: 13.Jänner.2014.

: DIN 18960 Nutzkosten im Hochbau. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2008.

: DIN 276-4 Kosten im Bauwesen - Teil1: Ingenieurbau. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2009.

: GEFMA 200 Kosten im Facility Management, Kostengliederungsstruktur zu GEFMA 100. Bonn. Deutscher Verband für Facility Management, 2004.

: ISO / DIS 15686-5: Buildings and constructed assets- service life planning, ISO (2004). Switzerland Geneva. International Organization for Standardization, 2004.

: ISO 15686-1:2000, Buildings and constructed assets -- Service Life Planning--Part 1: General principles. Switzerland, Geneva. International Organisation for Standardisation, 2000.

: ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung. Wien. Austrian Standards Institute, 2009.

: ÖNORM B 1801-4: Entwurf Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Gebäudelebenszykluskosten. Wien. Austrian Standards Institute, 2014.

- <http://www.beuth.de/baulexikon/>. Datum des Zugriffs: 20.Jänner.2014.
- : SIA 112 Leistungsmodell. Zürich. schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2001.
- : SN 506 511 eBKP-H, Baukostenplan Hochbau. Zürich. CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, 2009.
- : SIA D 0165 Kennzahlen im Immobilienmanagement. Zürich. Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein, 2000.
- : SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. Zürich. Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein, 2004.
- <http://www.duden.de/>. Datum des Zugriffs: 24.Jänner.2014.
- <https://www.oegnb.net/home.htm>. Datum des Zugriffs: 25.Jänner.2014.
- https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/no_cache/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1.html. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014.
- <http://www.ogni.at/de/zertifizierung/>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2014.
- : DGNB Kriterium ECO 1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus Büro und Verwaltungsgebäude. DGNB GmbH, 2013.
- http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/veroeffentlichungen/SNA_P_1_Empfehlungen-korr.pdf. Datum des Zugriffs: 6.Februar.2014.
- <http://www.hans-markus.de/finance/28/grundlagen/baldwinzinssatz/>. Datum des Zugriffs: 10.Februar.2014.
- <http://www.bmukk.gv.at/europa/eubildung/europa2020.xml>. Datum des Zugriffs: 26.Februar.2014.
- : ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 2: Objekt-Folgekosten. Wien. Austrian Standards Institute, 2011.
- : DIN 276-1 Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2008.
- : GEFMA 100-1 Facility Management Grundlagen. Bonn. Deutscher Verband für Facility Management, 2004.
- : GEFMA 100-2 Facility Management Leistungsspektrum. Bonn. Deutscher Verband für Facility Management, 2004.
- : GEFMA 220-1 Lebenszykluskosten- Ermittlung im FM Einführung und Grundlagen. Bonn. Deutscher Verband für Facility Management, 2010.
- : LCC Leitfaden Planung des Lebenszykluskosten Schweizerische Umsetzung der ISO 15686-5. Zürich. CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, 2012.

: ISO 15686-5, Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. Switzerland, Geneva. International Organisation for Standardisation, 2008.

BALCK, H.: Zukunft Bau, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen F 2820. Stuttgart. Fraunhofer IRB Verlag, 2012.

BAUER, U.: Skript: BWL Bau/BWL Enzyklopädie/Grundlagen der BWL. TU Graz. TU Graz-Institut für Betriebswirtschaftslehre und Betriebssoziologie, 2012.

BECKER, H. P.: Investition und Finanzierung Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft 5. Auflage. Wiesbaden. Gabler, 2012.

BOURKE, K.; DAVIES, H.: Estimating service lives using the factor method for use in whole life costing, Vol.3. Ottawa, Canada. National Research Council Canada Press, 1999.

BOUSSABAIN, H. A.; KIRKHAM, R. J.: Whole Life-cycle Costing, Risk and Risk Responses. UK. Blackwell Publishing Ltd, 2004.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, B. u.: Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Berlin. Eigenverlag, 2011.

DAVIS LANGDON MANAGEMENT CONSULTING: Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction. Final Literature Review. 2007.

FLANAGAN R., ; JEWELL C., : Life cycle costing- theory and practice. England. Oxford:BSP Professional Books, 1989.

FLOEGL, H.: LV- Unterlagen: Lebenszykluskosten Hintergründe – Grundlagen Konzepte. Krems. Department für Bauen und Umwelt Fachbereich Facility Management und Sicherheit Donau-Universität Krems, 2009.

FRIEDL, K.; THOMAS, K.: Der Weg zum Lebenszyklusorientierten Hochbau, Symposium Präsentation. Wien. IG Lebenszyklus Hochbau , 2013.

GEIßDÖRFER, K.: Total Cost of Ownership (TCO) und Life Cycle Costing (LCC). Münster. LIT Verlag, 2008.

GIRMSCHEID, G.: Projektabwicklung in der Bauwirtschaft Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. Zürich. Springer vdf, 2010.

GIRMSCHEID, G.; LUNZE, D.: Nachhaltig optimierte Gebäude. Zürich. Springer, 2010.

GIRMSCHEID, G.; LUNZE, D.: Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft- Lebenszyklusleistung, Artikel. - Zeitschrift Bauingenieur, 2008.

- GÖTZE, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement 5. Auflage. Chemnitz. Springer, 2009.
- GÖTZE, U.: Investitionsrechnung 5. Auflage. Chemnitz. Springer, 2005.
- GROB, H. L.: Einführung in die Investitionsrechnung 4. Auflage. München. Vahlen, 2001.
- GÜNTHER, E.: Ökologieorientiertes Management. Stuttgart. Lucis und Lucius, UTB, 2008.
- HEESEN, B.: Investitionsrechnung für Praktiker. Wiesbaden. Gabler, 2010.
- HERRMANN, C.: Ganzheitliches Life Cycle, Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung. Heidelberg Dordrecht London New York. Springer, 2010.
- HOFSTADLER, C.: Schularbeiten Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin- Heidelberg. Springer, 2008.
- HOFSTÄTTER, H.: Die Erfassung der langfristigen Absatzmöglichkeiten mit Hilfe des Lebenszyklus eines Produktes. Modernes Marketing. Bd. 2, Tl. 2. Würzburg. Physica-Verlag, 1977.
- HORNEBER, M.: Innovatives Entsorgungsmanagement: Methoden und Instrumente zur Vermeidung und Bewältigung von Umweltbelastungsproblemen. Göttingen. Vandenhoeck & Ruprecht, 1995.
- IFMA, : Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien Teil 1: Modell. Zürich. vdf Hochschulverlag AG, 2011.
- JÜRGEN, W.; UTZ, S.: Einführung in das Controlling 13. Auflage. Stuttgart. Schäfer Pöschel, 2011.
- KALUSCHE, W.: Lebenszykluskosten von Gebäuden- Nutzungskosten im Hochbau. In: Bauingenieur, 83/2008.
- KOMPETENZZENTRUM DER INITIATIVE „KOSTENGÜNSTIG QUALITÄTSBEWUSST BAUEN“ IM BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) IM BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR): Bauen im Lebenszyklus. Info Ballt Nr. 3.2. Berlin. Druckerei V+V Sofortdruck GmbH, 2009.
- LAUTERBURG, C.: MA Optimierung von Lebenszykluskosten durch strategische Investitionen- Eine Untersuchung auf Ebene Bauelement. ETH Zürich. 2013.
- LECHNER, H.: Projektmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft, Level D, Kostenplanung, Normen, Regelwerke. Graz. TU Graz, 2010.

LINDNER, R.; GÖTZE, U.: Lebenszykluskostenrechnung als Instrument der energiebezogenen wirtschaftlichen Bilanzierung und Bewertung von Werkzeugmaschinen. In: Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung und Bewertung technischer Systeme – Erkenntnisse aus dem Spitzentechnologiecluster eniPROD. Hrsg.: IWU, F. f.: Auerbach. Verlag Wissenschaftliche Scripten ISBN 978-3-942267-72-4, 2013.

LUNZE, D.: ANALYSE DER VORAUSSETZUNGEN FÜR LIFE-CYCLE-LEISTUNGEN IN DER BAUWIRTSCHAFT. Zürich. Eigenverlag des IBI an der ETH, 2010.

OTT, W.; GRÜNIGEN, S.: Wirtschaftlichkeit von Neubau- und Erneuerungsinvestitionen. Zürich. Stadt Zürich Amt für Hochbauten, 2011.

PERRIDON, L.; STEINER, M.: Finanzwirtschaft der Unternehmung. München. Franz Vahlen,, 2007.

SCHADE, J.: LIFE CYCLE COST CALCULATION MODELS FOR BUILDINGS. Online Publikation. Lulea University of Technology, Lulea, Sweden. Department of Civil, Mining and Environmental Engineering, 2007.

SCHWEISER, W.: Technologiemanagement und Innovationsrechnung. München. 2010.

UK DEPARTMENT OF INDUSTRY: Life-cycle costing in the management of assets. Journal. London. UK Department of Industry, 1977.

US DEPARTMENT OF DEFENSE: DoD Guide LCC- Life Cycle Costing. Guides / Manuals . Washington. US Department of Defense, US DoD, 1963.

UWE, D. et al.: Zukunft Bau Planungsleitfaden Zukunft Industriebau F 2756/1. Stuttgart. Fraunhofer IRB Verlag, 2011.

WÜBBENHORT, K.: Lebenszykluskosten, Effektives Kostenmanagement: Methoden und Implementierung. Stuttgart. Schulte C.(Hrsg.);, 1992.

ZEHBOLD, C.: Lebenszykluskostenrechnung 1. Auflage. Wiesbaden. Springer, 1996.

ZEHBOLD, C.: Lebenszykluskostenrechnung. In: Schriftreihe der Kostenrechnungspraxis, 1996.

ZIMMERMANN, G.: Investitionsrechnung Fallorientierte Einführung 2. Auflage. München. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2003.

