

DIPLOMARBEIT Master Thesis

Integration einer ökonomischen Lebenszyklusanalyse in den Planungsprozess der Bundesimmobiliengesellschaft

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs (Master of Science)

unter der Leitung von

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Iva Kovacic

am

**Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Fachbereich Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung (234-2)**

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

**Benjamin Gänsbacher
0831559**

Girlanerstraße 71
39057 Eppan a.d.W.
Südtirol - Italien

Wien, am 21. Januar 2014

.....
(Benjamin Gänsbacher)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen herzlich bedanken, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen meiner Diplomarbeit beigetragen haben. Ein besonderer Dank gilt meiner Diplomarbeitsbetreuerin Dr. Iva Kovacic, die mir jederzeit mit konstruktiver Kritik zur Seite stand. Dank gebührt auch meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, die mich während der gesamten Studienzeit nicht nur finanziell unterstützt haben. Abschließend möchte ich mich noch bei meinen Freunden und Kommilitonen bedanken, durch die so manche schwierige Phase einfacher bewältigt werden konnte.

Akürzungsverzeichnis

a.a.O.	am angeführten Ort
ARE	Austrian Real Estate GmbH
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BIG	Bundesimmobiliengesellschaft mbH
BIM	Building Information Modeling
BGF	Bruttogeschossfläche
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern
BMUKK	Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWFJ	Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
BOT	Build Operate Transfer
BVergG	BundesvergabeGesetz
bzw.	beziehungsweise
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EnEV	Energieeinsparverordnung
et al.	und andere
etc.	Et cetera
GEFMA	German Facility Management Association
IMB	Immobilienmanagementgesellschaft des Bundes mbH
LZK	Lebenszykluskosten
o.ä.	oder ähnlich
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
ÖGNB	Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
ÖGUT	Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik
OSCAR	Office Service Charge Analysis Report
PLAKODA	Planungs- und Kostendaten
PPP	Public Private Partnership
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TQB	Total Quality Building
vgl.	vergleich
z.B.	zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Das Forschungsumfeld	3
3	Allgemeine Einführung in die Thematik	5
3.1	Überblick	5
3.2	Lebenszyklus von Gebäuden	6
3.2.1	Lebensspanne - Lebenszyklus	6
3.2.2	Lebenszyklusmodelle	8
3.3	Lebenszykluskosten	10
3.4	Kostenprognose	15
3.5	Lebenszykluskostenrechnung	16
3.6	Integrale Planung	18
3.7	Normen und Standards	21
4	Forschungsfrage	25
4.1	Problemstellung	25
4.2	Forschungsziele	26
5	Methodik	27
6	Evaluierung	28
6.1	Softwaretools	28
6.1.1	DGNB Steckbrief Nr. 16	29
6.1.2	LEKOS ABK	36
6.1.3	LEGEP	42
6.1.4	Berechnung der Lebenszykluskosten von einem Beispielprojekt	48
6.1.5	Fazit zur Anwendbarkeit	56
6.2	Unternehmen	57
6.2.1	Bundesimmobiliengesellschaft mbH	57
6.2.2	Allgemeiner Projektablauf	63
6.2.3	Der Generalplaner im Planungsprozess	68
6.2.4	Schwierigkeiten für eine lebenszyklusorientierte Planung	71
7	Leitfaden: Potentiale und Handlungsalternativen	73
7.1	Überblick	73
7.2	Datenbank	75
7.3	Berechnungsrahmenbedingungen	77

7.4	Benchmarks	82
7.5	Projektvorbereitung	84
7.6	Wettbewerb.....	86
A	Anhang.....	95
	Anlagenverzeichnis	95
A.1	Themenschwerpunkte der Bewertungssysteme für nachhaltige Gebäude.....	95
	Quellenverzeichnis.....	96
	Literaturverzeichnis	96
	Verzeichnis der Internetquellen.....	97
	Gesprächsverzeichnis	98
	Tabellenverzeichnis	99
	Abbildungsverzeichnis	99
	Formelverzeichnis.....	101

1 Einleitung

Im Jahr 1992 wurden die Bundesimmobilien an die Bundesimmobiliengesellschaft mbH (BIG) ausgegliedert, die sich hundertprozentig im Eigentum der Republik Österreich befindet. Der BIG-Konzern ist damit einer der größte Immobilieneigentümer Österreichs. Kerngeschäft der BIG ist Institutionen der Republik Österreich unter marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen mit Raum zu versorgen und eine nachhaltige Wertsteigerung des Immobilienvermögens zu generieren.¹

Als ausgegliederte Rechtsträger unterliegt die BIG dem Bundesvergabegesetz (BVergG) und somit den Grundsätzen der Sparsamkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit.² Dies ist gegeben, wenn möglichst geringe Lebenszykluskosten einer optimalen Nutzbarkeit gegenüberstehen. Um dies zu erreichen, muss bereits in der Planungsphase der gesamte Lebenszyklus überblickt werden.

Daher möchte die BIG in Zukunft nicht mehr ausschließlich eine herstellungsorientierte Planung, sondern zunehmend einen lebenszyklusorientierten Ansatz anstreben. Um die Grundlagen dafür zu erarbeiten, wurden im Auftrag der BIG drei Diplomarbeiten vergeben, wobei die vorliegende eine davon darstellt. Die Erarbeitung erfolgte teilweise in Zusammenarbeit mit den beiden anderen Diplomanden. Insbesondere das Kapitel 6.1 zu den Softwaretools entstand gemeinsam.

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist es, für die BIG einen maßgeschneiderten Leitfaden für die Planung von ökonomisch nachhaltigen Gebäuden zu entwickeln. Zu diesem Zweck wird die ökonomische Lebenszyklusanalyse beleuchtet und geprüft wie eine solche in den Planungsprozess der BIG integriert werden kann. Der Betrachtungswinkel beschränkt sich dabei auf die frühen Planungsphasen vor Planungsvergabe.

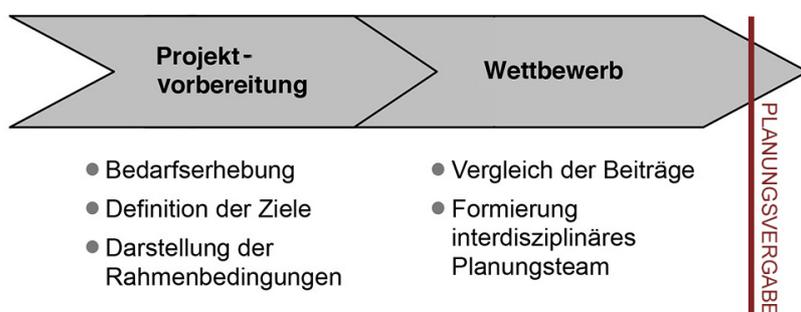


Abbildung 1-1: Frühe Planungsphasen

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

¹ vgl. <http://www.big.at/ueber-uns/unternehmen/ziele/>

² vgl. Haslinger: Vergabewesen und Vertragsrecht, 2007, S. 2

Hauptaufgabe dieser Diplomarbeit ist es, die Probleme für die Planung von ökonomisch nachhaltigen Gebäuden zu analysieren und einen Lösungsvorschlag zu erarbeiten. Dabei liegt der Blickpunkt auf der BIG, für welche die optimale Vorgehensweise gefunden werden soll. Um die derzeitigen Abläufe, Anforderungen und Wünsche der BIG zu erfassen, wird die qualitativ empirische Forschungsmethode angewendet. Dazu werden Leitfadeninterviews geführt und BIG-interne Dokumente qualitativ ausgewertet. Um für die BIG das optimale Werkzeug für die Lebenszykluskostenrechnung zu finden, werden drei Softwaretools getestet und gegenübergestellt. Aus den gesammelten Erkenntnissen werden Defizite identifiziert und Potentiale und Handlungsalternativen für die BIG aufgezeigt.

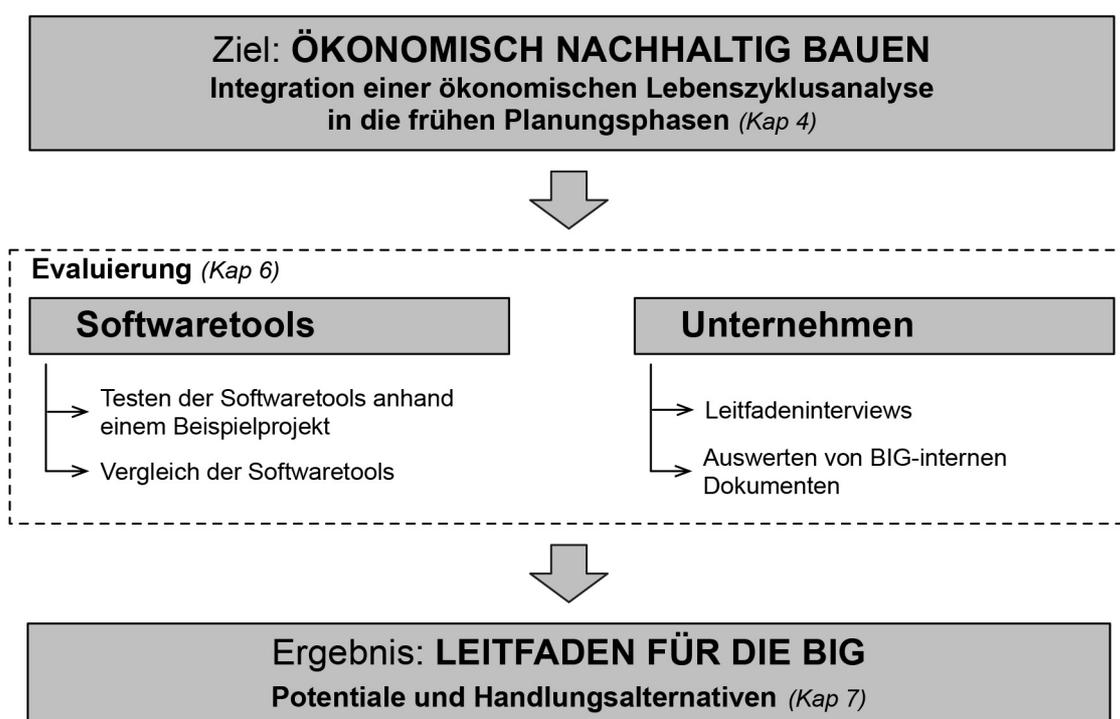


Abbildung 1-2: Aufbau und Methodik der Diplomarbeit

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

2 Das Forschungsumfeld

Parallel zu dieser Diplomarbeit beschäftigen sich für die BIG zwei weitere Diplomanden mit dem Thema Lebenszykluskosten. Die Themenaufteilung der drei Diplomarbeiten ist wie folgt:

1. Integration einer ökonomischen Lebenszyklusanalyse in den Planungsprozess der Bundesimmobiliengesellschaft (*Benjamin Gänsbacher*).
2. Einführung eines lebenszyklusorientierten Controllingsystems in die Unternehmensstruktur der Bundesimmobiliengesellschaft (*Veronika Zoller*).
3. Evaluation von Softwaretools zur Lebenszykluskostenermittlung anhand eines realen Bauprojekts (*Phillip Zaar*).

Ursprünglich stammt das Konzept der Lebenszykluskosten aus dem militärischen Bereich und entstand in den USA. Dort werden die Lebenszykluskosten bereits seit den 1970er Jahre bei der Planung von öffentlichen Gebäuden berücksichtigt und dienen als Basis für Entscheidungen über Investitionen und Investitionsalternativen.³

In den letzten Jahren wurden zu den Lebenszykluskosten diverse Forschungsprojekte durchgeführt, um die Datenbasis für die Folgekostenabschätzungen zu verbessern und Berechnungsmodelle zu entwickeln, um Tools zur Verfügung zu stellen und so die Grundlage für eine breite Anwendung der ökonomischen Lebenszyklusanalyse zu schaffen.⁴ Mittlerweile sind daraus mehrere auf dem Markt erhältliche Softwaretools und Datenbanken hervorgegangen.

Bisher spielen die Nutzungskosten bei der Planung von Gebäuden keine große Rolle. Der übliche Planungsablauf von Gebäuden fokussiert hauptsächlich auf eine Minimierung der Errichtungskosten. Durch Aufkommen des Nachhaltigkeitsgedanken und die ständig steigenden Kosten für die Nutzung von Gebäuden, rücken die Lebenszykluskosten jedoch immer mehr in den Vordergrund. Sowohl die öffentliche Hand, als auch die Bau- und Immobilienwirtschaft entwickelt ein neues Kostenbewusstsein, durch welches bereits neue Ansätze entstanden sind, beispielsweise Public Private Partnerships (PPP) oder das Betreibermodell BOT (Build Operate Transfer).⁵

³ vgl. BMVIT: Lebenszykluskosten Prognosemodell, 2011, S. 10 - 11

⁴ vgl. ebenda, S. 9

⁵ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 7

Um einheitliche Standards und Berechnungsmodelle für die Lebenszykluskosten zu entwickeln haben das Thema auch die Normungsinstitute und Verbände wie die German Facility Management Association (GEFMA) aufgegriffen. Die derzeitigen Normen und Standards sind jedoch noch nicht ausgereift und lassen einen weiten Interpretationsspielraum zu.

Da die Lebenszykluskosten ein bedeutendes Kriterium für die Nachhaltigkeit von Gebäuden darstellen, wurden sie auch in die meisten Nachhaltigkeitszertifizierungen integriert. Beispielsweise beim Bewertungssystem der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) oder beim Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) für die Bundesgebäude in Deutschland. Der Vergleichbarkeit wegen, berücksichtigen die dabei verwendeten Berechnungsmethoden nur einen Teil der anfallenden Kosten im Lebenszyklus.

3 Allgemeine Einführung in die Thematik

3.1 Überblick

Die Lebenszykluskosten setzen sich aus der Summe aller Kosten zusammen, die während der kompletten Lebensdauer einer Sache anfallen. Die ökonomische Lebenszyklusanalyse wird zur Optimierung von Systemen genutzt. Mit ihr können die gesamten Kosten über den Lebenszyklus eines Systems und die damit verbundenen Prozessen abgebildet, prognostiziert, analysiert und schließlich optimiert werden.⁶

Gebäude sind die von Menschen geschaffenen Produkte mit der längsten Lebensdauer und verursachen über den Lebenszyklus laufend Kosten. Da sie einen Lebenszyklus durchlaufen der gesteuert und beeinflusst werden kann, bietet sich an, ökonomische Lebenszyklusanalysen im Rahmen von Neubauplanungen oder Umbauten bzw. Erneuerungen zu verwenden. Damit kann der Nutzen gesteigert und gleichzeitig die Gesamtkosten gesenkt werden. Verschiedene bauliche Lösungen können, bezüglich ihrer langfristig ökonomischen Vorteilhaftigkeit, verglichen werden und es lässt sich überprüfen, ob sich eine höhere Erstinvestition zu Gunsten niedriger Folgekosten lohnt. Der Vergleich kann verschiedene Bauteile oder Anlagen, bis hin zu Varianten von Gebäudekonzepten umfassen.

Die ökonomische Lebenszyklusanalyse muss im Planungsprozess möglichst früh eingesetzt werden. Denn die Einflussnahme auf ein Bauprojekt nimmt stetig ab und die größte Einflussmöglichkeit auf die Lebenszykluskosten besteht in den frühen Planungsphasen. Die Entscheidungen die in diesen Phasen getroffen werden, bestimmen die zukünftigen Lebenszykluskosten maßgeblich. Nach der Erstellung kann ein Gebäude nur noch mit großem Aufwand verändert werden. Bei der ökonomischen Lebenszyklusanalyse geht es deshalb darum, bereits vor der Erstellung möglichst den ganzen Zyklus zu überblicken und so den Nutzen und die Gesamtkosten zu optimieren.⁷

⁶ vgl. BMVIT: Lebenszykluskosten Prognosemodell, 2011, S. 10

⁷ vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 257

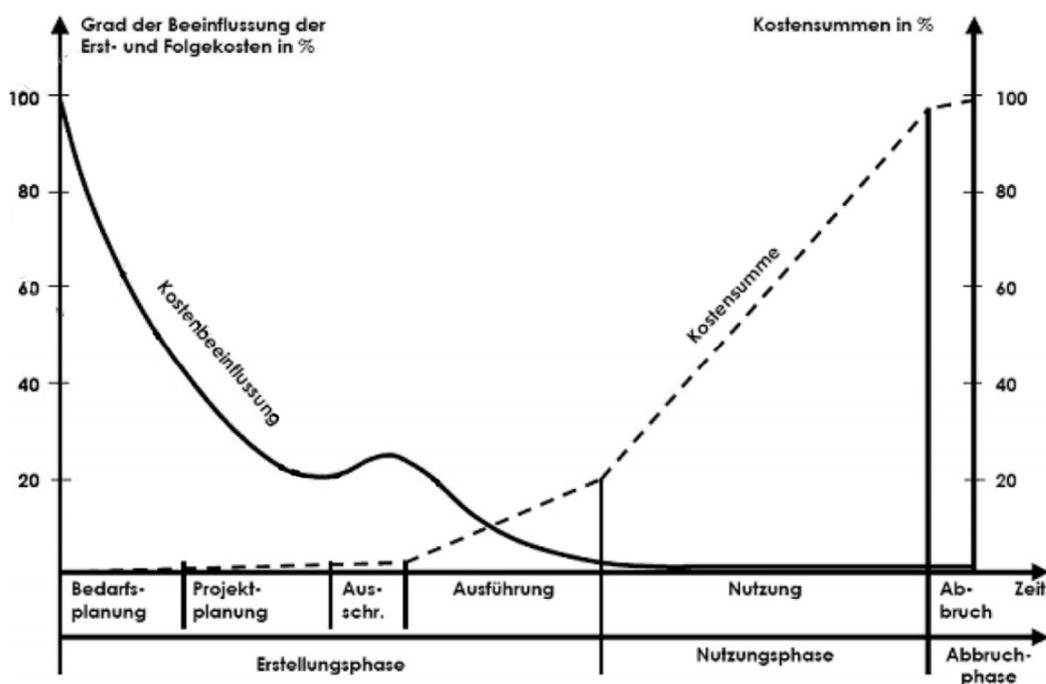


Abbildung 3-1: Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten

Quelle: Diederichs: Kostenermittlung im Hochbau durch Kalkulation von Leitpositionen, 1986

Bedingt durch die lange Lebensdauer von Gebäuden, muss aber beachtet werden, dass Lebenszykluskostenrechnungen einen hypothetischen Charakter haben. Sie sind immer nur sehr vereinfachte Modelle der Zukunft. Da es nicht möglich ist den Lebenszyklus im Detail vorherzusehen, stellen sie nur mögliche Szenarien in der langfristigen Entwicklung dar.⁸

3.2 Lebenszyklus von Gebäuden

3.2.1 Lebensspanne - Lebenszyklus

Alle Güter und Ware durchlaufen verschiedene Phasen von ihrer Entwicklung, Planung und Produktion bis zu ihrer Entsorgung. Auch für Gebäude gibt es entsprechende Phasen. Dieser Zeitraum kann als Lebensspanne oder Lebenszyklus bezeichnet werden. Der Begriff Zyklus stammt vom griechischen Wort „Kyklos“ und ist als Kreislauf regelmäßig ablaufender Ereignisse definiert. Gebäude durchlaufen zunächst keinen Zyklus, sondern nur eine Lebensspanne mit einem definierten Anfang und Ende. Von Zyklen kann also eigentlich nur gesprochen werden, wenn sich Vorgänge wiederholen.⁹

⁸ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 15

⁹ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 5

Die Dauer des einmal durchlaufenen Lebenszyklus unterscheidet sich je nach Art und Nutzung des Gebäudes. Außerdem gibt es zwei Betrachtungsweisen, die zeitlich wesentlich auseinander liegen können. Die eine ist die technische und die andere die wirtschaftliche Lebensdauer. Die technische Lebensdauer ist die Lebenserwartung, die das Gebäude unter normalen Umständen genutzt werden kann. Diese wird von der Qualität der Baustoffe und der Ausführung entscheidend beeinflusst. Die wirtschaftliche Nutzungsdauer beschreibt, bis wann ein Gebäude spätestens zu ersetzen oder zu erneuern ist, um die Wirtschaftlichkeit des Grundstücks zu erhalten.¹⁰

Theoretisch könnte die Lebensdauer eines Gebäudes durch laufende Wartung und Teileersatz unbeschränkt verlängert werden. Eine periodische Instandsetzung ist vor allem durch die beschränkte Lebensdauer der technischen Systeme und der Oberflächen notwendig. Durch die Instandsetzung wird der Ausgangszustand wiederhergestellt. Meist ändern sich über die Zeit jedoch die Standards und Ansprüche, worauf das Gebäude anstelle einer reinen Instandsetzung modernisiert wird.¹¹ Bei Bürogebäuden ist zu beobachten, dass sie nach nur 20 bis 30 Jahren Nutzung in den Rohbauzustand gebracht und modernisiert werden, da das Gebäude sonst das anfängliche Mietniveau nicht halten kann.¹²

Objekttyp	Lebensdauer
Einfamilienhaus	60 - 100 Jahre
Wohn- und Geschäftshaus	60 - 80 Jahre
Mehrfamilienhaus	80 Jahre
Hotels, Gastronomie	60 Jahre
Hochhaus	40 - 60 Jahre
Bürogebäude	30 - 60 Jahre
Alten- und Pflegeheime	40 Jahre
Lagergebäude	30 - 40 Jahre

Tabelle 3-1: Lebensdauer von Gebäuden

Quelle: vgl. Gondring: Immobilienwirtschaft, 2009, S. 523

Bauteil	Lebensdauer
Dämmung	ca. 40 Jahre
Innenausbau	ca. 35 Jahre
Haustechnik	ca. 20 Jahre
Beleuchtung	ca. 15 Jahre
Mobiliar	ca. 10 Jahre
Telekommunikation	ca. 5 Jahre
EDV	ca. 3 Jahre

Tabelle 3-2: Lebensdauer von Bauteilen

Quelle: vgl. Gondring: Immobilienwirtschaft, 2009, S. 523

¹⁰ vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 261

¹¹ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 34

¹² vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 267

Der Gebäudelebenszyklus ist eine Zusammensetzung von Zyklen einzelner Gebäudekomponenten. Die Kombination der Komponenten macht das Gebäude als Ganzes zum Gegenstand der Betrachtung. Die Instandsetzung bzw. Modernisierung einzelner Komponenten verlängern die Lebensspanne des ganzen Gebäudes.¹³

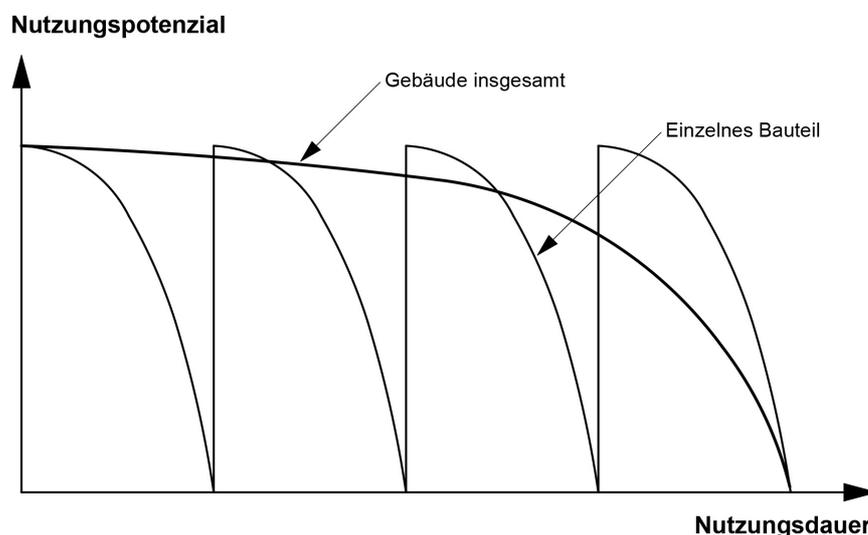


Abbildung 3-2: Nutzungsdauer einzelner Gebäudekomponenten und des Gebäudes

Quelle: vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 268

3.2.2 Lebenszyklusmodelle

Für eine zielgenaue ökonomische Analyse von Gebäuden ist es sinnvoll, die Lebensspanne in Lebensphasen zu unterteilen. Diese können unter Berücksichtigung gegenseitiger Interdependenzen, eigenständig betrachtet werden. Für eine derartige Darstellung des Lebenszyklus finden sich in der Literatur eine Vielzahl von verschiedenen Lebenszyklusmodellen. Grundsätzlich können zwei verschiedene Ansätze für die zeitliche Betrachtung des Lebenszyklus unterschieden werden. Der erste Ansatz bezieht sich hauptsächlich auf das Gebäude und besteht aus einer endenden Sequenz. Dieser Ansatz orientiert sich an einer Lebensspanne. Der zweite Ansatz basiert auf einem unendlichen Kreislaufgedanke. Möchte man den Kreislaufgedanken aufgreifen, so muss man das Grundstück in die Betrachtung einbeziehen. Auf demselben Grundstück werden immer wieder neue Gebäude gebaut und abgerissen.¹⁴

¹³ vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 267

¹⁴ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 7

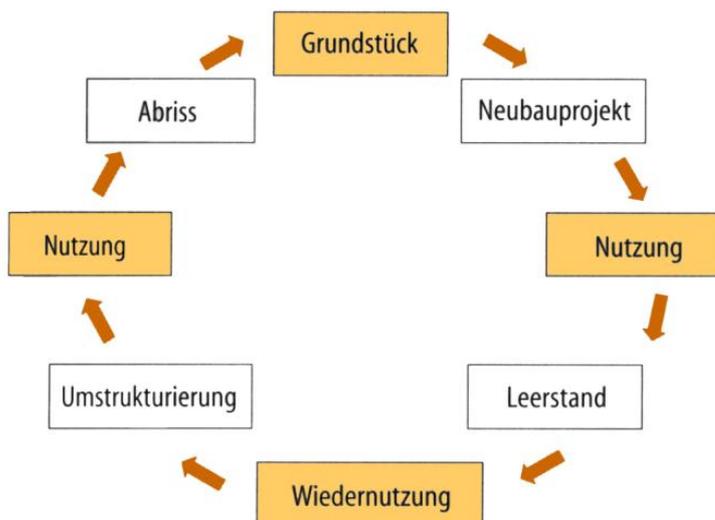


Abbildung 3-3: Immobilienlebenszyklus

Quelle: Achammer, 2011

Auch zu den Bezeichnungen und Abgrenzungen der einzelnen Phasen im Lebenszyklus einer Immobilie finden sich in der Literatur keine einheitlichen Aussagen. Im Allgemeinen kann die Lebensspanne des Gebäudes in die drei Lebensphasen Erstellung, Nutzung und Rückbau unterteilt werden, wobei eine weitergehende Detaillierung möglich ist.¹⁵ Es ist kaum möglich eine allgemeingültige Aussage zur Richtigkeit einzelner Modelle zu treffen. Ein höherer Detaillierungsgrad ist auf den ersten Blick die bessere Betrachtung. Jedoch birgt die Detaillierung die Gefahr, dass die Allgemeingültigkeit verloren geht.¹⁶

Erstellung

Die Erstellungsphase beginnt mit der Absicht des Bauherrn und umfasst den Zeitraum zwischen Projektidee und der Realisierung. Eine sinnvolle Unterteilung dieser Phase ist Projektentwicklung, Planung und Realisierung. Die Projektentwicklung hat das Ziel die drei Komponenten Standort, Kapital und Idee zu einem marktfähigen Produkt zu kombinieren. Das Ergebnis einer Projektentwicklung ist ein Konzept für die zukünftige Immobilie. Darauf folgt die Planungsphase, welche den Vorentwurf, Entwurf, Einreich- und Ausführungsplanung zusammenfasst. Die Planungsphase endet mit der Entscheidung und Freigabe der Projektrealisierung. Damit wird mit der eigentlichen Errichtung des Gebäudes begonnen. Die Phase der Gebäudeerstellung endet mit der Inbetriebnahme und Abnahme des Gebäudes.¹⁷

¹⁵ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 6

¹⁶ vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 264

¹⁷ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 6

Nutzung

In der Nutzungsphase wird das Gebäude seiner eigentlichen Verwendung zugeführt. Diese Phase ist normalerweise die längste. Wie lange sie tatsächlich andauert, ist hauptsächlich von der technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer abhängig. In der Regel kommt es in der Nutzungsphase zu Modernisierungen und Umstrukturierungen. Diese resultieren aus technischer und ästhetischer als auch vermietungstechnischer Notwendigkeit. Beendet werden kann die Nutzungsphase aufgrund von verschiedenen Ursachen. So kann durch geänderte Nutzeransprüche oder übermäßige Abnutzung ein Zustand eintreten, bei dem eine Instandsetzung oder Modernisierung des Gebäudes nicht mehr zu rechtfertigen wäre. Das hat den Abriss oder Verwertung zur Folge.

Rückbau

Die letzte Lebensphase ist der Rückbau und beginnt mit der Absicht, das Gebäude nicht mehr zu nutzen. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten die Lebensspanne des Gebäudes zu beenden. Es kann zu einem vollständigen Abriss und Entsorgung oder einer teilweisen Verwertung der Bausubstanz kommen. So können Bauteile direkt oder indirekt im Kreislauf wiederverwendet werden.¹⁸ Mit dem Ende der Rückbauphase kann der Lebenszyklus wieder neu begonnen werden.

3.3 Lebenszykluskosten

Allgemein bezeichnet man Kosten als den in Geld bewerteten Verbrauch von materiellen und immateriellen Gütern zur Erstellung einer Leistung.¹⁹ Unter Lebenszykluskosten wird die Summe aller Kosten verstanden, die ein Gebäude im Laufe seiner Lebensspanne verursacht. Entsprechend der vorgestellten Lebenszyklusphasen kann man die zugehörigen Kosten in Erst- und Folgekosten aufteilen. Die Übergabe an den Nutzer stellt dabei die Schnittstelle dar.

¹⁸ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 6 - 7

¹⁹ vgl. Gebhart: Baukostensystematik, 2013, S. 11

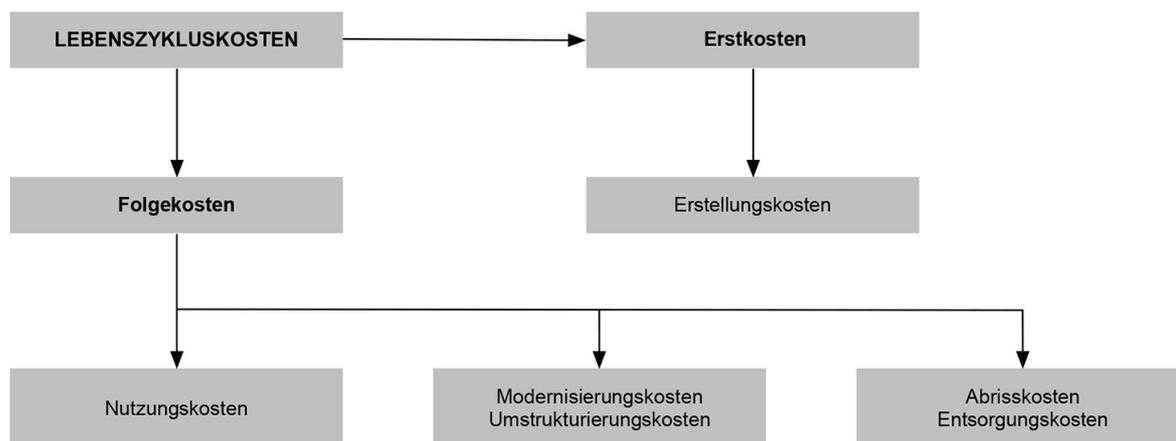


Abbildung 3-4: Gliederung der Lebenszykluskosten von Gebäuden

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

Die Erstkosten enthalten nur die Erstellungskosten. Die Nutzungskosten, die Modernisierungs- und Umstrukturierungskosten sowie die Abriss- und Entsorgungskosten werden den Folgekosten zugeordnet. Die einzelnen Kostengruppen können wie nachfolgend beschrieben charakterisiert werden.²⁰

Erstellungskosten

Die Kosten für die Gebäudeerstellung setzen sich aus den Kosten der Bauausführung und der Bauplanung sowie den Kosten des Bauherrn (Projektleitung, Vermarktung etc.) zusammen.²¹

Nutzungskosten

Die Nutzungskosten bilden die Summe der Kosten der Instandhaltung, Energiekosten, Reinigungskosten, Bewachung und sonstigen Kosten (Wasser, Müllentsorgung etc.).²² Je nach Sichtweise müssen der Nutzung außerdem die Kapitalkosten zugerechnet werden.

Modernisierungs- und Umstrukturierungskosten

Unter Modernisierung werden Maßnahmen verstanden, bei denen Bauteile entsprechend dem aktuellen Stand ausgetauscht werden. Umstrukturierungen können eine Umnutzung umfassen, die aus vermietungstechnischen Gründen erforderlich wird.

Abriss- und Entsorgungskosten

Diese Kosten beinhalten alle Maßnahmen zur Beseitigung der baulichen Anlagen sowie die Entsorgung der anfallenden Baurestmassen.²³

²⁰ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 18 - 19

²¹ vgl. Gebhart: Baukostensystematik, 2013, S. 13

²² vgl. ebenda, S. 13

²³ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 19

Die Relevanz der Folgekosten für die Lebenszykluskosten zeigt sich eindrucksvoll in Abbildung 3-5. Es wird dargestellt, nach welchem Zeitraum die Erstkosten von den Folgekosten überschritten werden und in welcher Größenordnung die jährlichen Kosten anzusetzen sind.

Baufolgekosten einiger Gebäudearten		
Gebäudeart	Baufolgekosten in Prozent der Baukosten p.a.	Überschreitung der Herstellkosten nach...
Büro- und Verw.		8,5 % 11-12 Jahre
Produktionsgeb.		10 % 10 Jahre
Verkehrsanlagen		10 % 10 Jahre
Freibäder		15 % 6-7 Jahre
Sporthallen		17 % 5-6 Jahre
Hallenbäder		21 % 4-5 Jahre
Krankenhäuser		26 % 4 Jahre
Schulen / Kindergärten		31 % 3-4 Jahre

Abbildung 3-5: Baufolgekosten verschiedener Gebäudetypen

Quelle: Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 36

Wichtig ist, die Erst- und Folgekosten nicht getrennt voneinander zu betrachten. Denn zwischen den einzelnen Lebensphasen gibt es starke wechselseitige Abhängigkeiten. So wird in der Planungsphase determiniert, welche Folgekosten sich in der Nutzungs- und Abbruchphase ergeben. Mit der Wahl des architektonischen Konzepts, der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) und der verwendeten Materialien werden die Wartungs- und Instandsetzungszyklen, der Energieverbrauch sowie der Aufwand für Reinigung festgelegt. Auch die Höhe der Kosten für Modernisierung und Umstrukturierung weisen, je nach Variabilität und Flexibilität des Gebäudes, starke Beziehungen zu vorangegangenen Entscheidungen auf. Ebenso werden die Kosten in der Rückbauphase über die Demontierbarkeit und den zu entsorgenden Materialien beeinflusst.²⁴

Ziel sollte eine phasenübergreifende Optimierung der Prozesse im Lebenszyklus des Gebäudes sein. Laut aktuellen Studien können durch eine optimierte Planung und etwas gesteigerte Erstellungskosten, aufgrund der Implementierung neuer Technologien, die Lebenszykluskosten um 38 - 45 % gesenkt werden.²⁵

²⁴ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 19- 20

²⁵ vgl. Kovacic, Über Integrale Planung zur Nachhaltigkeit, 2010

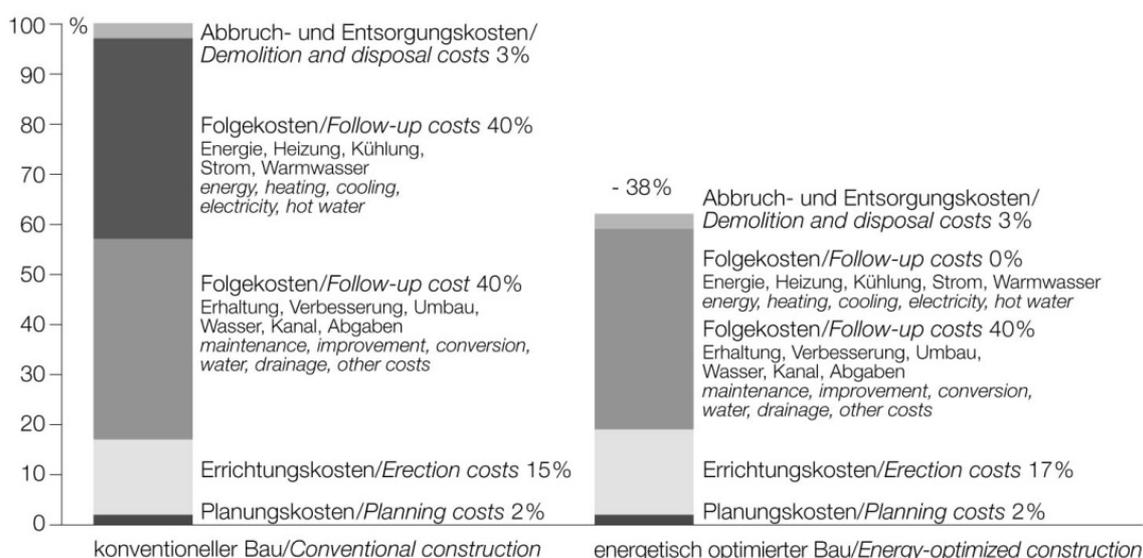


Abbildung 3-6: Lebenszykluskosten bei einem Standard- und einem optimierten Gebäudezyklus

Quelle: Schwarz, Detail, 2010

Es kann jedoch nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass eine Erhöhung der Erstellungskosten eine Absenkung der Kosten in der Nutzungsphase hat. In der Tabelle 3-3 werden vier mögliche Beziehungen zwischen Erstellungskosten und Nutzungskosten dargestellt. Dabei kann je nach Rahmenbedingungen jede der vier Kombinationen vorteilhaft sein. Beispielsweise könnte die überdimensionierte technische Anlage ein strategischer Baustein eines Flexibilitätskonzeptes sein. Daher gibt es kein ideales Verhältnis zwischen Erstellungskosten und Nutzungskosten. Erst anhand der Summe, also den Lebenszykluskosten, kann die ökonomische Vorteilhaftigkeit bewertet werden.²⁶

		Erstellungskosten	
		Niedrig	Hoch
Nutzungskosten	Niedrig	z.B. Technikvermeidung durch bauliche Maßnahmen	z.B. Wärmedämmung
	Hoch	z.B. Baumaterial mit geringer Lebensdauer	z.B. überdimensionierte technische Anlagen

Tabelle 3-3: Mögliches Verhältnis von Erstellungskosten zu Nutzungskosten

Quelle: vgl. IFMA: Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien, 2011, S. 12

²⁶ vgl. IFMA: Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien, 2011, S. 12

Aufgrund der dargestellten Lebenszyklusphasen und -kosten ergibt sich ein allgemeiner ökonomischer Berechnungssatz für die Lebenszykluskosten von Gebäuden. Anzumerken ist, dass dieser allgemeine Berechnungssatz den finanzmathematischen Grundsatz der Kapitalwertmethode unberücksichtigt.

$$LCC = E + \sum_{i=1}^m N_i + \sum_{j=1}^n M_j + \sum_{k=1}^o U_k + A \quad \text{Formel 3-1}$$

E	Erstellungskosten	LCC	Lebenszykluskosten
N	Nutzungskosten	m	Anzahl der Nutzungsphasen
M	Modernisierungskosten	n	Anzahl der Modernisierungen
U	Umstrukturierungskosten	o	Anzahl der Umstrukturierungen
A	Abriss- und Entsorgungskosten		

Um zu berücksichtigen, dass zukünftige Zahlungsströme nicht den gleichen Wert besitzen wie in der Gegenwart, kann das Modell um den Faktor Zeit und damit auch den Zinsen erweitert werden.²⁷

$$LCC = E + \sum_{t=0}^T (A_t \cdot q^{-t}) + A \cdot q^{-t} \quad \text{Formel 3-2}$$

E	Erstellungskosten	LCC	Lebenszykluskosten
A _t	Ausgaben	q	(1+i) Kalkulationszinsfuß
A	Abriss- und Entsorgungskosten	t	laufender Zeitindex

²⁷ vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 279

3.4 Kostenprognose

Für Entscheidungen die auf die Gestaltung der Zukunft gerichtet sind, sollten die Wirkungen von Handlungsmöglichkeiten sowie die wahrscheinlich zukünftigen Entwicklungen beurteilt werden. Dazu verwendet man Prognosen. Die Ergebnisse einer Prognose können eine Genauigkeit vortäuschen, die nicht vorhanden ist.²⁸ Je nach Zeitpunkt der Kostenprognose unterscheidet sich der Informationsstand über das zu untersuchende Gebäude. Entsprechend variiert der mögliche Detaillierungsgrad und die zu erwartende Ermittlungsgenauigkeit. Eine Feststellung der Lebenszykluskosten mit hundertprozentiger Genauigkeit kann erst nach dem Ende des Lebenszyklus stattfinden.²⁹

Es zeichnet einen gebildeten Geist aus, sich mit jenem Grad der Genauigkeit zufrieden zu geben, den die Natur der Dinge zulässt, und nicht dort Exaktheit zu suchen, wo nur Annäherung möglich ist. (Aristoteles)

Die Prognose der zukünftigen Ereignisse im Lebenszyklus des Gebäudes beruht auf Erfahrungen der Vergangenheit.³⁰ Aus dem Datenmaterial abgeschlossener und vergleichbarer Projekte werden Gesetzmäßigkeiten identifiziert, um daraus künftige Entwicklungen abzuleiten. Bei der Prognose wird unterstellt, dass die in der Vergangenheit festgestellten Gesetzmäßigkeiten auch für die Zukunft gelten.³¹

Für die Prognose der Lebenszykluskosten müssen zwei grundlegend unterschiedliche Methoden unterschieden werden. Bei der technisch-statistischen Prognosemethode werden die Lebenszykluskosten über einen Benchmarking-Ansatz ermittelt. Zum anderen besteht die Möglichkeit über die technisch-analytische Prognosemethode mittels einer konkreten Berechnung die Lebenszykluskosten zu ermitteln.³² Mithilfe von Berechnungsalgorithmen wird aus Kennwerten ein Szenario künftiger Prozesse und Zahlungen modelliert. Dies erfordert Aussagen zur zeitlichen Regelmäßigkeit von Ereignissen sowie zur Entwicklung von Preisen. Entwicklungen können linear, exponentiell oder zyklisch modelliert werden.³³

Linear: Zu- oder Abnahme um einen gleichbleibenden, absoluten Betrag je Periode.

Exponentiell: Zu- oder Abnahme um einen gleichbleibenden Prozentsatz.

²⁸ vgl. Riegel, a.a.O., 2004, S. 13 - 14

²⁹ vgl. IFMA: Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien, 2011, S. 11

³⁰ vgl. ebenda, S. 17

³¹ vgl. BMVIT: Lebenszykluskosten Prognosemodell, 2011, S. 15

³² vgl. Facility Management: Ausgabe FM 03/2011, 2011

³³ vgl. IFMA: Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien, 2011, S. 17

Zyklisch: Viele Entwicklungen verhalten sich zyklisch. Da eine Zyklendauer nicht seriös vorhergesagt werden kann, erscheint eine zyklische Modellierung willkürlich.³⁴

Das Szenario mit dem besten voraussehbaren Fall besteht darin, den zurzeit bekannten Lebenszyklus fortzuschreiben. Das heißt die Nutzung bleibt dieselbe und die Bauteile werden am Ende ihrer Lebensdauer durch identische Elemente ersetzt.³⁵

Die Prognoseschätzung sollte mittels geeigneter Controllingverfahren laufend überwacht werden. So können Ursachen für Abweichungen identifizieren werden, um aus diesen Fehlern für zukünftige Prognosen zu lernen.³⁶

Bedingt durch die lange Nutzungsdauer von Gebäuden und den daraus resultierenden Unsicherheiten, eignen sich Prognosen der Lebenszykluskosten nicht für die Budgetplanung oder die Erfolgsfeststellung über periodischem Soll-Ist-Vergleich. Derartige Modelle sollten nur als Entscheidungshilfe eingesetzt werden.

3.5 Lebenszykluskostenrechnung

Grundlegende Aufgabe der Lebenszykluskostenrechnung ist die Beurteilung der langfristigen wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Investitionen und baulichen Lösungen. Untersucht werden ganze Gebäude, Bauwerksteile oder technische Anlagen. Die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition kann jedoch nicht losgelöst von der Sichtweise der jeweiligen Akteure beurteilt werden. Denn die verschiedenen Akteure wie Mieter und Vermieter nehmen die Lebenszykluskosten von Gebäuden nur in Ausschnitten wahr. Daher hat sich für die Lebenszykluskostenrechnung die Sichtweise des selbstnutzenden Eigentümers durchgesetzt. Unterschieden werden muss, zwischen einer Lebenszykluskostenrechnung im engeren Sinn die ausschließlich Kosten (Auszahlungen) erfasst und einer Lebenszykluskostenrechnung im weiteren Sinn, die zusätzlich den monetären Nutzen (Einzahlungen) berücksichtigt. Der Normalfall ist die Lebenszykluskostenrechnung im engeren Sinn. Die Lebenszykluskostenrechnung im weiteren Sinn kann als lebenszyklusbezogene Wirtschaftlichkeitsrechnung verstanden werden.³⁷ Finanzierungskosten werden bei Lebenszykluskostenrechnungen in der Regel nicht

³⁴ vgl. IFMA: Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien, 2011, S. 17

³⁵ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 16

³⁶ vgl. Riegel: a.a.O., 2004, S. 14

³⁷ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 58 - 60

berücksichtigt. Denn die Vorteilhaftigkeit eines Gebäudes sollte nicht mit der Vorteilhaftigkeit einer Finanzierung vermischt werden.³⁸

Eine genaue Berechnung der Lebenszykluskosten von Bauvorhaben ist grundsätzlich nicht möglich, da sie nicht vorhersehbaren Einflüssen und Randbedingungen unterliegt. Die Lebenszykluskostenrechnung erfolgt auf Basis der Analysen und Prognosen über die zukünftigen Ereignisse und Entwicklungen. Zentrale Fragestellung bei der Berechnung ist die Berücksichtigung des Zeitwertes von Zahlungen. Daher wird zwischen statischen und dynamischen Berechnungsverfahren unterschieden. Die statische Methode eignet sich nur für eine sehr grobe Betrachtung. Durch die Umwandlung von zukünftigen Kosten in derzeitige Kosten erfolgt der Übergang zu dynamischen Verfahren. Dabei werden alle Zahlungsströme im Betrachtungszeitraum auf einen bestimmten Zeitpunkt in der Gegenwart abgezinst und addiert (Kapitalwertmethode). Der Vergleich von Alternativen mit Hilfe des Kapitalwerts eignet sich besonders für Bauvorhaben, bei denen Investitionen zu verschiedenen Zeiten anfallen. Beispielsweise können so verschiedene Konzepte mit unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Erst- und Folgekosten verglichen werden.³⁹

Kritischer Faktor bei der Kapitalwertmethode ist die Wahl des Diskontierungszinssatzes. Denn die Höhe des Zinssatzes hat erhebliche Auswirkungen auf den Gegenwartswert einer Zahlung. Durch einen hohen Diskontierungszinssatz können weit in der Zukunft liegende Zahlungen nahezu bedeutungslos werden - siehe Abbildung 3-7. Des Weiteren verschiebt sich je nach gewähltem Zinssatz der trade-off und das Verhältnis zwischen Erst- und Folgekosten, was eine exakte Bestimmung der Vorteilhaftigkeit einer Variante erschwert - siehe Tabelle 3-4.⁴⁰

Berechnungsart	Inflation	Diskontierungszinssatz	Anteil der Erstkosten	Anteil der Folgekosten
statisch	0,0 %	0,0 %	36 %	64 %
dynamisch	1,5 %	0,0 %	17 %	83 %
dynamisch	1,5 %	3,5 %	60 %	40 %

Tabelle 3-4: Auswirkungen unterschiedlicher Diskontierungszinssätze auf das Verhältnis zwischen Erst- und Folgekosten an einem Beispielgebäude

Quelle: König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 62

³⁸ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 63

³⁹ vgl. BMVIT: Lebenszykluskosten Prognosemodell, 2011, S. 14

⁴⁰ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 62

Die Wahl des Diskontierungszinssatzes muss je nach Fragestellung, Anwendungsfall und Betrachtungszeitraum gewählt werden. Es muss entschieden werden, ob der Marktzins abgebildet werden soll, eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung im Vordergrund steht oder ob der Zins Ausdruck des Risikos sein soll.⁴¹

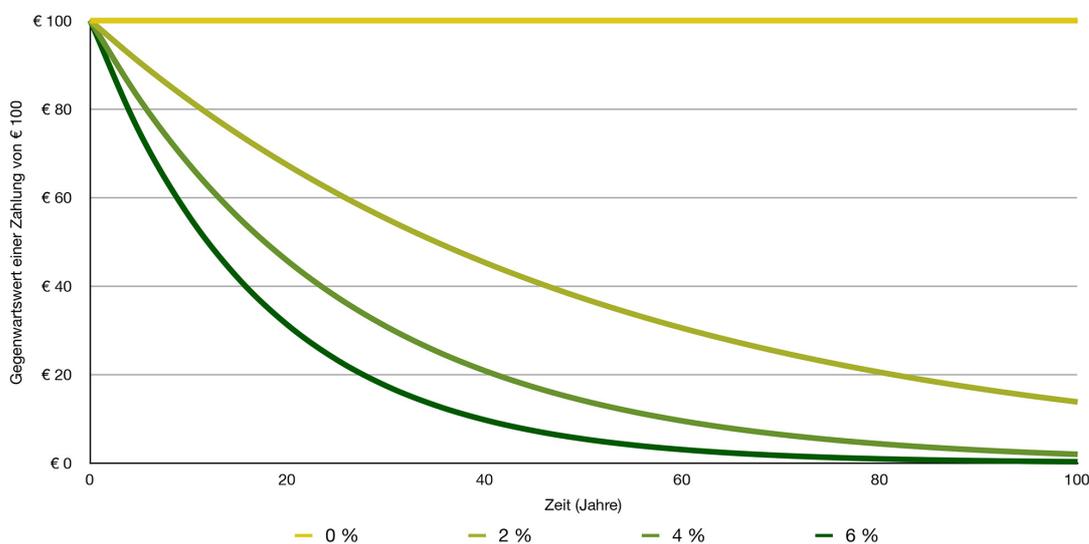


Abbildung 3-7: Auswirkungen der Wahl des Diskontierungszinssatzes auf den Gegenwartswert

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

Weiterer wichtiger Parameter bei der Lebenszykluskostenrechnung ist der Betrachtungszeitraum. Wegen der wachsenden Prognoseunsicherheit und den Auswirkungen der Diskontierung, wird hierfür in der Regel nicht die geplante Nutzungsdauer eines Gebäudes gewählt, wenn diese deutlich über 50 Jahren liegt.

3.6 Integrale Planung

Der Planungsprozess ist der erste Schritt bei der Erstellung eines Gebäudes. Bereits in dieser Phase sollte die gesamte Lebensspanne eines Gebäudes in der Gesamtheit seiner Kosten erfasst werden, um die notwendigen Vorkehrungen für eine optimale Nutzung treffen zu können.⁴² In der Planung werden Entscheidungen getroffen, die den Lebenszyklus bedeutend beeinflussen. Besonders die frühen Entscheidungen bestimmen die Lebenszykluskosten und spielen deshalb eine wesentliche Rolle.⁴³

⁴¹ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 76

⁴² vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 260

⁴³ vgl. ebenda, S. 284

Um eine optimierte Gesamtlösung für die zahlreichen Einzelziele zu finden, wurde der integrale Planungsprozess entwickelt. Darunter ist vernetztes, ganzheitliches, teamorientiertes Planen zu verstehen. Durch die ganzheitliche Betrachtung von verschiedenen Aspekten und Zielen, können scheinbar nicht zusammenhängende Ziele in Zusammenhang gebracht und Synergieeffekte ausgenutzt werden. Dies führt oftmals zu niedrigeren Gesamtkosten, als wenn Lösungen für die Einzelziele unabhängig voneinander umgesetzt werden.⁴⁴

Für Planungsentscheidungen dürfen die Erstellungskosten nicht alleinige Grundlage sein. Kostenoptimierung sollte immer die Minimierung der Kosten über den gesamten Lebenszyklus zum Ziel haben.⁴⁵ Deshalb sollte eine Überlegung und Identifikation der Kostentreiber in die Planung einfließen. Durch die Identifikation der Kostenverursacher wird eine entsprechende Beachtung der Hauptkostenstellen ermöglicht. Aufgrund der ermittelten Hauptkostenblöcke können Überlegungen zur Architektur, Technik, Ausstattung und Materialauswahl gemacht werden. Besonders der Bereich Energie erfordert aufgrund der Kostenintensität besondere Berücksichtigung. Deshalb müssen entsprechende Fachplaner bereits in der Entwicklungsphase miteinbezogen werden.⁴⁶ Allgemein sollte das Planungsteam schon bei Beginn der Planung bestehen und alle entscheidenden Fachgebiete von Anfang an involviert sein. Außerdem sollte der Bauherrnvertreter und in manchen Fällen auch ausführende Unternehmen mit einbezogen werden können. Diese schafft die Basis für eine fächerübergreifende und lebenszyklusphasenübergreifende Integration. Eine integrale Planung bedingt, dass alle Beteiligten am Planungsprozess ihr Wissen austauschen. Die Verantwortung für Planungsentscheidungen wird vom ganzen Planungsteam übernommen, was meist zu spezifischen Vertragsformen (z.B. Generalplaner) führt. Für die gemeinsame Darstellung des geplanten Gebäudes sollte eine BIM-Software (Building Information Modeling) verwendet werden. Damit steht den Planern ein Werkzeug zur Verfügung, das den zeichnerischen Planungsprozess mit berechneten Informationen begleitet.⁴⁷

⁴⁴ vgl. Stadt Wien, Leitfaden energiebewusstes Bauen für Dienstleistunggebäude in Wien, 2012, S. 15

⁴⁵ vgl. Gebhart: Baukostensystematik, 2013, S. 14

⁴⁶ vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 286

⁴⁷ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 78 - 79

Durch eine integrale Planung steigen zwar die Planungskosten, Einsparungen über den Lebenszyklus von bis zu 15 % sind aber oft möglich.⁴⁸

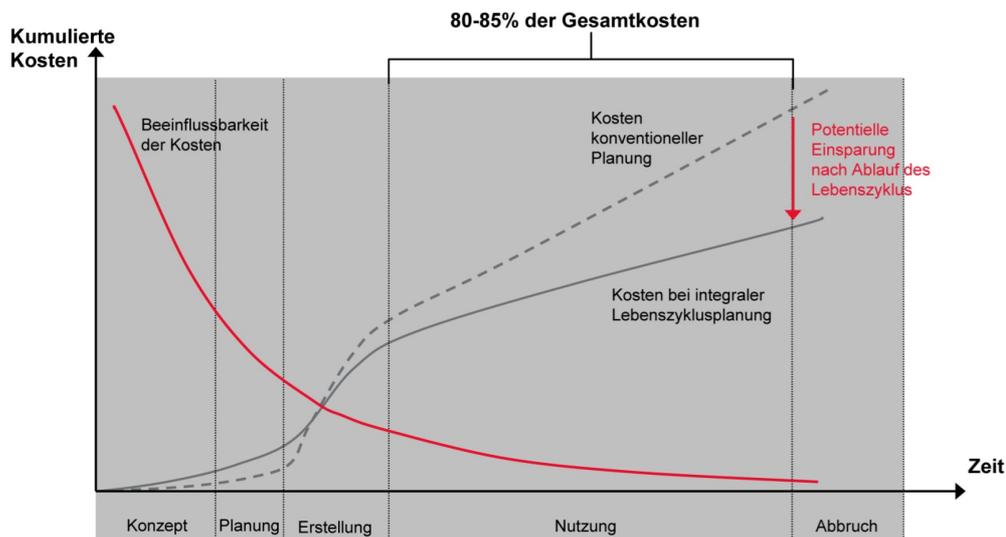


Abbildung 3-8: Potentielles Einsparpotential bei Lebenszykluskosten

Quelle: Jones Lang Lasalle

Die Kosten für Planung und Bau eines Gebäudes verursachen ca. 20 % der Lebenszykluskosten aus.⁴⁹ Da die Kosten und Honorare für die Planung mit 10-15 % (HOAI, 2010) der Bauwerkskosten (ÖNORM, B1801-1) definiert sind, machen diese demzufolge 2-3% der Lebenszykluskosten aus. Demgemäß werden lediglich 2-3 % der Lebenszykluskosten für die Steuerung und Beeinflussung der restlichen 97 % aufgewendet.⁵⁰

⁴⁸ vgl. Ackermann: Integrale Planung nachhaltiger Gebäudekonzepte

⁴⁹ vgl. Das Land Steiermark: Leitfaden Abwicklung von Gemeindehochbauten., 2002, S. 12

⁵⁰ vgl. Kovacic: VO Lebenszykluskosten und -analyse, 2013

3.7 Normen und Standards

Für die Berechnung der Lebenszykluskosten im Baubereich gibt es derzeit keine verbindlichen Standards. Die nationalen und internationalen Verfahren sind kaum aufeinander abgestimmt. Es liegen nur erste Vorschläge und allgemeine Grundlagen vor, die jedoch einen weiten Interpretationsspielraum zulassen.⁵¹

ÖNORM B 1801

In Österreich wird die Gliederung der Kosten von Bauobjekten aus einer lebenszyklusbezogenen Betrachtung nach der ÖNORM B 1801-1 und der ÖNORM B 1801-2 geregelt. Wobei Erstere die Erstellungskosten und Letztere sehr allgemein die Folgekosten beschreibt. Die ÖNORM B 1801-2 definiert die Lebenszykluskosten als Summe (der Barwerte) der Errichtungskosten und der Folgekosten. Der Objektlebenszyklus wird in die drei Phasen Objektplanung/Objekterrichtung, Objektnutzung und Abbruch/Beseitigung unterteilt. Die Kosten für die Erstellung lassen sich nach der ÖNORM B 1801-1 in zehn Hauptkostengruppen (1. Ebene), in Grobelemente (2. Ebene) und in Elemente (3. Ebene) gliedern. Die Folgekosten werden in der ÖNORM B 1801-2 in neun Hauptkostengruppen und in Kostenuntergruppen unterteilt.⁵²

Kostenhauptgruppe
0 Grund
1 Aufschließung
2 Bauwerk-Rohbau
3 Bauwerk-Technik
4 Bauwerk-Ausbau
5 Einrichtung
6 Außenanlagen
7 Planungsleistungen
8 Nebenleistungen
9 Reserven

Tabelle 3-5: Baugliederung nach ÖNORM B 1801-1

Quelle: ÖNORM B 1801-1

Kostenhauptgruppe
1 Verwaltung
2 Technischer Gebäudebetrieb
3 Ver- und Entsorgung
4 Reinigung und Pflege
5 Sicherheit
6 Gebäudedienste
7 Instandsetzung, Umbau
8 Sonstiges
9 Objektbeseitigung, Abbruch

Tabelle 3-6: Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2

Quelle: ÖNORM B 1801-2

⁵¹ vgl. König et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 14

⁵² vgl. ÖNORM B 1801

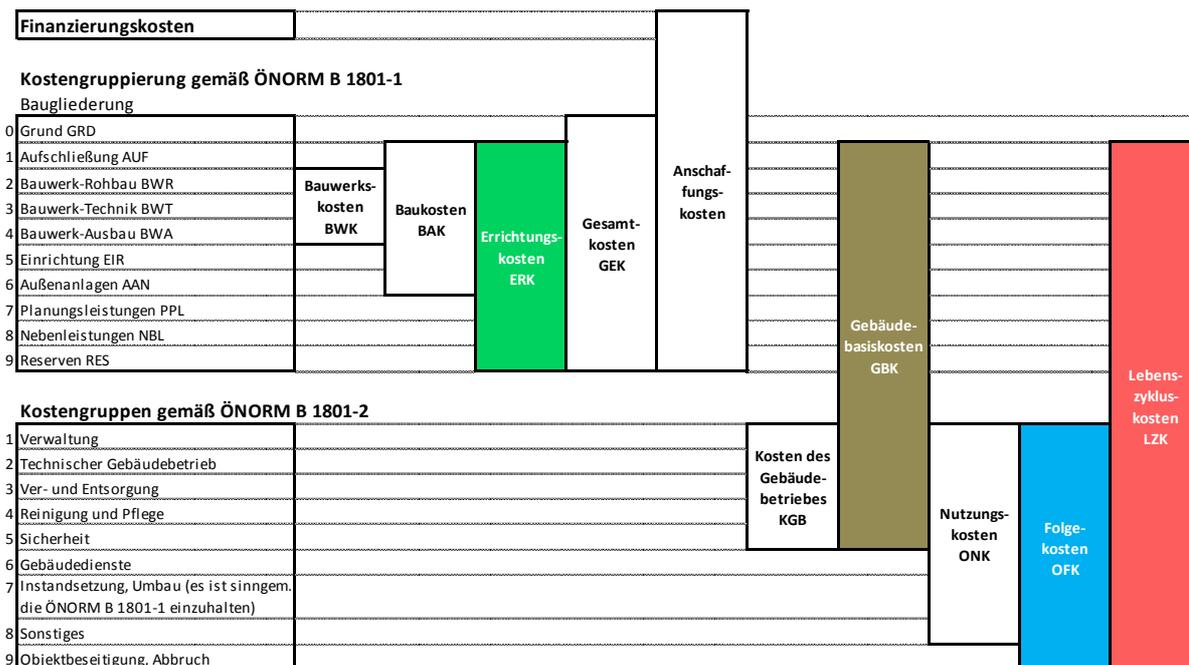


Abbildung 3-9: Zusammenhang von Errichtungs- und Folgekosten nach ÖNORM B 1801

Quelle: Steinschaden, Winkler: Lebenszykluskosten von Hochbauten, 2012, S. 36

DIN 276-1 und DIN 18960

Die entsprechenden Normen in Deutschland sind die DIN 276-1 für die Erstellungskosten und die DIN 18960 für die Folgekosten. Die DIN 276-1 sieht eine Kostengliederung in drei Ebenen vor. In der ersten Ebene werden die Gesamtkosten in sieben Kostengruppen gegliedert. Für die Nutzungskosten ist ebenfalls eine Gliederung in drei Ebenen vorgesehen.⁵³

Kostenhauptgruppe	
100	Grundstück
200	Herrichten und Erschließen
300	Bauwerk–Baukonstruktionen
400	Bauwerk–Technische Anlagen
500	Außenanlagen
600	Ausstattung und Kunstwerke
700	Baunebenkosten

Tabelle 3-7: Baugliederung nach DIN 276-1

Quelle: DIN 276-1

Kostenhauptgruppe	
100	Kapitalkosten
200	Objektmanagementkosten
300	Betriebskosten
400	Instandsetzungskosten

Tabelle 3-8: Folgekosten nach DIN 18960

Quelle: DIN 18960

⁵³ vgl. DIN 276-1 und DIN 18960

GEFMA 220

Die GEFMA 220 befasst sich mit der Lebenszykluskostenberechnung im Facility Management und ist eine Handlungsnorm. Die Lebenszykluskosten werden als die Summe aller über den Lebenszyklus von Facilities anfallenden Kosten (Kosten im Hochbau, Projektkosten, Nutzungskosten und Leerstandskosten) dargestellt.

Die GEFMA 220 ist aufgeteilt in zwei Teile, wobei im ersten Teil die Grundlagen zur Modellierung einer Lebenszykluskostenberechnung vermittelt werden. Im zweiten Teil wird an einem Anwendungsbeispiel eine Lebenszykluskostenrechnung zum Zweck des Benchmarkings vorgezeigt. Dabei wird darauf hingewiesen, dass es sich nur um eine der möglichen Modellierungen handelt. Je nach Anforderungen müssen entsprechende eigene Anpassungen an das Berechnungsmodell vorgenommen werden.⁵⁴

ISO 15686-5

Für die Berechnung von Lebenszykluskosten hat die internationale Normung die ISO 15686-5 entwickelt. Die ISO 15686-5 prägt den Begriff der Whole Life Costs (Lebensvollkosten). Diese enthalten neben den Lebenszykluskosten auch Nicht-Errichtungskosten (Grundstück, Finanzierung etc.), Erträge und Externalisierte Kosten.

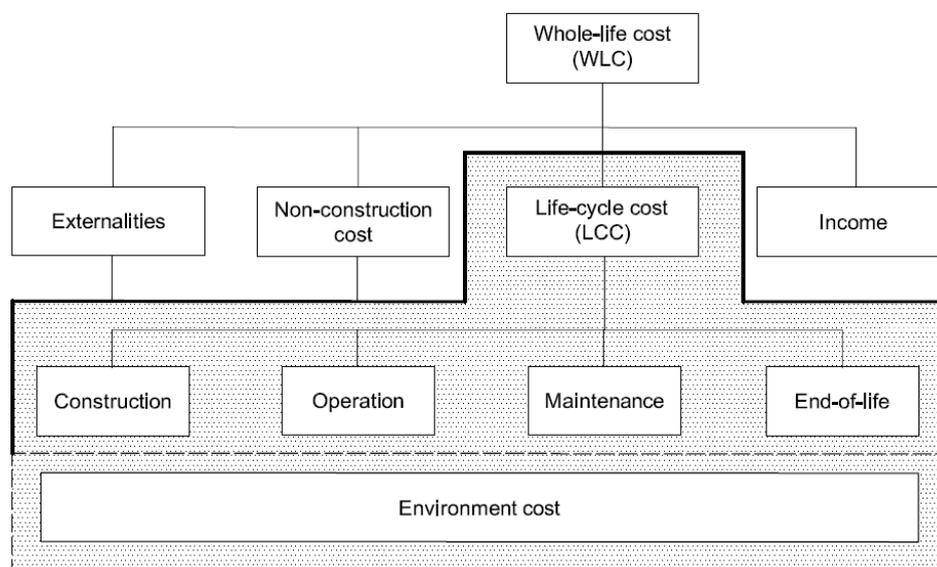


Abbildung 3-10: Lebenszykluskosten nach ISO 15686-5

Quelle: ISO 15686-5, 2008

⁵⁴ vgl. Facility Management: Ausgabe FM 05/2011, 2011

Norwegische Norm NS 3454

Die norwegische Norm NS 3454 wurde 1988 herausgegeben. Im Jahre 2000 ist die überarbeitete zweite Ausgabe erschienen. Die NS 3454 definiert die Lebenszykluskosten als Kapitalkosten (Errichtungskosten) plus laufende Verwaltungs-, Betriebsführungs-, Instandhaltungs- und Verbesserungskosten.⁵⁵

Kostenhauptgruppe	
1 Capital Costs	Errichtungskosten
2 Administration Costs	Verwaltungskosten
3 Operation Costs	Betriebskosten
4 Maintenance Costs	Instandhaltungskosten
5 Development Costs	Verbesserungskosten
6 Consumption Costs	Verbrauchskosten
7 Cleaning Costs	Reinigungskosten
8 Service Costs	Interne Dienste Kosten

Tabelle 3-9: Kostengliederung nach NS 3454

Quelle: Floegl, 2012

⁵⁵ vgl. Floegl

4 Forschungsfrage

4.1 Problemstellung

Die frühen Planungsphasen sind entscheidend für die Nachhaltigkeit von Gebäuden. Auftraggeber, Bauherrenvertreter und Planer müssen in diesen Phasen weichenstellende Entscheidungen treffen. Dies enthält beispielsweise Fragestellungen zum architektonischen Konzept, Gebäudetechnik, Ausstattungs- und Oberflächenqualitäten. Oftmals ist die Höhe der Erstellungskosten bestimmender Faktor für diese Entscheidungen, während die Folgekosten keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen.⁵⁶ Durch den Umstand, dass die Erstellungskosten nur den weitaus geringeren Teil der Lebenszykluskosten und nur einen Bruchteil der Nutzungskosten ausmachen, erscheint dies nicht zielführend.⁵⁷

Die ökonomische Lebenszyklusanalyse im Planungsprozess ist ein zukunftsweisender Ansatz für eine nachhaltige Optimierung von Gebäuden. Unterschiedliche Investitionsentscheidungen verursachen unterschiedliche Folgekosten. Durch die Berechnung der Lebenszykluskosten können unterschiedlichen baulichen Lösungen auf ihre langfristige Vorteilhaftigkeit hin beurteilt werden. Damit ist die ökonomische Lebenszyklusanalyse zugleich Planungs- und Entscheidungshilfe. Doch in Praxis gestaltet sich eine Berechnung der Lebenszykluskosten als schwierig. Dies gilt vor allem für die frühen Planungsphasen, in denen erst wenige Informationen zum Bauvorhaben vorliegen. Weitere Schwierigkeiten bereiten das Fehlen einer einheitlichen Datenbasis und Berechnungsmethode und dass Faktoren wie Nutzungsänderung, technischer Fortschritt sowie Konjunkturlage die Ergebnisse entscheidend beeinflussen.

Die ökonomische Lebenszyklusanalyse und damit verbundene Optimierung der Lebenszykluskosten eignet sich besonders, bei Gebäuden die vom Eigentümer selbst genutzt werden. Doch wenn andere Akteure für die Errichtung verantwortlich sind als die später Betreibenden, kann es zu einer Gleichgültigkeit bezüglich der Folgekosten kommen.

⁵⁶ vgl. BMVIT: Lebenszykluskosten Prognosemodell, 2011, S. 9

⁵⁷ vgl. Gebhart: Baukostensystematik, 2013, S. 14

5 Methodik

Schwerpunkt dieser Diplomarbeit bildet die qualitativ empirische Forschung, ergänzt mit einer Literaturrecherche. Es soll das Kerngeschäft, der übliche Planungsprozess sowie die Abläufe im Unternehmen erfasst werden, um Defizite zu identifizieren und Potentiale und Handlungsalternativen aufzuzeigen. Dazu werden Leitfadeninterviews geführt und BIG-interne Dokumente qualitativ ausgewertet. Die Interviewpartnern sind DI Mag. (FH) Alexandra Petermann (Projektcontrolling), DI Gottfried Flicker (Planen & Bauen), Mag. Dirk Jäger (Projektcontrolling) und DI (FH) Wolfgang Schiechl (Planen & Bauen). Die zur Verfügung stehenden BIG-internen Dokumente beinhalten Musterverträge, Richtlinien, Wettbewerbsauslobungen und Kostenrechnungen verschiedener Gebäude.

Des Weiteren werden, um für die BIG das optimale Werkzeug zur Berechnung der Lebenszykluskosten zu finden, drei Softwaretools getestet und anhand von Kriterien gegenübergestellt. Um eine Abschätzung zur Anwendbarkeit durchführen zu können, werden mit den Tools jeweils die Lebenszykluskosten eines Beispielprojektes berechnet. Um aufzuzeigen, wie sich die verschiedenen Datengrundlagen auf die Berechnungsergebnisse auswirken, werden die Ergebnisse quantitativ gegenübergestellt.



Abbildung 5-1: Methodik für die Entwicklung des Leitfadens

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

6 Evaluierung

6.1 Softwaretools

Das Kapitel 6.1 wurde in Zusammenarbeit mit Veronika Zoller und Philipp Zaar erarbeitet, welche parallel im selben Themenbereich ihre Diplomarbeiten verfassen. Ziel war eine erste Auseinandersetzung mit dem Thema Lebenszykluskosten und den spezifischen am Markt verfügbaren Softwarelösungen.

In diesem Kapitel erfolgt eine Beschreibung und Vergleich von drei gebräuchlichen Softwaretools, die es ermöglichen die Lebenszykluskosten von Gebäuden zu ermitteln. Dabei handelt es sich um:

- DGNB Steckbrief Nr. 16 (*Benjamin Gänsbacher*)
- LEKOS ABK (*Veronika Zoller*)
- LEGEP (*Philipp Zaar*)

Es wurde analysiert wie praxistauglich die Softwaretools sind und wo deren Anwendungsgrenzen liegen. Um eine möglichst praxisnahe Berechnung machen zu können, wurden die Programme an einem Beispielprojekt angewendet und die Ergebnisse der Berechnungen werden gegenübergestellt.

6.1.1 DGNB Steckbrief Nr. 16

Das Zertifizierungssystem der DGNB dient der Beschreibung und Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden. Bewertet wird die Qualität über den kompletten Gebäudelebenszyklus hinweg. Es werden keine einzelnen Maßnahmen bewertet, sondern die nachhaltige Gesamtleistung eines Gebäudes. Die Beurteilung bildet sich anhand von rund 40 verschiedenen Kriterien. Zum verpflichtenden Inhalt gehört eine Aussage zu den voraussichtlich auftretenden Lebenszykluskosten, welche mit dem Kriterium Nr. 16 gemacht wird. Die Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI) hat den Kriterienkatalog übernommen und für Österreich adaptiert.

Die Berechnung der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus mit dem DGNB Steckbrief Nr. 16 wird ausschließlich zum Zweck der Gebäudezertifizierung durchgeführt. Im Handbuch der DGNB wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich die Lebenszykluskostenrechnung für die Zertifizierung von einem Lebenszyklusmodell aus der Immobilienwirtschaft stark unterscheiden kann. Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden die Lebenszykluskosten aller Gebäude in gleicher Weise berechnet. Alle notwendigen Grundlagen, wie die berücksichtigten Kostenarten, Kostenkennwerte und Berechnungsparameter, sind von der DGNB festgelegt. Berücksichtigt werden folgende Kosten:

- Herstellkosten (KG 300, 400 nach DIN 276)
- Versorgung Wasser (KG 311 nach DIN 18960)
- Versorgung Energie (KG 312-316 nach DIN 18960)
- Entsorgung Abwasser (KG 321 nach DIN 18960)
- Reinigung (KG 331-333 nach DIN 18960)
- Inspektion und Wartung (KG 352-353 nach DIN 18960)
- Instandsetzung (KG 410-420 nach DIN 18960)

Berechnungsparameter

Der DGNB Steckbrief Nr. 16 ermittelt die Lebenszykluskosten mit der Barwertmethode. Der Betrachtungszeitraum ist auf 50 Jahre festgelegt. Die jährliche Preissteigerung wird mit 2% und der Kapitalzins mit 5,5 % angenommen. Abweichend von der allgemeinen Teuerungsrate wird für Heiz- und Elektroenergie eine jährliche Preissteigerung von 4% angesetzt. Das Ergebnis wird auf den m² BGF bezogen.

Programmaufbau

Beim DGNB Steckbrief Nr. 16 handelt es sich um ein einfaches und leicht verständliches Excel-Tool. Die Tabellen sind zum Teil schon vorausgefüllt. Alle Zellen die eine Eingabe erfordern sind grün hinterlegt. Der Betrachtungszeitraum ist mit 50 Jahren festgelegt und kann nicht verändert werden. Alle Zahlungen müssen ohne Mehrwertsteuer angegeben werden. Die Zahlungen werden in die zwei Hauptgruppen regelmäßige Zahlungen und unregelmäßige Zahlungen unterteilt, wobei die regelmäßigen Zahlungen als jährlich anfallend betrachtet werden. Jährliche Preissteigerungen werden mittels der vorgegebenen Preissteigerungsraten berücksichtigt. Die Unterteilung der Zahlungen ist wie folgt:

- regelmäßige Zahlungen
 - Ver- und Entsorgung
 - Reinigung
 - Inspektion und Wartung der Baukonstruktion
 - Inspektion und Wartung der TGA
 - regelmäßige Instandsetzung der TGA
- unregelmäßige Zahlungen
 - Herstellung und Ersatzinvestitionen der Baukonstruktion
 - Herstellung und Ersatzinvestitionen der TGA

Im oberen Teil des Excel-Tools ist die Eingabe der Bezugsgröße angeordnet, auf welche sich die Lebenszykluskosten beziehen. Des Weiteren finden sich hier die für die Barwertberechnung notwendigen Preissteigerungsraten.

Hilfsmittel für die Abschätzung von Lebenszykluskosten			keine Gewähr !
Umfang			KG 300 + KG 400
Preisstand			2007/2008
Mehrwertsteuer			ohne MwSt
Bezugsgröße			m² BGF
Betrachtungszeitraum			50 Jahre
		0,00	Zellen für Eingabe
		0,00 €	gesperrte Zellen mit Vorgabe oder Berechnung
BGF in m²			1,00 m²
Zinssatz			5,5%
Allg. Preissteigerung (z.B. Baukosten)			2,0%
Preissteigerung Energiekosten			4,0%
Preissteigerung Wasser-/Abwasserkosten			2,0%
Preissteigerung Dienstleistung Reinigung			2,0%

Abbildung 6-1: DGNB Steckbrief Nr. 16, Eingabe Bezugsgröße

Quelle: DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

Der erste Teil der regelmäßigen Zahlungen setzt sich aus der Ver- und Entsorgung von Wasser, der Bereitstellung der Endenergie sowie der Reinigung zusammen. Die detaillierte Bestimmung der Wasserverbrauchsmenge erfolgt nach einem separatem Steckbrief. Die jährlichen Kosten für den Wasserbedarf ergeben sich über den ermittelten Verbrauchswert und den festgelegten Einheitspreisen. Die Berechnung der Energiekosten für die Versorgung mit Öl, Gas, festen Brennstoffen, Fernwärme und Strom erfolgt auf Grundlage des Bedarfs an Endenergieträgern für Raumheizung, Warmwasserbereitung, Hilfsenergie, Beleuchtung und Klimatisierung. Die benötigten Energiemengen werden in Abhängigkeit der Energieträger in Brennstoffmengen umgerechnet und mit festgelegten Einheitspreisen multipliziert. Die Reinigungskosten werden über den Reinigungsaufwand je Oberflächenart, Reinigungsintervalle und festgelegten Stundensätze ermittelt. Alle notwendigen Kennwerte für die Ver- und Entsorgung sowie den Reinigungsaufwand sind den Beiblättern des Steckbriefs zu entnehmen.

		Zeit (Jahre)		0 1 2 3 4					
A		regelmäßige Zahlungen							
		phys. ME pro Jahr		€/ME					
1									
311	Wasser (Wert aus SB14)	m ³ /a	0,00	2,01	€/m ³	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
321	Abwasser - Schmutzwasser (Wert aus SB14)	m ³ /a	0,00	2,34	€/m ³	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
321	Abwasser - Niederschlag (Wert aus SB14)	m ³ /a	0,00	1,10	€/m ³	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Energie - Endenergiebedarf Heizwärme laut EnEV	kWh/a	0,00	0,09	€/kWh	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Energie - Endenergiebedarf Warmwasserbereitung laut EnEV	kWh/a	0,00	0,17	€/kWh	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Energie - Endenergiebedarf Luftförderung laut EnEV	kWh/a	0,00	0,17	€/kWh	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Energie - Endenergiebedarf Klimakälte laut EnEV	kWh/a	0,00	0,17	€/kWh	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Energie - Endenergiebedarf Beleuchtung laut EnEV	kWh/a	0,00	0,17	€/kWh	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Energie - Endenergiebedarf Hilfsenergie laut EnEV	kWh/a	0,00	0,17	€/kWh	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Einspeisevergütung laut EEG (Energiemenge)	kWh/a	0,00	0,00	€/kWh	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
316	Eigennutzung nach Ende der Einspeisevergütung (Energiemenge)	kWh/a	0,00	0,17	€/kWh				
330	Reinigung von Glasflächen	h oder m ²	0,00	0,00	€/h oder €/m ²	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
330	Reinigung von Außenwandbekleidungen von außen	h oder m ²	0,00	0,00	€/h oder €/m ²	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
330	Reinigung von Sonnenschutzvorrichtungen	h oder m ²	0,00	0,00	€/h oder €/m ²	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
330	Reinigung von Innentüren und -fenster	h oder m ²	0,00	0,00	€/h oder €/m ²	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
330	Reinigung von Fußbodenbelägen	h oder m ²	0,00	0,00	€/h oder €/m ²	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
330	Reinigung von Treppen	h oder m ²	0,00	0,00	€/h oder €/m ²	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
330	Reinigung von Sanitäreinrichtungen	h oder m ²	0,00	0,00	€/h oder €/m ²	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Summe Wasser/Abwasser						0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Summe Energie						0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Summe Reinigung						0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Barwert Wasser/Abwasser über 50 a						0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Barwert Energie über 50 a						0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Barwert Reinigung über 50 a						0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Abbildung 6-2: DGNB Steckbrief Nr. 16, regelmäßige Zahlungen für Betrieb

Quelle: DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

Der zweite Teil der regelmäßigen Zahlungen setzt sich aus den Kosten für die Inspektion und Wartung sowie der regelmäßigen Instandsetzung der TGA zusammen. Diese jährlichen Kosten werden als Prozentsatz der Herstellungskosten ermittelt. Der mittlere jährliche Aufwand für Wartung und Inspektion beträgt für die Komponenten der Baukonstruktion 0,1 %. Die Prozentsätze der TGA-Komponenten für Wartung und Inspektion sowie für die regelmäßigen Instandsetzungskosten sind den Beiblättern des Steckbriefs zu entnehmen.

Ersatzweise kann ein regelmäßiger Instandsetzungsaufwand von jährlich 1 % im Mittel auf alle Bauteile der Baukonstruktion angesetzt werden. Für die unregelmäßige Instandsetzung der TGA sind nach Ablauf der rechnerischen Nutzungsdauer der Bauteile ebenfalls Ersatzinvestitionen vorzusehen. Die angenommenen Nutzungsdauer der TGA-Komponenten können den Beiblättern des Steckbriefs entnommen werden. Berücksichtigt werden folgende Bauteile:

- Sanitärtechnische und feuerschutztechnische Anlagen
- Heizungsanlage
- Lüftungsanlage
- Klimaanlage
- Anlage zur Trinkwassererwärmung
- Beleuchtungsanlagen, Stark- und Schwachstromanlagen
- Aufzüge
- Gebäudeautomation

unregelmäßige Zahlungen						1	2	3	4
1	Kostengruppe 300	Nutzungs-dauer	Ersatz-häufigkeit	Herstellkosten					
		Jahre	Anzahl	€					
						Erneuerungsinvestition wird automatisch eingetr.			
	300	Instandsetzungsrelevante Bauteile KG300 auflisten	20	2	1,00 €				
	3xx	Nutzungsdauern aus Leitfaden Nachhaltiges Bauen eingeben	20	2	0,00 €				
		Herstellkosten (nominal) des jeweiligen Bauteils eingeben	20	2	0,00 €				
			20	2	0,00 €				
		Alternativ 0,6% der Herstellkosten KG300 pro Jahr ansetzen	1	49	0,00 €				
			50	0	0,00 €				
	xxx		50	0	0,00 €				
	xxx		50	0	0,00 €				
		AUDITOR: Kontrolle, dass Wert mit Summe KG300 übereinstimmt!	Unregelmäßige Zahlungen KG 300		1,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
			Barwert Erneuerung KG 300		0,77 €	0 €	0 €	0 €	0 €
						1	2	3	4
2	Kostengruppe 400	Nutzungs-dauer	Ersatz-häufigkeit	Herstellkosten					
		Jahre	Anzahl	€					
			Erneuerungsinvestition wird automatisch eingetr.						
	400	Elemente der KG 400 entsprechend Anlage auflisten	25	1	1,00 €				
	4xx		25	1	0,00 €				
			25	1	0,00 €				
			25	1	0,00 €				
	xxx		25	1	0,00 €				
		AUDITOR: Kontrolle, dass Wert mit Summe KG400 übereinstimmt!	Unregelmäßige Zahlungen KG 400		1,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
			Barwert Erneuerung KG 400		0,71 €	0 €	0 €	0 €	0 €

Abbildung 6-4: DGNB Steckbrief Nr. 16, unregelmäßige Zahlungen für Herstellung und Ersatzinvestitionen

Quelle: DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

Die Ergebnisausgabe der Lebenszykluskosten erfolgt als Barwert (netto) und wird auf den m² BGF bezogen. Zusätzlich werden noch die Barwerte der einzelnen Kostenarten aufgelistet und grafisch dargestellt.

Herstellkosten	4.833.960,92 €		1.147,54 €/m ² BGF
Barwert Nutzungskosten	4.599.441,62 €		1.091,87 €/m ² BGF
Barwert Erneuerung	1.523.727,73 €		361,72 €/m ² BGF
Barwert Gesamt Istgebäude	10.957.130,26 €		2.601,12 €/m ² BGF
Aufteilung der LCC-Kosten			
Herstellkosten KG 300	3.478.185,97 €	32%	44%
Herstellkosten KG 400	1.355.774,94 €	12%	
Barwert unregelmäßige Zahlungen KG 300	1.019.635,94 €	9%	14%
Barwert unregelmäßige Zahlungen KG 400	504.091,79 €	5%	
Barwert regelmäßige Instandhaltungskosten KG 300	82.602,65 €	1%	7%
Barwert regelmäßige Instandhaltungskosten KG 400	686.414,09 €	6%	
Barwert Nutzungskosten Reinigung	2.434.702,90 €	22%	22%
Barwert Nutzungskosten Energie	1.323.691,95 €	12%	12%
Barwert Nutzungskosten Wasser/Abwasser	72.030,03 €	1%	1%
	10.957.130,26 €	100%	

Abbildung 6-5: DGNB Steckbrief Nr. 16, Ergebnisausgabe

Quelle: DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

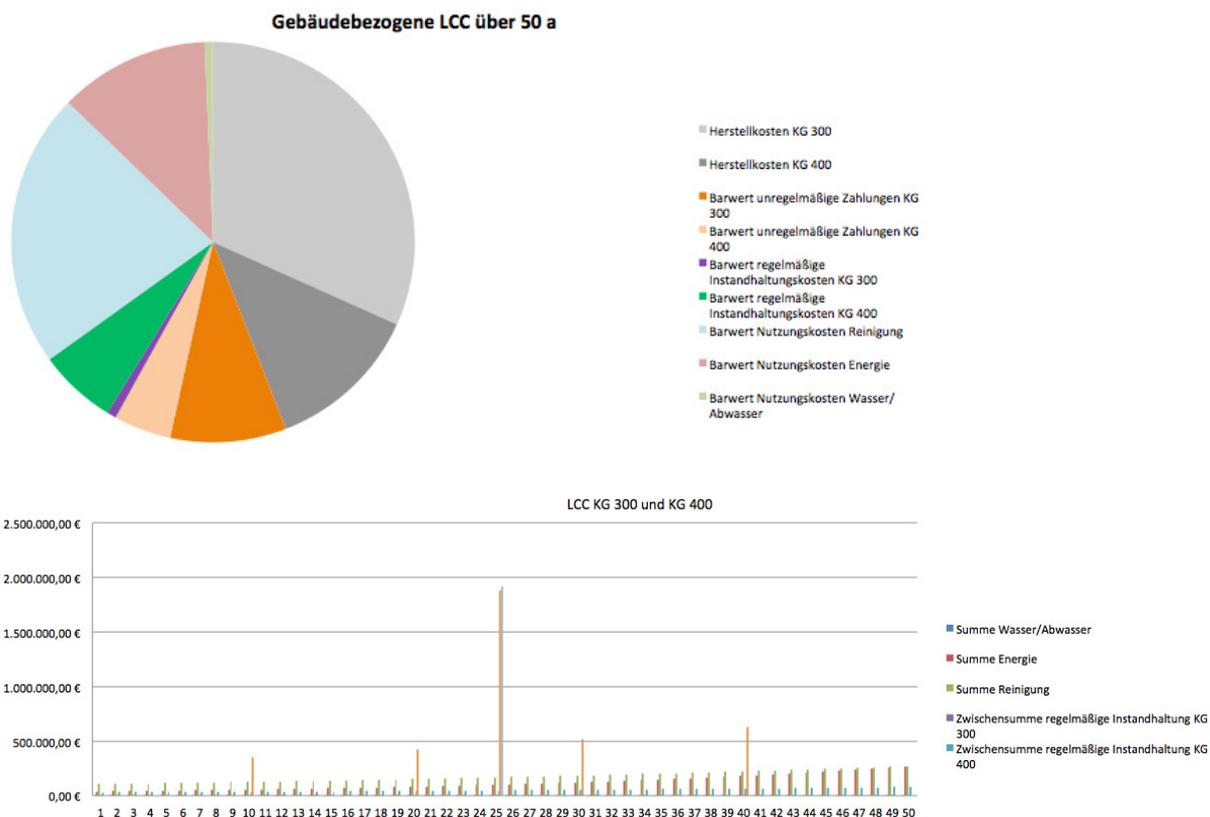


Abbildung 6-6: DGNB Steckbrief Nr. 16, grafische Darstellung der Ergebnisse

Quelle: DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

Fazit

Wie die DGNB selbst hinweist, darf der Steckbrief Nr. 16 nicht als vollständige Berechnung der Lebenszykluskosten angesehen werden. Für andere Anwendungszwecke als für die Zertifizierung sollte auf andere Berechnungsmodelle zurückgegriffen werden. Denn beispielsweise für einen Variantenvergleich in der Projektentwicklung werden an ein Berechnungstool andere Anforderungen gestellt. Erstens sollten die zu erwartenden Nutzungskosten möglichst vollständig in die Berechnung eingehen und zweitens sollte das Berechnungsmodell eine möglichst hohe Flexibilität in der Anpassung auf das einzelne Gebäude bieten. Die im DGNB Steckbrief Nr. 16 berücksichtigten Kostenarten decken nur einen Teil der gesamten Nutzungskosten eines Gebäudes ab. Denn aus Gründen der Vergleichbarkeit können andere als direkt gebäudebezogene Kosten nicht berücksichtigt werden. Eine individuelle Anpassung z.B. nach Regionalfaktoren oder eine Einbeziehung der Außenanlagen ist somit im Rahmen der Zertifizierung nicht möglich. Außerdem werden in der Berechnung Dienstleistungskosten wie Planungsleistungen, Installation, Rückbau und Entsorgung vernachlässigt.

6.1.2 LEKOS ABK

Das Softwaretool LEKOS ist ein Programmtool, das von Dipl.-Ing. Dr. Floegl (Donau-Universität Krems) entwickelt und in die Ausschreibungs-, Abrechnungs- und Kalkulationssoftware ABK integriert wurde. ABK bietet laut eigenen Angaben einen einfachen und schnellen Weg der Ermittlung von Lebenszykluskosten schon in der Entwurfsphase. Das Tool ist auf die ÖNORM B 1801 aufgebaut und bietet sich daher für einen Einsatz in Österreich an. Die Software ist als Datenbankanwendung aufgebaut und muss dementsprechend bei Änderungen von Werten mittels Klick auf den Berechnen-Button aktualisiert werden.

Gliederung

Die Kostengliederung erfolgt nach österreichischen Normen. Errichtungskosten werden gegliedert nach der ÖNORM B 1801-1 und die Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2. Betrachtet werden alle Kostenbereiche von Grund bis Reserven. Es gibt für nahezu alle Parameter Voreinstellungswerte (meist aus BKI), die aber nur als Vorlage dienen und unbedingt kontrolliert und an das jeweilige Projekt angepasst werden müssen.

Berechnungsmodell

Einige Kostengruppen werden über Faktoren berechnet, dies ist einerseits willkommen in den frühen Planungsphasen, mit zunehmenden Detaillierungsgrad können diese über Faktoren ermittelten Werte zu ungenau berechnet sein. So wird zum Beispiel das Volumen der Baugrube über einen Faktor „Baugrubenvolumen“ über die BGF berechnet. Für erste Prognosen ist dies akzeptabel – bei fortgeschrittenem Planungsstand müssen diese Werte kontrolliert und ausgebessert werden.

Kosten im Lebenszyklus fallen zu unterschiedlichen Zeiten an, und aufgrund der langen Nutzungsdauer müssen Faktoren wie Preissteigerung und Verzinsung berücksichtigt werden. Die Barwertmethode ermittelt den gegenwärtigen Wert einer Zahlung, welche in der Zukunft liegt. Durch Integration eines Valorisierungsmodells kann dies in LEKOS berücksichtigt werden, diese Funktion kann aber auch deaktiviert werden und somit werden alle Kosten ohne Preissteigerung und Verzinsung ausgegeben.

Daten

Die Software ist konzipiert für die Berechnung bzw. Prognose der Lebenszykluskosten in einem frühen Planungsstadium. Deshalb sind die Daten auch in ihrer Detailliertheit beschränkt.

So wird zum Beispiel das Volumen der Baugrube über einen Faktor (z.B. 1,05) und die BGF ermittelt. Das Volumen Baugrube ist somit $1,05 * BGF$. Die Kosten für die Baugrube werden dann über einen Kennwert Kosten/m^3 ^(Baugrube) berechnet.

Die Eingabe der Daten gliedert sich in vier Bereiche:



In den „Basisparameter“ sind die allgemeinen Flächengrößen einzugeben, die Parameter für die Ermittlung der Mengen, Objektkennwerte, Kostenkennwerte etc.

Die „Errichtungskosten“ sind nach ÖNORM B 1801-1 gegliedert. Hat man schon genauere Kostenschätzungen zur Verfügung können sie hier eingegeben werden. Ansonsten werden sie über Faktoren, Flächen und Kostenkennwerten berechnet.

Die „Parameter Folgekosten“ sind gegliedert in Finanzielle Parameter, Parameter Verwaltung+Technik, Parameter Ver- und Entsorgung, Parameter Reinigung, Parameter Gebäudedienste, Parameter Instandsetzungen und Parameter Abbruch/Entsorgung.

Im Bereich „Folgekosten“ werden die Folgekosten mittels der „Parameter Folgekosten“ berechnet und nach ÖNORM B 1801-2 dargestellt.

Die Eingabe der Daten wird durch eine Checkliste vereinfacht. Das Programm zeigt an, welche Parameter unbedingt vom Benutzer zu überprüfen sind und absolut notwendig für eine erste Berechnung sind.

Die Checkliste unterscheidet zwischen vorgeschriebenen Parametern (rot gekennzeichnet) und empfohlenen Parametern (orange gekennzeichnet).

Vorgeschriebene Flächen-Parameter sind unter anderem:

- Grundstücksfläche (in m^2)
- Brutto-Grundfläche (in m^2)
- Brutto-Rauminhalt (in m^3)
- Netto-Grundfläche (in m^2)
- Nutzfläche (in m^2)
- Brutto-Grundfläche beheizt (in m^2)
- Brutto-Grundfläche klimatisiert (in m^2)
- Grünfläche (in m^2)
- Befestigte Außenflächen (in m^2)

Empfohlene Flächen-Parameter sind unter anderem:

- Fenster/Glasflächen außen (in m^2)
- Glasfassadenfläche außen (in m^2)
- Glasfläche innen (in m^2)
- Jalousienflächen (in m^2)
- Gangflächen (in m^2)
- Garagenflächen (in m^2)

Darüberhinaus sind auch sämtliche Errichtungskosten einzugeben wie unter anderem:

- Dachkonstruktion Beton (Holz, Stahl oder Sonstiges) (in €)
- Aussenwandkonstruktion Beton (Holz, Stahl oder Sonstiges) (in €)

Zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen sind des Weiteren auch die Kosten pro Quadratmeter, jedoch sie sind in den Voreinstellungen bereits als Referenzkosten enthalten (hauptsächlich aus BKI). Unter anderem sind das:

- Baugrube Kosten/m³ (in €/m³)
- Gründung Kosten/m³ (in €/m³)
- Außenwand Kosten/m³ (in €/m³)

Zeile	Bereich	Bezeichnung	Wert	EH	Prüfung/Eingabe
10.200	Objektkenndaten	Grundstücksfläche	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.300	Objektkenndaten	Brutto-Grundfläche	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.400	Objektkenndaten	Brutto-Rauminhalt	0.00	m ³	vorgeschrieben
10.500	Objektkenndaten	Netto-Grundfläche	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.600	Objektkenndaten	Nutzfläche	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.700	Objektkenndaten	Brutto-Grundfläche beheizt	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.800	Objektkenndaten	Brutto-Grundfläche klimatisiert	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.900	Objektkenndaten	Grünfläche	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.1000	Objektkenndaten	Befestigte Außenflächen	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.2900	Objektkenndaten	Fenster/Glasflächen außen	0.00	m ²	empfohlen
10.3000	Objektkenndaten	Davon Fenster/Glasflächen außen m...	0.00	m ²	empfohlen
10.3100	Objektkenndaten	Glasfassadenfläche außen	0.00	m ²	empfohlen
10.3200	Objektkenndaten	Davon Glasfassadenflächen außen ...	0.00	m ²	empfohlen
10.3300	Objektkenndaten	Glasflächen nicht vertikal außen	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.3350	Objektkenndaten	Glasflächen nicht vertikal außen mit ...	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.3400	Objektkenndaten	Glasflächen innen	0.00	m ²	empfohlen
10.3500	Objektkenndaten	Davon Glasflächen innen mit Arbeits...	0.00	m ²	empfohlen
10.3600	Objektkenndaten	Jalousienflächen	0.00	m ²	empfohlen
10.3700	Objektkenndaten	Davon Jalousienflächen mit Arbeits...	0.00	m ²	empfohlen
10.3800	Objektkenndaten	Büro- und Wohnflächen	0.00	m ²	empfohlen
10.3900	Objektkenndaten	Sanitärflächen horizontal	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.4000	Objektkenndaten	Sanitärflächen vertikal	0.00	m ²	vorgeschrieben
10.4100	Objektkenndaten	Gangflächen	0.00	m ²	empfohlen

Abbildung 6-7: LEKOS, Checkliste

Quelle: LEKOS

Am einfachsten ist es, die Checkliste abzuarbeiten und danach alle Parameter manuell zu überprüfen. Danach kann nach einem ersten Berechnungsvorgang das Prüfprotokoll zu Rate gezogen werden. Es enthält eine Liste mit allen Fehlermeldungen zu den jeweiligen Positionen.

Zeile	Bereich	Meldung
80.400	Parameter Inst...	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.200	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.300	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.600	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.700	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.800	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.900	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.1200	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.1300	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.1400	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.1500	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<

Abbildung 6-8: LEKOS, Prüfprotokoll

Quelle: LEKOS

Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisdarstellung ist sehr umfangreich – LEKOS gibt eine Entwicklung der Kosten über die Jahre hinweg an, stellt die Kosten gemäß Kostenbereich der ÖNORM B 1801 dar, oder errechnet Kennwerten (z.B. Folgekosten in €/m² und Jahr, oder Kennwerte bezogen auf Nutzungseinheiten). Darüberhinaus können auch eigene Kennwerte erstellt werden. Die Darstellung erfolgt visuell in verschiedenen Balken- und Kreisdiagrammen.

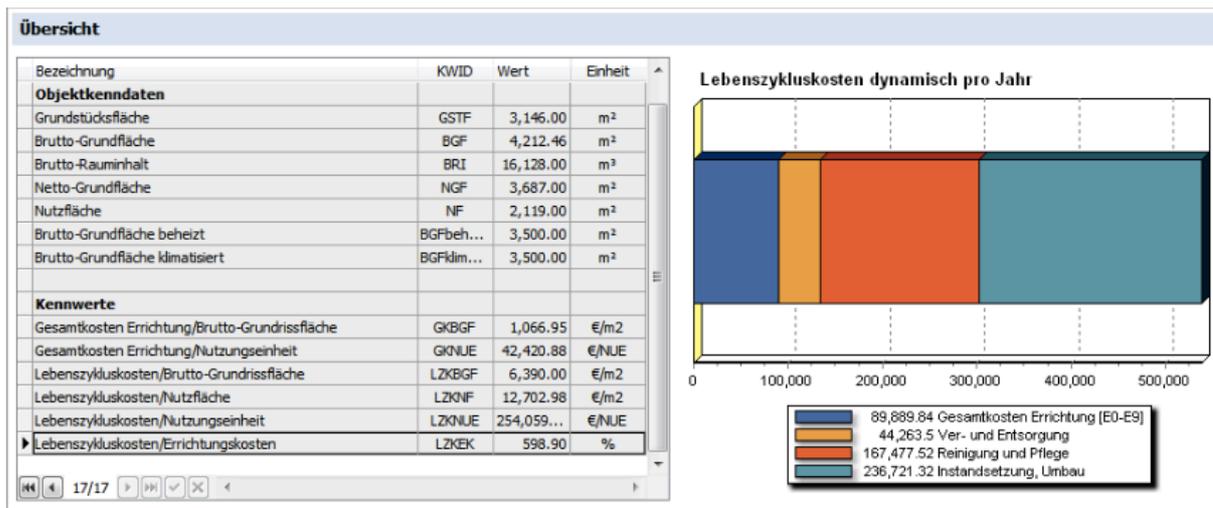


Abbildung 6-9: LEKOS, Ergebnisdarstellung

Quelle: LEKOS

Im Registerblatt Kostenverteilung werden die Kosten des gesamten Lebenszyklus in einem Kreisdiagramm dargestellt in beiden Varianten statisch und dynamisch.

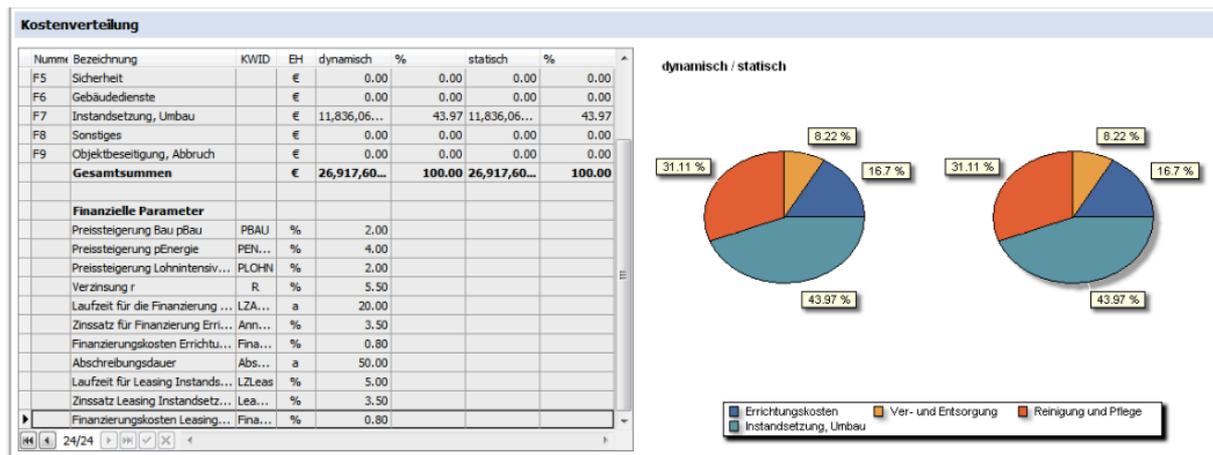


Abbildung 6-10: LEKOS, Ergebnisdarstellung

Quelle: LEKOS

Fazit

LEKOS ist geeignet für die frühe Planungsphase, mittels weniger Eingabeparameter kann eine Prognose der Lebenszykluskosten vorgenommen werden. Die Basisvorlage mit der gearbeitet wurde, wurde von Dr. Floegl erstellt und ist auf Bürogebäude mittleren Standards abgestimmt. Bei anderen Gebäudearten ist eine demensprechende Anpassung vorzunehmen, die leider mit sehr viel Programmieraufwand verbunden ist.

6.1.3 LEGEP

Das Programm LEGEP (Lebenszyklus-Gebäude-Planung) wurde in einem dreijährigen Forschungsprojekt von 1997 bis 2000 entwickelt und durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert.⁵⁹ Leiter dieses Forschungsprogramms war Architekt Holger König, der jetzige Geschäftsführer der LEGEP Software GmbH.⁶⁰

Dem Nachhaltigkeitsgedanken im Immobiliensektor und in der Bauwirtschaft wurde mit diesem Forschungsprojekt Rechnung getragen. So wurde auf die neuen Entwicklungen reagiert und erkannt, dass sich die Rahmenbedingungen für Investoren, Planer, Bauherren und Nutzer von Gebäuden ändern werden und Green Building, Sustainable Property, Zukunftsfähigkeit und Wertstabilität von Immobilien wichtige Begrifflichkeiten sind, die in die Zukunft verweisen. Waren bis dato für die Bauentscheidungen lediglich die Herstellungskosten ausschlaggebend, werden nun die Folgekosten, welche in der Nutzungsphase entstehen, für die Entscheidung immer essentieller. Daher wurde LEGEP als Berechnungstool für die integrale Planung nachhaltiger Gebäude entwickelt, das unter anderem auch Gebäudeinformationen zu Medienbedarf, Reinigung, Wartung und Instandsetzung berücksichtigt.⁶¹

⁵⁹ vgl. <http://lekep.de/forschung/>

⁶⁰ vgl. <http://www.koenig-holger.de/biografie/bio.html>

⁶¹ vgl. König: LEGEP - Handbuch für die Gebäudezertifizierung, S. 1

Aufbau und Beschreibung des Programms

Die Software ist zusammengesetzt aus mehreren Programmmodulen, die wiederum ihre dazugehörigen Datenbanken integriert haben. Insgesamt gibt es sieben Module, die sich für die Programmstrukturierung und Navigierung als Reiter seitlich im Tool befinden und sich aus folgenden Themengebiete zusammensetzen:

- Projekt
- Kostenplanung
- Wärme/Energie
- Wirtschaftlichkeit
- Lebenszykluskosten
- Ökologie
- Bauteilvergleich

Diese Module gliedern sich immer in die selben Unterpunkte, wodurch eine gute Übersicht gegeben ist:

- Beschreibung
- Berechnung
- Bewertung

Bei der Beschreibung werden die gewünschten Rahmenbedingungen ausgewählt. So etwa der Betrachtungszeitraum oder das Energieeinsparverordnungs-Rechenverfahren (EnEV). Mittels der Elemente aus der Stammdatenbank oder den eigenen Bauteilen wird das Gebäude modelliert.

Unter Berechnung wird das beschriebene Gebäudemodell auf Basis der aktuellen DIN-Normen und weiterer Regelwerke berechnet. Die Darstellung der Auswertungen erfolgt mittels Listen, Tabellen und Diagrammen.

Die Bewertung des Bauwerkes ist nur notwendig, wenn eine Gebäudezertifizierung angestrebt wird, hierzu werden die Ergebnisse vorher definierten Grenz-, Ziel- oder Orientierungswerten gegenübergestellt. Somit kann die Performance des Gebäudes beurteilt und gegebenenfalls optimiert werden.⁶²

⁶² vgl. LEGEP - Broschüre, S. 2

Projekt test (Schreibgeschützt)

- Projekt Beschreibung
- Berechnung Bewertung
- Kostenplanung Bewertung
- Wärme / Energie Bewertung
- Beschreibung Bewertung
- Berechnung Bewertung
- Wirtschaftlichkeit Bewertung
- Beschreibung Bewertung
- Berechnung Bewertung
- Lebenszykluskosten Bewertung
- Beschreibung Bewertung
- Berechnung (statisch) Bewertung
- Berechnung (dynamisch) Bewertung
- Ökologie Bewertung
- Beschreibung Bewertung
- Berechnung Bewertung
- Bauprodukte / Risikostoffe Bewertung
- Beschreibung Bewertung
- Berechnung Bewertung
- Bauteilvergleich Bewertung
- Beschreibung Bewertung
- Berechnung Bewertung

Speichern

Allgemein

Grundstücksfläche	0,00	m ²	Bebaute Fläche	0,00	m ²	Fläche Tiefgarage ausserhalb des Gebäudes	0,00	m ²
Anzahl Geschosse oberirdisch	0,0		Geschoßhöhe	0,00	m	BRI	0,00	m ³
Anzahl Geschosse unterirdisch	0,0							

Angaben zur EnEV

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	0,00	m ²	A/V-Verhältnis	0,00	m ²	Gebäudenutzfläche A	0,00	m ²
Beheiztes Gebäudevolumen Ve	0,00	m ³	Beheizte NGF	0,00	m ²	Beheiztes Luftvolumen V	0,00	m ³
Umfang Grundfläche (Perimeter)	0,00	m						
Charakteristische Breite B _G	0,00	m	Charakteristische Länge L _G	0,00	m			

Weitere Flächenangaben

BGF a	0,00	m ²	KGF	0,00	m ²	BGF a, b, c	0,00	m ²
NGF	0,00	m ²	VF	0,00	m ²	TF	0,00	m ²
NF	0,00	m ²	(NNF)	0,00	m ²	Wohnfläche	0,00	m ²
(-HNf)	0,00	m ²				BGF ist Summe		
Außenfläche	0,00	m ²						

Anzahl Wohnungen

1-Personen	0	2-Personen	0	3-Personen	0
4-Personen	0	5-Personen und mehr	0		

Abbildung 6-11: Programmstruktur LEGEP

Quelle: LEGEP

Beschreibung der Module

Modul Projekt

Im Programmmodul Projekt werden alle für das Gebäude relevanten Grunddaten festgehalten, wie Grundflächen, Rauminhalte oder Angaben zur Lage. Des Weiteren werden in diesem Modul bereits die Projektelemente erfasst und so ein Gebäudemodell aufgebaut. Das Projekt wird per Drag & Drop aus vordefinierten sirAdos-Elementen zusammengesetzt. Nach Bedarf können die Elemente angepasst werden, um eine höhere Detaillierung zu erreichen.

Modul Kostenplanung

Bei den bereits zur Projektmodellierung genutzten sirAdos-Elementen, sind jeweils aktuelle Baupreise hinterlegt. Auf Basis dieser Elemente ist die Kostenermittlung nach DIN 276 möglich. So können Daten für die Kostenschätzung, Kostenberechnung und Kostenanschlag ermittelt werden.

Modul Wärme/Energie

Das Modul Wärme und Energie ermöglicht das Erstellen von Energieausweisen für Gebäude. Die Berechnung wird nach der EnEV 2007/2009 (Energieeinsparverordnung) auf Basis von DIN - Normen durchgeführt. Die ausgewählten Bauteile werden wieder per Drag & Drop mit den Hüllflächen verknüpft.

Modul Wirtschaftlichkeit

In dem Modul Wirtschaftlichkeit können Baumaßnahmen von Sanierungsvarianten für Bestandsgebäude beurteilt werden. Da die Daten für die Kostenplanung und die Energiebedarfsberechnung in den vorangegangenen Modulen bereits erfasst wurden, kann die Wirtschaftlichkeitsberechnung nun rasch und datenkonsistent durchgeführt werden.

Modul Lebenszykluskosten

In diesem Modul können alle entstehenden Kosten zu einem Bauwerk, wie zum Beispiel Reinigung oder Wartung, in einem selber definierten Betrachtungszeitraum errechnet werden. Die Berechnungen können wahlweise nach der DIN 267 oder nach der DIN 18960 durchgeführt werden.

Modul Ökologie

Mit dem Modul Ökologie können die Auswirkungen auf die Umwelt in allen Lebenszyklusphasen berechnet werden. Die Berechnungsgrundlage bildet die deutsche Ökomoduldatenbank „Ökobau.dat“. Auch hier werden die bereits erfassten Gebäudespezifischen Daten verwendet.

Modul Bauteilvergleich

In diesem Modul können Projektelemente, über ihren gesamten Lebenszyklus, miteinander verglichen werden.

Datenquellen

Die Datenbanken enthalten die wesentlichen Informationen zur Berechnung in den jeweiligen Programmmodulen. So nutzt etwa das Modul Kostenplanung die sirAdos-Baudaten, um auf Basis der Bauelemente bereits eine Aussage über die Errichtungskosten treffen zu können.

Übersicht der Datenquellen:

- sirAdos-Baudaten
- DIN 4108
- Tabelle: Nutzungsdauer von Bauteilen des BBSR
- Ökobau.dat
- VDI 2067⁶³

Ergebnisdarstellung

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt gegliedert nach den Kostengruppen der deutschen Normen DIN 276-1 und DIN 18960. Die Informationen können je nach Wunsch auch in diversen Kreis- und Balkendiagrammen graphisch dargestellt werden. Die Lebenszykluskosten werden jeweils wahlweise statisch oder dynamisch als Kreisdiagramm (prozentual), Balkendiagramm (absolut) oder jährliche Entwicklung dargestellt.

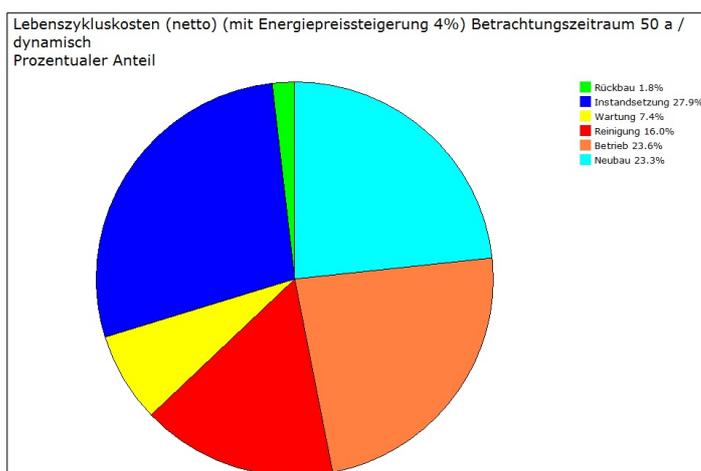


Abbildung 6-12: Lebenszykluskosten Kreisdiagramm

Quelle: LEGEP

⁶³ vgl. LEGEP - Broschüre, S. 3

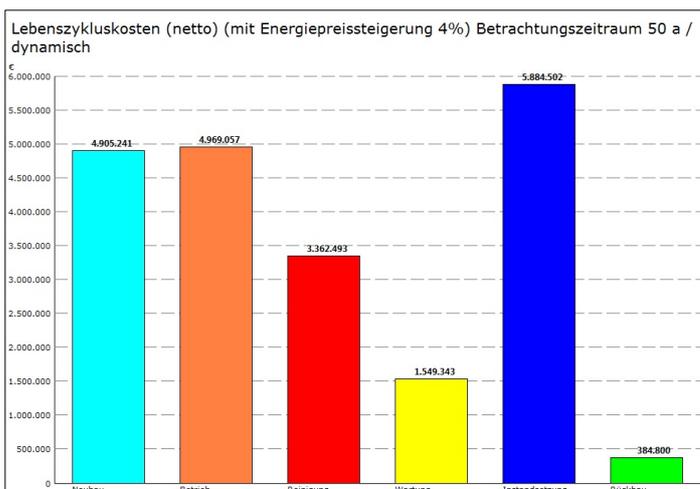


Abbildung 6-13: Lebenszykluskosten Balkendiagramm

Quelle: LEGEP

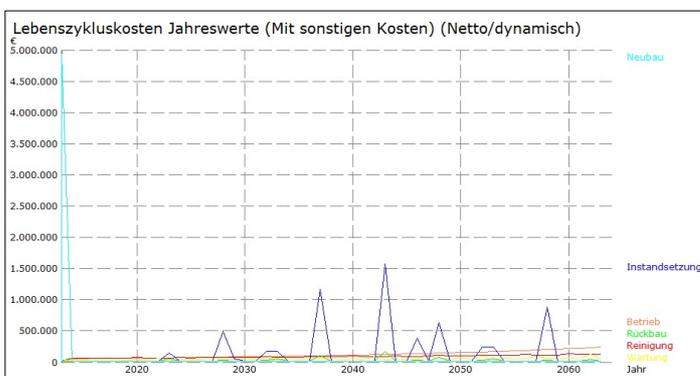


Abbildung 6-14: Lebenszykluskosten als jährliche Entwicklung

Quelle: LEGEP

Fazit

Grundsätzlich ist das Programm LEGEP sehr übersichtlich strukturiert, so findet man rasch die gewünschten Eingabemasken oder Berechnungen. Leider sind die Rechenwege nicht immer transparent gehalten, was eine Überprüfung bzw. Plausibilitätsprüfung sehr erschwert. Da man für die Gebäudemodellierung anhand der programmeigenen Elementdatenbank detaillierte Informationen zum Projekt benötigt, eignet sich das Programm eher ab der fortgeschrittenen Planungsphase. Wenn man die notwendigen Informationen jedoch parat hat, profitiert man von der Informationstiefe der integrierten sirAdos-Baudatenbank, da diese unter anderem über weiterführende ökologische Daten und Lebenszykluskosten zu den Elementen verfügt. Das Programm ist für den Einsatz im gesamten Hochbau geeignet, Grenzen stellen nur etwaige Sonderausstattungen dar.

6.1.4 Berechnung der Lebenszykluskosten von einem Beispielprojekt

Das Beispielprojekt stellt den Neubau eines Büroobjektes mittleren Standards dar. Das Gebäude setzt sich aus einem Kellergeschoß, einem Erdgeschoß und fünf Obergeschoßen zusammen. Es weist einen quadratischen Grundriss mit Seitenlängen von 24 m auf. Das Bauwerk ist freistehend und grenzt an keinerlei Nachbargebäude an. Die fünf Obergeschosse sind als Regelgeschoße geplant. Hier befinden sich die Büroräumlichkeiten. Ein Treppenhaus und ein Aufzug führen vom Kellergeschoss bis ins fünfte Obergeschoss. Das Gebäude besticht durch sein einfaches Tragsystem, welches aus dem innenliegenden aussteifenden Kern und außenliegenden tragenden Fassadenwandstreifen besteht. Dazwischen werden die Decken gespannt. Zwischen den tragenden Fassadenstreifen befinden sich Fensterstreifen, welche sich von oben nach unten ziehen. Die Wärmeversorgung erfolgt über eine geothermische Wärmepumpe.

Abmessung, Fläche, Volumen	Wert
Grundstücksfläche	3.185 m ²
Gebäudeabmessungen	Länge, Breite: 24 m
BGF	4.212 m ²
NGF	3.687 m ²
NF	2.119 m ²
Fensterfläche	727 m ²
Fassadenfläche	2.352 m ²
Geschoßhöhen	4,0 m
Gebäudehöhe	24,0 m
Gebäudevolumina	16.128 m ³
Stahlbetonwände	947 m ³

Tabelle 6-1: Dimensionen des Gebäudes

Energiebedarf	Wert
Heizwärmebedarf pro Nettofläche	63,83 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf pro Bruttofläche	40,53 kWh/m ² a
Kältebedarf pro Nettofläche	5,61 kWh/m ² a
Kältebedarf pro Bruttofläche	4,35 kWh/m ² a

Tabelle 6-2: Jährlicher Wärme und Kältebedarf



Abbildung 6-15: 3D Schnitt

Quelle: Kulesza, Zierhofer, Mozuraitis

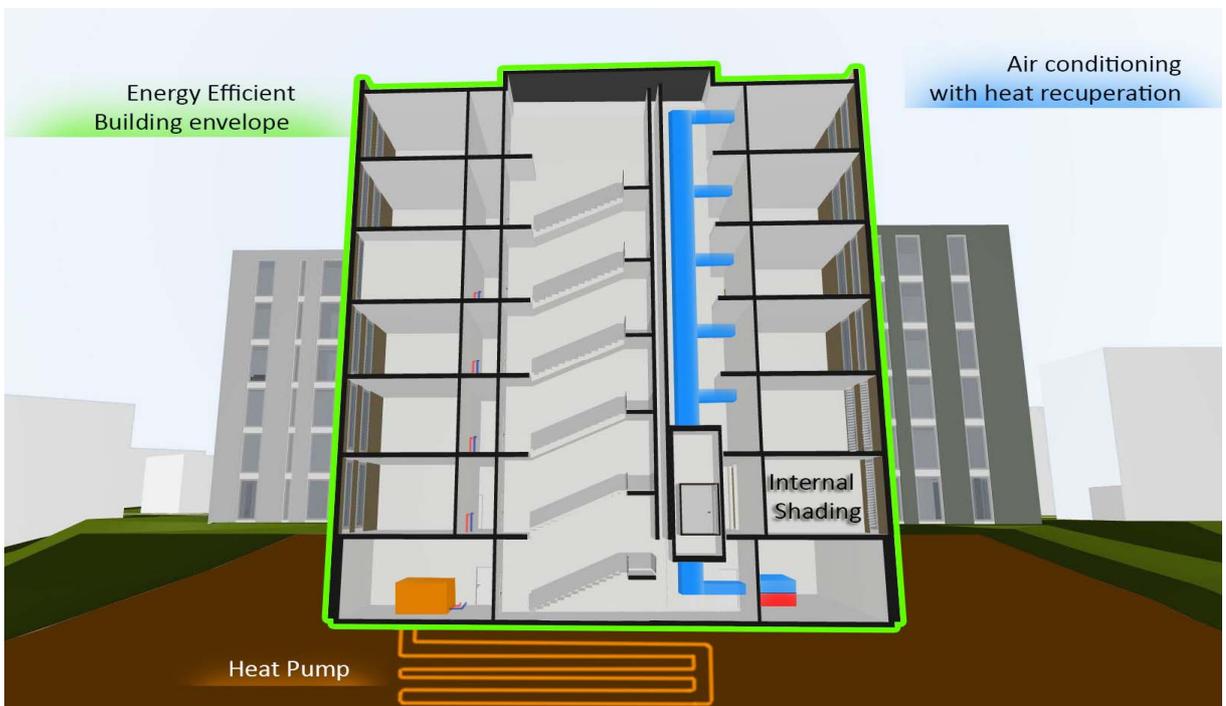


Abbildung 6-16: Schema vom Heiz- und Kühlsystem

Quelle: Kulesza, Zierhofer, Mozuraitis



Abbildung 6-17: Regelgeschoss

Quelle: Kulesza, Zierhofer, Mozuraitis

Berechnungsparameter

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wurden bei allen drei Berechnungen dieselben Parameter verwendet:

- Betrachtungszeitraum: 50 Jahre
- Kapitalverzinsung: 5,5 %
- Allgemeine Preissteigerung: 2 %
- Preissteigerung Energiekosten: 4 %

Außerdem wurden jeweils dieselben Kostenarten berücksichtigt:

- Bauwerkskosten
- Ver- und Entsorgung
- Reinigung und Pflege
- Instandsetzung

Trotzdem weichen die Ergebnisse relativ stark voneinander ab. Dies liegt hauptsächlich an den unterschiedlichen Datengrundlagen, die verwendet wurden. Die Ergebnisse werden ohne Mehrwertsteuer angegeben und sind auf m² BGF bezogen.

Gegenüberstellung der Ergebnisse

Quelle: Grafische Darstellung von Veronika Zoller

Vergleich der Ergebnisse

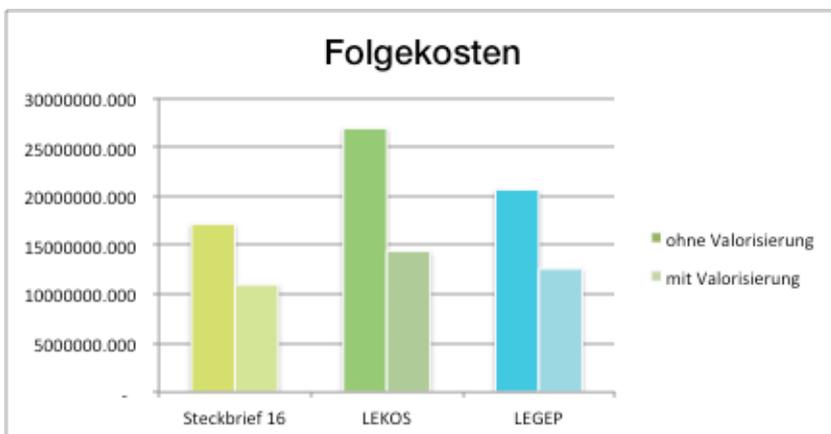
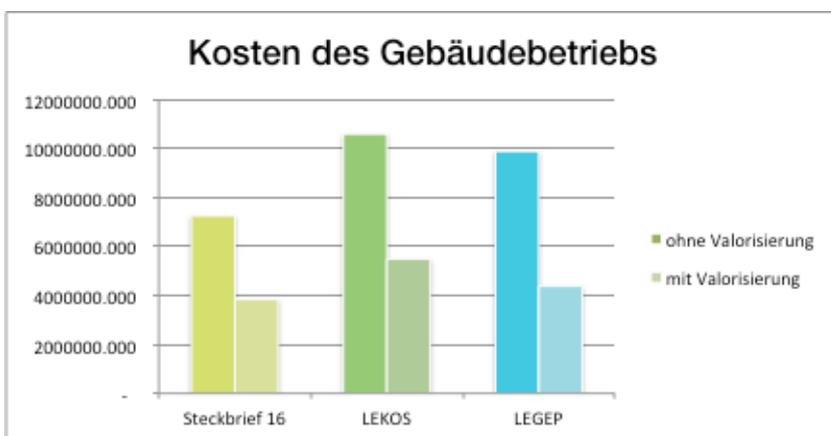
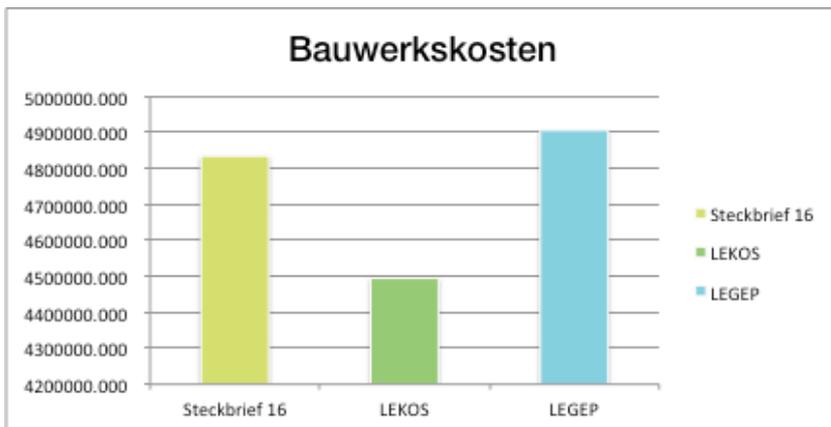
Bürogebäude
Bruttogrundfläche: 4.212

Kategorie	Steckbrief 16		LEKOS		LEGEP	
	mit Valorisierung	ohne Valorisierung	mit Valorisierung	ohne Valorisierung	mit Valorisierung	ohne Valorisierung
KHG E0	-	-	-	-	-	-
KHG E1	-	-	-	-	-	-
KHG E2	3.478.185,97	3.478.185,97	1.357.536,56	1.357.536,56	3.592.574,00	3.592.574,00
KHG E3	-	-	-	-	-	-
KHG E4	1.355.774,94	1.355.774,94	1.465.111,80	1.465.111,80	1.312.666,00	1.312.666,00
KHG E5	-	-	-	-	-	-
KHG E6	-	-	-	-	-	-
KHG E7	-	-	-	-	-	-
KHG E8	-	-	-	-	-	-
KHG E9	-	-	-	-	-	-
SKG	4.833.960,91	4.833.960,91	4.494.491,96	4.494.491,96	4.905.240,00	4.905.240,00
SKG	-	-	-	-	-	-
SKG	-	-	-	-	-	-
SKG	-	-	-	-	-	-
KHG F1	-	-	-	-	-	-
KHG F2	-	-	-	-	-	-
KHG F3	1.395.722,00	2.018.634,15	1.499.902,73	2.213.175,00	1.665.693,00	4.969.057,00
KHG F4	2.434.702,90	5.225.125,00	3.977.385,49	8.373.876,00	2.709.064,00	4.911.836,00
KHG F5	-	-	-	-	-	-
KHG F6	-	-	-	-	-	-
KHG F7	-	-	-	-	-	-
KHG F8	2.292.744,47	5.078.012,15	4.403.065,71	11.836.065,79	3.288.348,00	5.884.502,00
KHG F9	-	-	-	-	-	-
SKG	3.830.424,90	7.243.759,15	5.477.288,22	10.587.051,00	4.374.757,00	9.880.893,00
SKG	8.664.385,81	12.077.720,06	9.971.780,18	15.081.542,96	9.279.997,00	14.786.133,00
SKG	6.123.169,37	12.321.771,30	9.880.353,93	22.423.116,79	7.663.105,00	15.765.395,00
SKG	6.123.169,37	12.321.771,30	9.880.353,93	22.423.116,79	7.663.105,00	15.765.395,00
SKG	10.957.130,28	17.155.732,21	14.374.845,89	26.917.608,75	12.568.345,00	20.670.635,00
Kennwerte	2.601,12	4.072,62	3.412,46	6.390,00	2.983,61	4.907,02
	1.147,54	1.147,54	1.066,95	1.066,95	1.164,46	1.164,46

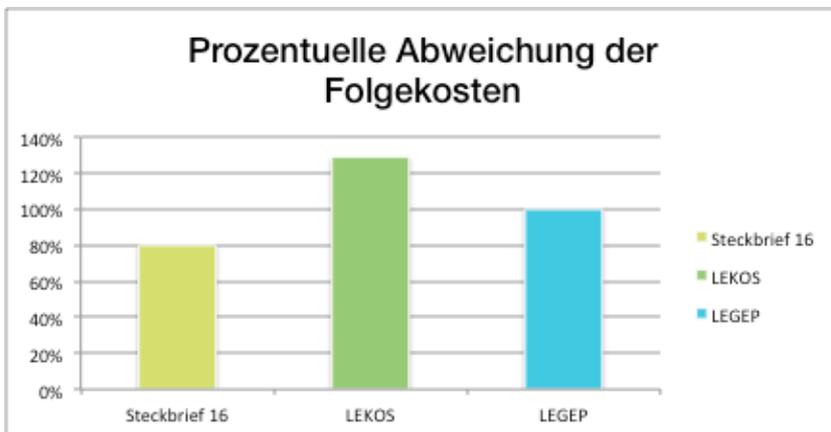
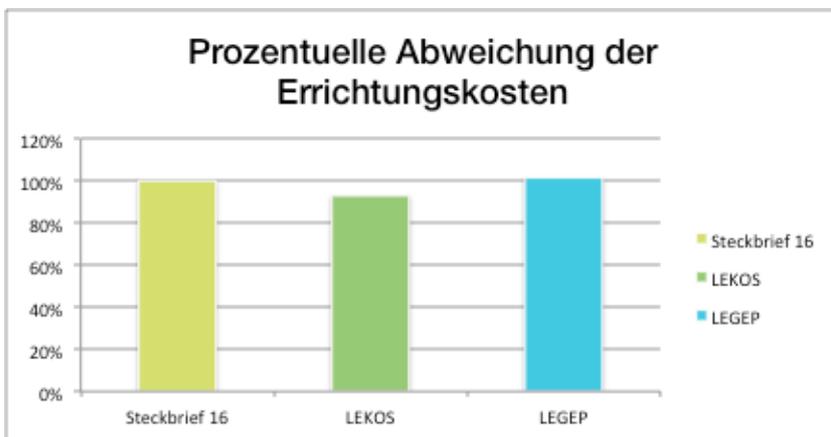
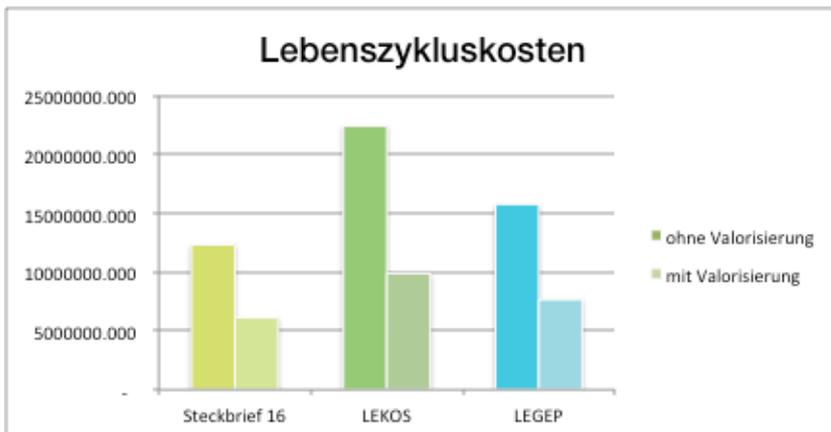
Kennwerte

Lebenszykluskosten / BGF
Errichtungskosten / BGF

Grafischer Vergleich der Ergebnisse



Quelle: Grafische Darstellung von Veronika Zoller



Quelle: Grafische Darstellung von Veronika Zoller

Vergleich der Softwaretools

In Tabelle 6-3 sind die jeweiligen Eigenschaften, Funktionen und weitere Programmspezifika der drei vorgestellten Softwaretools gegenübergestellt. Die Tabelle soll einen raschen Überblick über die möglichen Anwendungsgebiete und eventuellen Grenzen oder Probleme in der Anwendung geben.

Kriterium	DGNB Steckbrief Nr. 16	LEGE P	LEKOS ABK
Anwendungsphase	<ul style="list-style-type: none"> • Zertifizierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwurf bis Ausführung 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorentwurf • Entwurf
Datenbank	Alle erforderlichen Daten Grundlagen sind vorgegeben.	<ul style="list-style-type: none"> • sirAdos-Baudaten • DIN 4108 • Ökobau.dat • Tabelle Nutzungsdauer von Bauteilen des BBSR • VDI 2067 	Es ist keine Datenbank hinterlegt, als Voreinstellungen wurden Daten aus dem BKI genommen.
Normen	DIN 276 DIN 18960	DIN 276 DIN 18960	ÖNORM B 1801-1 ÖNORM B 1801-2
Umstellung der Kosten: Netto/Brutto	Nein, nur Netto.	Ja, eine Umstellung ist möglich.	Ja, eine Umstellung ist möglich.
Preissteigerung	Ja, wird berücksichtigt. Alle Zinssätze sind vorgegeben.	Ja, wird berücksichtigt. Es bestehen Voreinstellungen, aber alle Zinssätze können geändert werden.	Ja, wird berücksichtigt. Es bestehen Voreinstellungen, aber alle Zinssätze können geändert werden.
Kapitalverzinsung	Ja, wird berücksichtigt. Alle Zinssätze sind vorgegeben.	Ja, wird berücksichtigt. Es bestehen Voreinstellungen, aber alle Zinssätze können geändert werden.	Ja, wird berücksichtigt. Es bestehen Voreinstellungen, aber alle Zinssätze können geändert werden.
Nachvollziehbarkeit	Ja, ist für das Berechnungsmodell und den Programmaufbau gegeben.	Nein, die Berechnung findet im Hintergrund statt, die Berechnungsschritte können nicht überprüft werden.	Ja, auch im Kommentarfeld können eigene Anmerkungen festgehalten werden
Anpassbarkeit an Projekt	Nein. Da alle Kostenarten, Kostenkennwerte und Berechnungsparameter festgelegt sind.	Ja, ist möglich.	Ja, ist möglich, jedoch viel Aufwand.
Auswertung	Die wichtigsten Ergebnisse werden aufgelistet und grafisch dargestellt.	Alle relevanten Ergebnisse werden als Tabellen und Diagrammen aufbereitet.	Gute Aufbereitung der Ergebnisse, schöne Übersicht mit Diagrammen.
Vergleich	Nein. Ist nicht möglich.	Ja, Vergleich von Bauteilen und Projekten möglich.	Nein. Ist nicht möglich.
Variantenstudie	Nein. Ist nicht möglich.	Ja. Ist möglich.	Ja. Ist möglich.
Anwendungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Bürogebäude • Verwaltungsgebäude 	Das Programm deckt den gesamten Hochbau ab. Bei Sonderbauten und Sonderausstattungen stößt es an seine Grenzen.	Basisvorlage bezieht sich auf Bürogebäuden mittleren Standards. Für Schulgebäude, Wohngebäude etc. muss die Basisvorlage angepasst werden.

Tabelle 6-3: Vergleich der getesteten Softwaretools

6.1.5 Fazit zur Anwendbarkeit

Bei dem Vergleich der Softwaretools gab es einige Punkte in denen sich die Programme wesentlich unterschieden haben und den Vergleich der Ergebnisse erschwerten. Die zugrundeliegenden Normen der einzelnen Tools waren entweder die österreichischen Normen B 1801 oder die deutschen Normen DIN 276 sowie DIN 18960.

Die Anwendungsgebiete der Programme unterscheiden sich hauptsächlich in der Phase des Einsatzes. Vor allem LEGEP ist für den Einsatz in den frühen Planungsphasen zu detailliert. Im Gegensatz dazu kann LEKOS ABK und der Steckbrief Nr. 16 nicht in der Ausführungsphase verwendet werden.

Beim Steckbrief Nr. 16 unterscheiden sich die berücksichtigten Kostengruppen wesentlich von LEKOS ABK und LEGEP. Ein Vergleich macht daher nur Sinn wenn bei allen Programmen die gleichen Kostengruppen betrachtet werden.

Bei LEGEP gibt es hinterlegte Datenbanken, bei den anderen beiden Softwaretools nicht. Die Daten müssen aus Referenzprojekten und durch Zukauf von externem Know-How ermittelt werden.

Durch Ausprobieren von verschiedenen Zinssätzen bei der Preissteigerung und der Kapitalverzinsung hat sich herausgestellt, das auch nur eine kleine Veränderung großen Einfluss auf das Endresultat hat. Das gesamte Ergebnis lässt sich mit diesen Faktoren steuern.

Bei allen drei Softwaretools wurden dieselben Kostengruppen berücksichtigt. Bei den Errichtungskosten kann man erkennen, dass die Ergebnisse der Kostenberechnung eine Abweichung von maximal 7 % haben. Bei den Folgekosten jedoch wurde - trotz derselben Parameter und Systemgrenzen - eine Abweichung von rund 38 % festgestellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein Vergleich der Lebenszykluskosten-Softwaretools nur begrenzt möglich ist, da jedes Tool einen anderen Schwerpunkt hat, anderen Normen zugrunde liegt und für andere Anwendungsgebiete konzipiert wurde.

Bei der Auswahl eines Tools müssen somit alle Randbedingungen ermittelt werden, um so das richtige Tool für die unterschiedlichen Anforderungen auswählen zu können.

6.2 Unternehmen

6.2.1 Bundesimmobiliengesellschaft mbH

Die BIG als oberste Konzerngesellschaft des BIG-Konzerns ist ein integriertes Immobilienunternehmen für die Republik Österreich, deren Institutionen und ausgegliederten Gesellschaften. Die BIG befindet sich zu hundertprozentig im Eigentum der Republik Österreich. Die Eigentümerfunktion wird dabei vom Bundesminister für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ) wahrgenommen. Mit einem Anlagevermögen von rund neun Milliarden Euro ist die BIG einer der größte Immobilieneigentümer Österreichs. Der Großteil der Immobilien wurde gemäß Bundesimmobiliengesetz von der Republik Österreich an die BIG verkauft. Laut Bundesimmobiliengesetz hat die BIG zu marktkonformen Bedingungen den Raumbedarf des Bundes zu befriedigen. Die Geschäftsaktivitäten der BIG umfassen den Ankauf, die Entwicklung, Vermietung und Verwertung von Immobilien. Die BIG steht im Wettbewerb mit privaten Immobilienunternehmen und muss sich auf dem Markt behaupten.⁶⁴

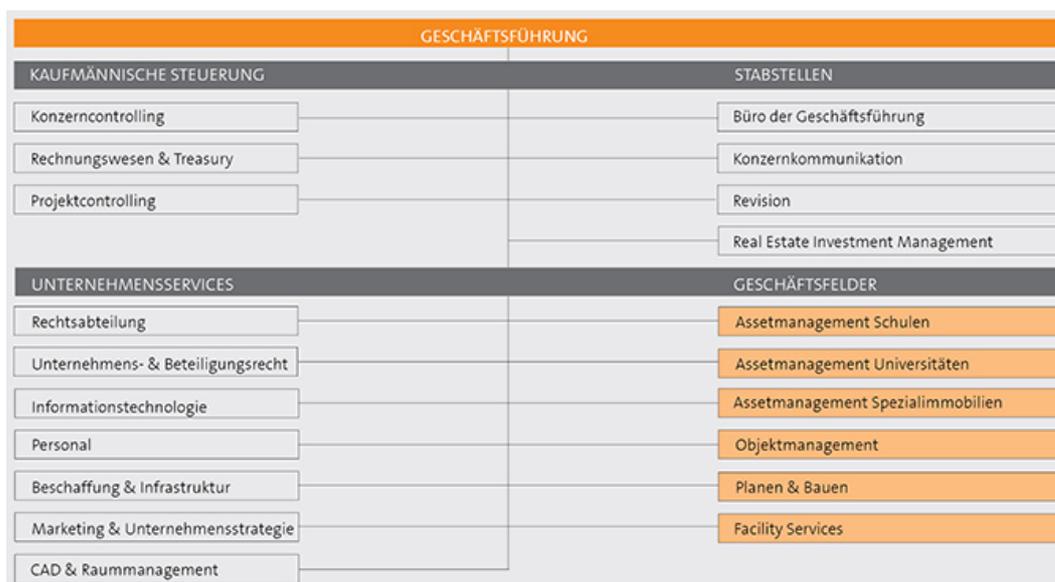


Abbildung 6-18: Unternehmensstruktur der BIG

Quelle: <http://www.big.at/ueber-uns/unternehmen/struktur/unternehmensstruktur/> (Zugriff 28.07.2013)

⁶⁴ vgl. <http://www.big.at/ueber-uns/unternehmen/>

Historische Entwicklung und Ausgliederung

Bis 1992 erfolgte die Verwaltung der Bundesimmobilien durch die Bundesgebäudeverwaltung, sowie in Wien durch die Bundesbaudirektion Wien. Die Bundesimmobilien standen den einzelnen öffentlichen Stellen kostenfrei zur Verfügung. Die Kosten für Neubau, Instandhaltung und Generalsanierung wurden vom Budget des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten getragen und nicht von den Gebäudenutzern. Dies führte zu Ineffizienzen und einem mangelnden Kostenbewusstsein.

Im Jahr 1992 wurde die BIG gegründet und die Bundesimmobilien an sie ausgegliedert. Damit sollten Ineffizienzen beseitigt und der Immobilienbedarf des Bundes nach wirtschaftlichen und marktorientierten Grundsätzen organisiert werden. Zunächst wurden der BIG vor allem Universitäts- und Bundesschulgebäude im Fruchtgenuss übertragen. Mit den einzelnen nutzenden Ministerien und Ressorts wurden marktübliche Mieten verhandelt. Die Kostenverantwortung wurde den einzelnen Gebäudenutzern übertragen, welche von der BIG die Immobilien mieteten. Dadurch konnte das Kostenbewusstsein der jeweiligen Nutzer verstärkt und eine effizientere Raumbewirtschaftung erreicht werden.

Im Jahr 2000 wurde im Zuge des Bundesimmobiliengesetzes die Ausgliederung ausgedehnt. Es erfolgte die Übertragung von allen nachgeordneten Dienststellen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit verwalteten Immobilien an die BIG. Ausgenommen waren davon nur historische und militärische Objekte. Die Übertragung erfolgte nicht wie im ersten Schritt durch die Übertragung des Fruchtgenussrechts, sondern gegen Entrichtung eines Basisentgelts von 2,4 Mrd. Euro. Finanziert wurde dieser Kauf über die Begebung von Anleihen am internationalen Kapitalmarkt. Es kam somit zur zivilrechtlichen Übertragung des Eigentums an die BIG. Gleichzeitig wurde der BIG mit dem Bundesimmobiliengesetz auch der Auftrag zur Neuerrichtung von Bundesgebäuden und der Verwertung nicht mehr benötigter Immobilien erteilt.⁶⁵ Parallel dazu erfolgt die Ausgliederung des Bundeshochbaus. Die vormaligen für Verwaltung und bautechnische Betreuung zuständigen Bundesdienststellen werden zur Immobilienmanagementgesellschaft des Bundes (IMB).

Im Jahr 2006 wurde die IMB mit dem Mutterunternehmen BIG verschmolzen und nennt sich seitdem BIG Services. Des Weiteren wurde die BIG Entwicklung- und Verwertung (E&V) als hundertprozentige Tochtergesellschaft der BIG gegründet. Damit sollte die professionelle Entwicklungstätigkeit sowie die Verwertung entwickelter Flächen gesteigert werden.

⁶⁵ vgl. WIFO: Auswirkungen der Bauinvestitionen des BIG-Hochbaus auf Wachstum und Beschäftigung

Im Jahr 2012 wurde die Austrian Real Estate GmbH (ARE) als hundertprozentige Tochtergesellschaft der BIG gegründet. An sie wurden die marktgängigen Immobilien wie Gebäude mit Büronutzung ausgelagert. Die ARE spricht im Gegensatz zur BIG Muttergesellschaft verstärkt private Unternehmer an. Ziel ist eine deutliche Steigerung des Drittmieteranteils. Außerdem wurde das Geschäftsmodell mit Kauf und Verkauf von Immobilien (Trading) erweitert.⁶⁶

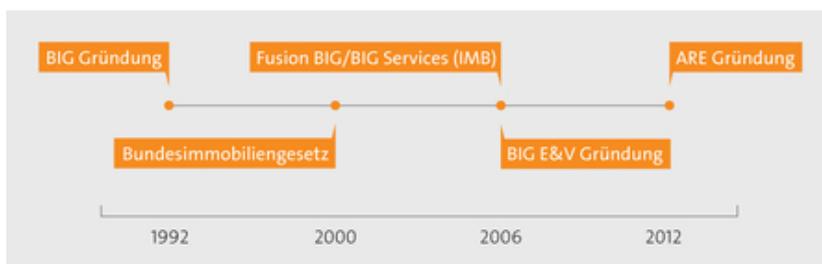


Abbildung 6-19: Meilensteine in der Geschichte der BIG

Quelle: <http://www.big.at/ueber-uns/unternehmen/geschichte/> (Zugriff 28.07.2013)

Aufgaben der BIG

Die BIG tritt im Rahmen des Lebenszyklus einer Immobilie als Gesamtdienstleister für eigene als auch fremde Gebäude auf. Das heißt das Kerngeschäft der BIG ist die Betreuung der rund 2.800 Immobilien vom Kauf, der Entwicklung, Planung, Bau, Bewirtschaftung, Verwaltung bis hin zum Verkauf oder Abbruch der Gebäude. Die BIG ist vorrangig Dienstleister für die Republik Österreich, deren Institutionen und ausgegliederten Gesellschaften. Auftrag der BIG ist es, marktwirtschaftlich zu agieren, Kosten und Abläufe der Immobilienbewirtschaftung zu optimieren und mit Mietmodellen bei Nutzern das Bewusstsein zu stärken, dass Raum Geld kostet. Zu den wichtigsten Aufgaben und Verpflichtungen der BIG zählen unter anderem:

- Die BIG hat zu marktkonformen Bedingungen, und wenn es für sie wirtschaftlich vertretbar ist, den Raumbedarf des Bundes zu befriedigen, und Objekte bereitzustellen, sie bei Bedarf zu adaptieren und für Neubauvorhaben des Bundes erforderliche Liegenschaften zu erwerben.
- Durchführung von anonymen baukünstlerischen Wettbewerben bei Neubauvorhaben für den Bund mit einem geschätzten Projektvolumen von zumindest fünf Mio. Euro.
- Aufbau und Durchführung eines zentralen Gebäudebewirtschaftungsmanagements.⁶⁷

⁶⁶ vgl. <http://www.big.at/ueber-uns/unternehmen/geschichte/>

⁶⁷ vgl. Bundesgesetzblatt I 141/2000 §4

Portfolio

Insgesamt ist die BIG mit rund sieben Millionen Quadratmetern Gebäudefläche und rund 23 Millionen Quadratmetern Grundstücksfläche einer der größten Liegenschaftseigentümer in Österreich. Das Portfolio repräsentiert einen Verkehrswert von über neun Milliarden Euro. Von den rund sieben Millionen Quadratmeter Gesamtnutzungsfläche der BIG-Gebäude sind ca. 6,7 Millionen vermietet. Die größten Mieter sind das Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (BMUKK), die Österreichischen Universitäten sowie die Bundesministerien für Justiz, Finanzen und Inneres.

Das Portfolio besteht aus ca. 2.800 Gebäuden, verteilt über 320 Schulstandorten, 21 Universitäten und Büro- und Spezialimmobilien wie z.B. Finanzämter, Gerichte oder Polizeidienststellen. Mit 2,9 Millionen Quadratmeter ist der größte Teil der Gebäudefläche den Schulen zuzuordnen. Darauf folgen mit 2,5 Millionen Quadratmeter die Universitäten und mit 1,6 Millionen Quadratmeter die Büro- und Spezialimmobilien.⁶⁸

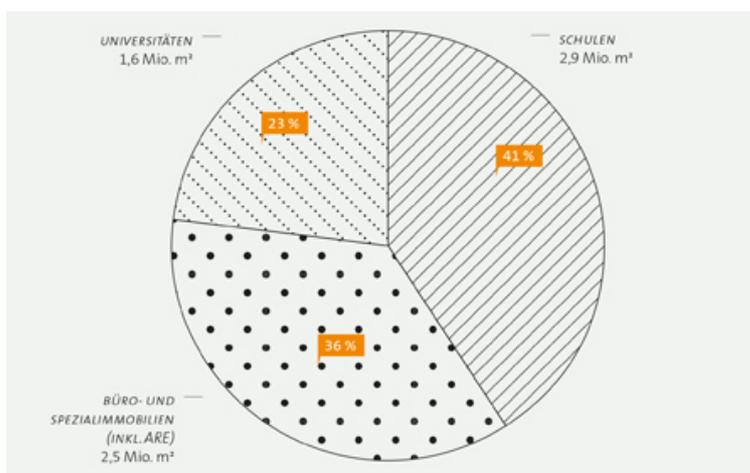


Abbildung 6-20: Segmentverteilung des BIG-Portfolios

Quelle: <http://www.big.at/ueber-uns/portfolio/segmente/> (Zugriff 28.07.2013)

⁶⁸ vgl. <http://www.big.at/ueber-uns/portfolio/segmente/>

Geschäftsfelder

Die Unternehmensstruktur der BIG enthält folgende vier Geschäftsfelder:

Assetmanagement

Das Assetmanagement ist in die drei Bereiche Schulen, Universitäten und Spezialimmobilien gegliedert. Die Asset Manager sind die direkten Partner und zentrale Ansprechstelle zu den Mietern und Kunden. Das Assetmanagement schließt mit den Mietern die Mietverträge ab und trägt die wirtschaftliche Gesamtverantwortung für die Projekte.⁶⁹

Planen & Bauen

Die Abteilung Planen & Bauen ist für das Organisieren und Abwickeln von Architekturwettbewerben, Planervergabeverfahren, Projektleitung und Projektsteuerung während der Planungs- und Ausführungsphase zuständig.⁷⁰

Objektmanagement

Nach der Errichtung werden die Gebäude dem Objektmanagement übergeben, welches die unternehmenseigene Objektverwaltung für Immobilien des BIG-Konzerns darstellt und für die Hauverwaltung zuständig ist. Dazu zählt die technische Gebäudeinstandhaltung und die Bewirtschaftung der Gebäude.⁷¹

Facility Services

Bei größeren Projekten wie Universitäten betreibt die BIG selbst das Facility Management. Das reicht vom Betrieb und Wartung technischer Anlagen bis zur Pflege von Grünanlagen oder der Sicherstellung der Einhaltung behördlicher Auflagen.⁷²

Projektcontrolling

Die Abteilung Projektcontrolling ist in der Unternehmensstruktur der Kaufmännischen Steuerung zugeordnet. Der Aufgabenbereich befindet sich in der Planungs- und Ausführungsphase. Das Projektcontrolling hat in den Projekten keine operativen Tätigkeiten oder Verantwortungen. Es spricht ausschließlich Empfehlungen aus und beschränkt sich auf Hilfe und Unterstützung der anderen Abteilungen. Zu den wichtigsten Aufgaben zählen das Erstellen von Kostenrahmen, Kostenschätzungen, Kostenplausibilisierungen, Nachkalkulationen, das Berichtswesen und die Budgetplanung. Die Abteilung enthält außerdem eine Studienabteilung, welche Machbarkeitsstudien erstellt.

⁶⁹ vgl. <http://www.big.at/ueber-uns/assetmanagement/>

⁷⁰ vgl. <http://www.big.at/dienstleistungen/planen-bauen/>

⁷¹ vgl. <http://www.big.at/dienstleistungen/objektmanagement/>

⁷² vgl. <http://www.big.at/dienstleistungen/facility-services/>

Das Projektcontrolling betreibt eine eigene Datenbank von Kennwerten für die Errichtungskosten. Diese Kennwerte werden verwendet um den Kostenrahmen zu bestimmen und Kostenschätzungen und Kostenplausibilisierungen durchzuführen. Das Assetmanagement verwendet die Kennwerte außerdem um die Mietverträge zu gestalten.

Die Datengrundlage für die Kennwertermittlung bilden die Ergebnisse von schlussgerechneten Projekten. Um diese Kennwerte für zukünftige Projekte verwenden zu können, gibt es dazu betriebsinterne standardisierte Vorgänge und Formulare. Die Aufbereitung der Daten erfolgt über ein Excel-File, welches in zwei Tiefen unterteilt ist. Die erste Tiefe beinhaltet eine Übersicht über alle Projekte die ausgewertet wurden. In der zweiten Tiefe gibt es für jedes Projekt ein eigenes Sheet in dem die Kosten in die einzelnen Kostenbereiche gegliedert sind. Des Weiteren gibt es zu jedem Kennblatt eine verbale Beschreibung der Tätigkeiten im Projekt. In einem weiter dahinterliegendem Sheet, wird das Projekt außerdem standardisiert beschrieben.

Die Kosten sind auf Basis der ÖNORM B 1801-1 in der ersten Ebene aufgeschlüsselt. Jedoch wird derzeit versucht eine Elementschätzung aufzubauen. Gruppieren werden die Projekte nur nach Nutzungsarten, z.B. Schule, Uni, Büro etc. Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine weitere Gruppierung bei der Suche nach einem Referenzbeispiel, eine zu große Projekteingrenzung darstellt.

Das Projektcontrolling verfügt kaum über Datenmaterial zu den Kosten in der Nutzungsphase. Die Kosten für Wartung, Inspektion und Instandhaltung laufen über das Objektmanagement der BIG und werden dem Mieter über die Betriebskosten verrechnet. Zu den Kosten für Reinigung, Ver- und Entsorgung hat die BIG keinen Zugriff, denn dies obliegt den jeweiligen Mietern und Nutzern. Die Energieverbräuche der Gebäude werden seitens des BMWFJ durch die Energiesonderbeauftragten eingehoben und in einer Datenbank aufgezeichnet. Diese Daten stehen der BIG bisher jedoch nicht zur Verfügung. Informationen zu Energiekosten sind nur bei Gebäude vorhanden, für welche Contracting-Veträge abgeschlossen wurden.

Momentan betreibt die BIG einige Pilotprojekte, bei denen ein Monitoring-System eingeführt wurde. Dabei werden die Gebäude mit Messpunkten ausgestattet, welche alle zehn Minuten Daten aufzeichnet. Diese Daten werden dann halbjährlich ausgewertet und analysiert. Damit soll die Betriebsführung optimiert werden. Momentan steht aber noch nicht genügend Datenmaterial zur Verfügung um damit Kennwerte für die Energiekosten berechnen zu können.

6.2.2 Allgemeiner Projektablauf

Akquisition

Bestellungen für neue Objekte kommen in der Regel von den Ministerien, die sich an das entsprechende Assetmanagement wenden. Das Assetmanagement vereinbart dann gemeinsam mit dem Kunden das Raum- und Funktionsprogramm. Bei Schulen ist dieses meistens schon vorgegeben. Denn für Schulen existiert ein Excel-Programm, welches durch Eingabe der Schüler- und Klassenanzahl das Raum- und Funktionsprogramm erstellt. Bei anderen Mietern, beispielsweise Universitäten, muss das Raum- und Funktionsprogramm erst gemeinsam erarbeitet werden. Dabei wird der Mieter vom Projektcontrolling unterstützt. Des Weiteren arbeitet das Projektcontrolling eine Machbarkeitsstudie mit mehreren Varianten aus. Darauf aufbauend wird über die Nettoraum- oder die Bruttogrundfläche der Kostenrahmen erstellt bzw. die Kostenschätzung durchgeführt. Verwendet werden dafür Kennwerte aus schlussgerechneten Projekten. Es werden jedoch auch immer wieder Vergleiche zum BKI gezogen.

Kommt es zwischen Assetmanagement und Besteller zu einer Bestellung, wird eine Planungsvereinbarung verfasst. Dabei handelt es sich um einen Vertrag zwischen BIG und Kunden in dem vereinbart wird, wie hoch die Kosten bis Baubeginn sind und wie hoch die Kosten ausfallen, wenn das Projekt gestoppt wird. Bevor mit der Planung gestartet wird, treffen sich das Assetmanagement, Planen & Bauen und das Objektmanagement im Rahmen eines sogenannten Projektisches. Dabei werden Informationen ausgetauscht und vereinbart wie der Projektablauf gestaltet werden soll.

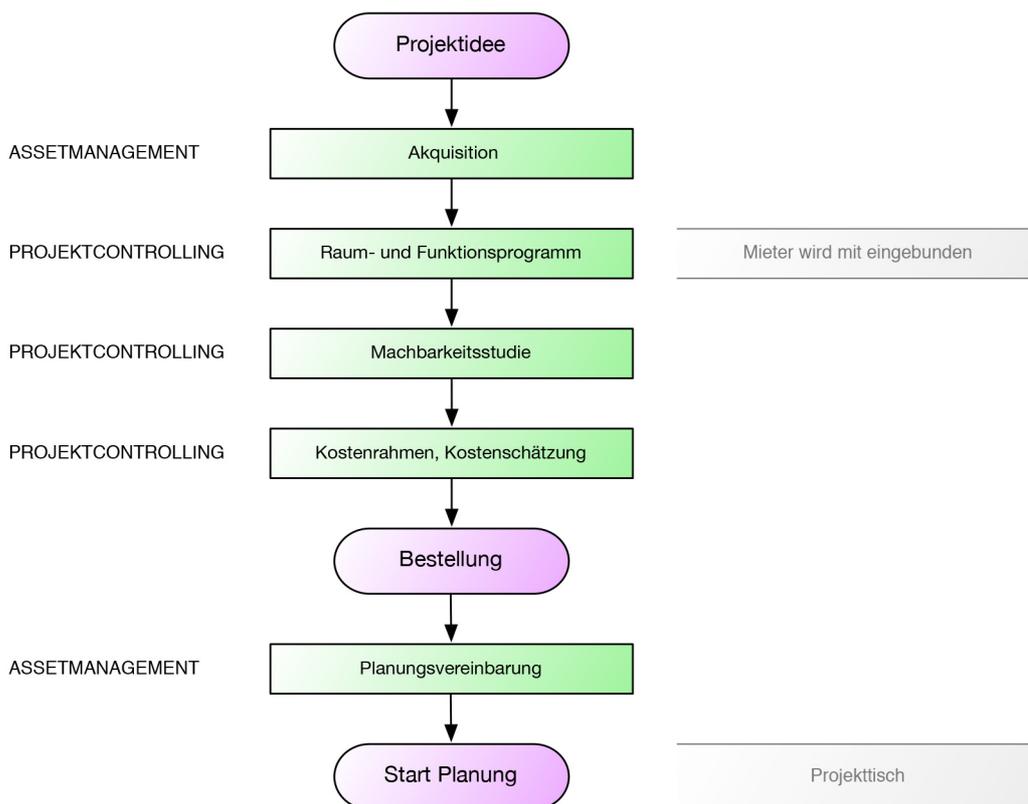


Abbildung 6-21: Ablauf der Projektakquisition

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

Planung

Sobald die Planungsvereinbarung unterzeichnet wurde, übernimmt die Abteilung Planen & Bauen ihre Tätigkeit, welche mit der Suche des Generalplaners beginnt. Bei größeren Neubauprojekten wird dafür in der Regel ein Wettbewerb durchgeführt. Um die Nutzbarkeit zu steigern, wird dabei der Mieter und zukünftige Nutzer mit eingebunden. Bei kleineren Projekten wie Sanierungen wird meistens der Weg des Verhandlungsverfahrens gewählt. Dabei wird versucht, mittels abgefragter Referenzen das geeignetste Planungsbüro zu finden.

Der Generalplaner übernimmt die gesamten Planungsleistungen. Dafür bildet er einer Arbeitsgemeinschaft (ARGE) und nimmt sich die Subunternehmen und Konsulenten die er benötigt. Die da wären Haustechnik, Elektrotechnik, Statik, Geometer, Brandschutz etc. Während der folgenden Planungsphase gibt es alle zwei Wochen eine Planungsbesprechung bei der auch der Mieter einbezogen wird. Sobald die Entwurfsplanung abgeschlossen ist, kommt es zur Entwurfsabgabe.

Die Entwurfsabgabe entspricht von der Qualität nahezu der Ausführungsplanung. Denn es muss eine Kostengenauigkeit von $\pm 10\%$ gewährleistet werden. Um dies sicherzustellen, wer-

den die vom Generalplaner berechneten Errichtungskosten vom Projektcontrolling plausibilisiert. Außerdem wird vom Generalplaner eine Schätzung der Wartungs- und Betriebskosten gefordert, welche ebenfalls überprüft wird. Schlussendlich muss die Entwurfsabgabe von der BIG und dem Mieter freigegeben werden, womit einer der wichtigsten Meilensteine erreicht wird.

Die BIG finanziert Projekte vor und bekommt dies über die Einnahme Mieten vom Bund zurück. Die Mietvertragsverhandlungen zwischen Assetmanagement und Mieter erfolgen nach der Entwurfsfreigabe. Um die Mietverträge zu gestalten, werden Kennwerte aus früheren Projekten verwendet. Es gibt zwei Arten von Mietverträgen. Die Kostenmiete bei denen flexibel die tatsächlichen Kosten verrechnet werden und die Fixmiete bei der ein fixer Tarif festgesetzt wird.

Vor der Beauftragung der ausführenden Firmen, wird die Örtlichen Bauaufsicht (ÖBA) ausgeschrieben und vergeben. Diese prüft das Leistungsverzeichnis, woraufhin für die Ausführungsphase ausgeschrieben wird. Für die Bauausführung werden in der Regel Einzelfirmen beauftragt, für jedes Hauptgewerk wird eine eigene Ausschreibung durchgeführt.

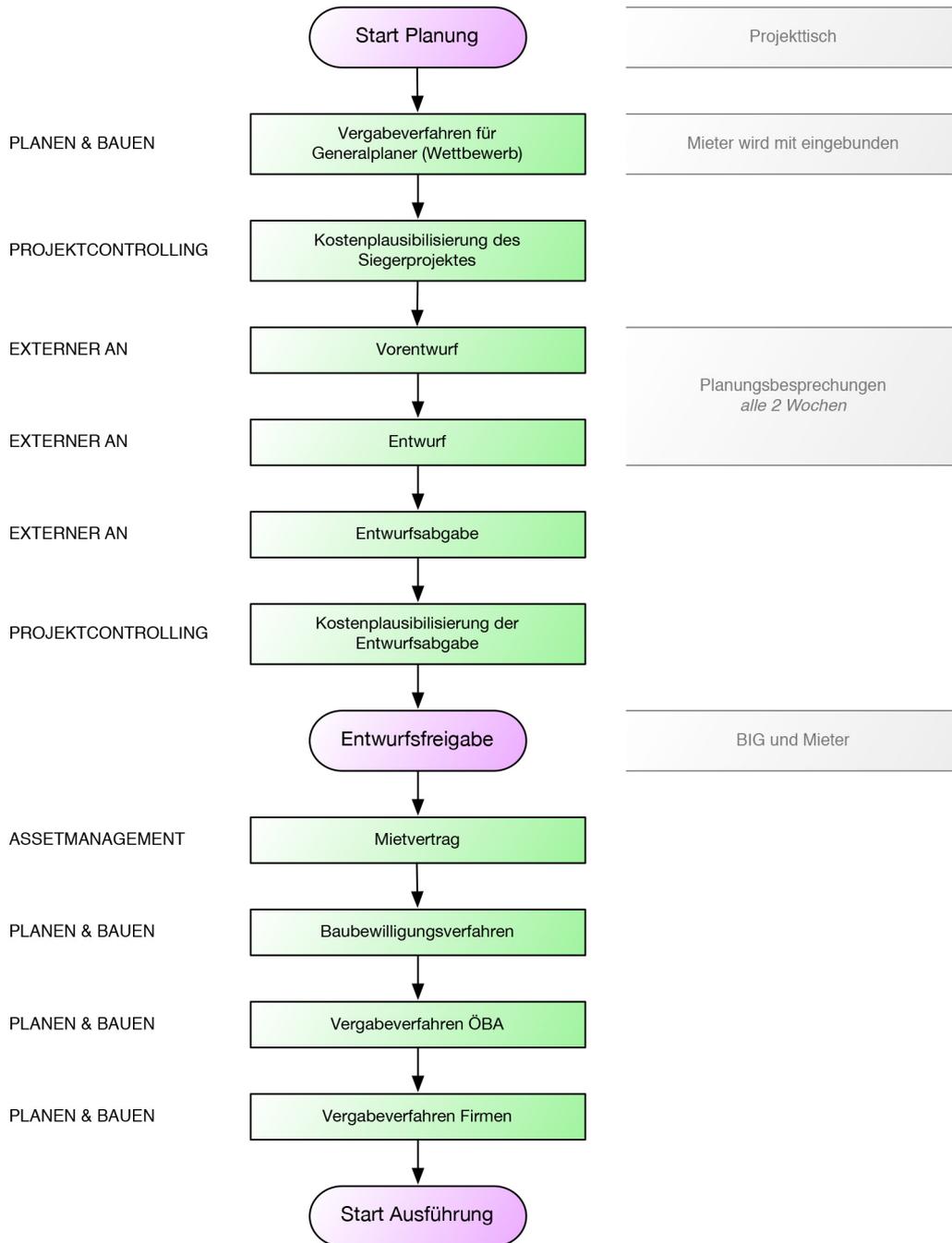


Abbildung 6-22: Ablauf der Planungsphase

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

Ausführung

Die Projektleitung setzt sich aus einem Dreier-Team zusammen, das aus den drei Hauptgewerken Hochbau, Elektrotechnik und Haustechnik besteht. Die Budgetverwaltung obliegt dabei in der Regel dem Hochbau. Die Projektsteuerung übernimmt Planen & Bauen. Etwa alle zwei Wochen findet eine Projektsteuerungssitzung statt. Dabei sitzen Planen & Bauen, der Generalplaner und die ÖBA am Tisch. Parallel dazu gibt es etwa alle vier Wochen eine Bauherrenbesprechung. Dort werden Informationen mit dem Mieter ausgetauscht und die Planung feinjustiert. Kommt es dabei nach der Entwurfsfreigabe zu kostenrelevante Änderungen, sind das Änderungsevidenzen und werden dokumentiert.

Je weiter die Ausführung dem Ende zugeht, desto wichtiger wird das Objektmanagement. Bei den Begehungen und Inbetriebnahmen ist dieses immer mit dabei. Sobald der Bau übergabereif ist, wird das Projekt vom Projektcontrolling schlussgerechnet und die Mieten werden nachkalkuliert. Nach Bauende wird die Zuständigkeit von Planen & Bauen an das Objektmanagement abgegeben, welches die Hausverwaltung übernimmt. Des Weiteren wird das Gebäude mit Bauende dem Mieter übergeben.

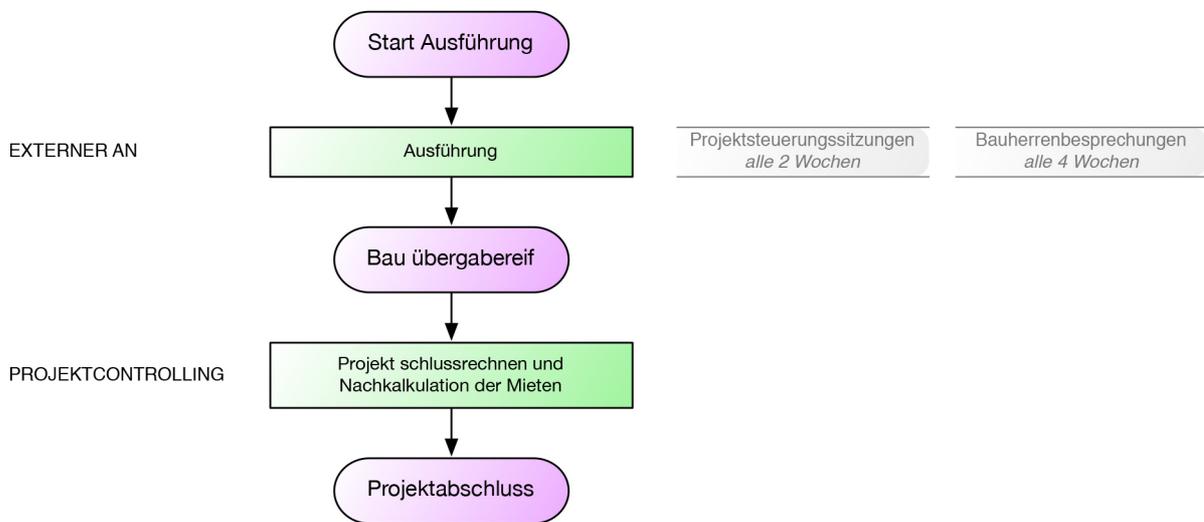


Abbildung 6-23: Ablauf der Ausführungsphase

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

6.2.3 Der Generalplaner im Planungsprozess

Dem Generalplaner werden folgende Leistungen vergeben:

- Architektenleistungen
- Statisch konstruktive Bearbeitung
- Haustechnikleistungen
- Bauphysikalische Grundleistung
- Gestaltung der Außenanlagen und Außenanlagenplanung
- Projektleitung und Planungskoordination
- Technisch geschäftliche Oberleitung und sonstige Generalplanerleistungen
- Sonstige Generalplanerleistungen (Innenraumgestaltung etc.)⁷³

Dabei werden den einzelnen Planungsphasen folgende Planungsfortschritte abverlangt:

Wettbewerb: Gesucht werden baukünstlerische Vorentwurfskonzepte. Es werden detaillierte Ausarbeitungen und Vorschläge zur Bauaufgabe, sowohl in städtebaulicher und baukünstlerischer als auch in funktionaler und ökonomischer Hinsicht erwartet. Plandarstellungen im Maßstab 1:200.⁷⁴

Vorentwurf: Die Leistungen beinhalten alle Ergänzungen und Adaptierungen des vom Auftragnehmers im Zuge des Vergabeverfahrens ausgearbeiteten Projektes. Plandarstellungen im Maßstab 1:200.

Entwurf: Lösung der Bauaufgabe aufgrund des genehmigten Vorentwurfes in solcher Durcharbeitung, dass sie ohne grundsätzliche Änderung als Grundlage für die weiteren Teilleistungen dienen kann. Plandarstellungen im Maßstab 1:100.

Ausführung: Baureife Durcharbeitung des genehmigten Entwurfes mit allen Maßen und konstruktiven Angaben sowie alle für die Ausführung erforderlichen Detailzeichnungen.⁷⁵

⁷³ vgl. BIG: Bewertung der Teilleistungen und vorläufiges Honorar, 2008, S. 1 - 2

⁷⁴ vgl. BIG: Wettbewerb Bildungscampus Aspern D18 Teilgebiet 1, 2012, S. 5

⁷⁵ vgl. BIG: Vertrag über Generalplanerleistungen, 2009, S. 4 - 6

Kostenermittlung

Die Kostenermittlung ist entsprechend der von der BIG verwendeten Kostengliederung (Stammcodeverzeichnis) darzustellen.

Wettbewerb: Nachweisen der Einhaltung der vorgegebenen Kostenobergrenze für die Baukosten (Kostenbereiche 2 - 4 und 6).⁷⁶

Vorentwurf: Überprüfung auf Einhaltung der Herstellungskosten aufgrund der vorliegenden Qualitätsziele und von ermittelbaren Flächen und Kubaturen. Kostenschätzung (Gliederung nach Gewerken) mit Abschluss des Vorentwurfes: Toleranz $\pm 15\%$.

Entwurf: Kostenberechnung (Gliederung nach Gewerken) mit Abschluss des Entwurfes: Toleranz $\pm 10\%$

Leistungsverzeichnisse: Kostenanschlag (Gliederung nach Gewerken) nach ortsüblichen Preisen, Toleranz $\pm 5\%$ gegenüber den vom Auftraggeber letztgenehmigten Herstellungskosten.

Zu den abverlangten Haustechnik-Planungsleistungen, gehören auch wirtschaftliche Vergleichsrechnungen der ausführbaren Systeme. So sind im Zuge der Kostenermittlung auch die Folgekosten für Wartung, Betrieb und Instandhaltung darzulegen. Die Ermittlung der Betriebs- und Folgekosten für die Haustechnik erfolgt gemäß ÖNORM B 1801-2 und dem Leitfaden für die Baukostenermittlung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten. Des Weiteren sind im Vorentwurf Wirtschaftlichkeitsberechnungen verschiedener Energieverbrauchssysteme nach der erweiterten Annuitätenmethode zu erstellen. Grundlage dafür sind die ÖNORM M 7140 und die ÖNORM H 5050. Außerdem sind Wirtschaftlichkeitsberechnungen über die Wärmeschutzklassen (Energieausweis) anzustellen.⁷⁷

⁷⁶ vgl. BIG: Wettbewerb Bildungscampus Aspern D18 Teilgebiet 1, 2012, S. 5

⁷⁷ vgl. BIG: Vertrag über Generalplanerleistungen, 2009, S. 17

Anforderungen und Kriterien im Wettbewerb

Im Jahr 2012 hat die BIG für den Bildungscampus Aspern D18 Teilgebiet 1 einen Realisierungswettbewerb mit anschließendem Verhandlungsverfahren für die Vergabe der Generalplanerleistungen durchgeführt. Dieser wird hier als Beispiel für die Anforderungen und Kriterien an die Wettbewerbsbeiträge herangezogen.

Die BIG erwartete sich im Wettbewerb von den Teilnehmern Vorentwurfskonzepte für ein energieeffizientes und nachhaltiges Gebäude. Die Energieeffizienz wurde dabei ganzheitlich, als Beziehung zwischen Raumklima und dem Gesamtenergiebedarf unter Berücksichtigung des energetischen Aufwands während der Herstellungs-, Betriebs- und Entsorgungsphasen betrachtet. Bei der Planung sollte eine ökologische, ökonomische und soziokulturelle Optimierung angestrebt werden. Neben rein energieeffizienten Faktoren sollten auch Themen wie Flexibilität und Adaptabilität für spätere Umnutzungen berücksichtigt werden. Des Weiteren sollten ökologische Materialien Verwendung finden und eine Minimierung des Reinigungsaufwandes angestrebt werden.

Um die Nachhaltigkeit der Vorentwurfskonzepte nachzuweisen, wurde eine Überprüfung nach den Kriterien des Total Quality Building (TQB) der Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (ÖGNB) verlangt. Als Vorgabe mussten mindestens 750 von 1000 Punkten erreicht werden. Ebenfalls vorgegebenen wurden Schwellenwerte für den Heizwärmebedarf, den außeninduzierten Kühlbedarf und den Kostenrahmen für die Baukosten (Kostenbereiche 2 - 4 und 6).

Die Bewertung und Reihung der Abgaben erfolgte durch das Preisgericht anhand der nachfolgend angeführten gleich gewichteten Beurteilungskriterien. Die angeführten Unterpunkte dienten der Präzisierung und Erläuterung der Hauptpunkte.

- Städtebauliche Kriterien
 - Gestaltung der Außenräume - Bezug zur Umgebung
- Baukünstlerische Kriterien
 - Baukünstlerischer Ansatz
 - Entwurfsidee
 - Gesamtstruktur
 - Architektonische Qualität im Außen- und Innenraum

- Funktionale Kriterien
 - Äußere Erschließung, Innere Erschließung
 - Zuordnung der Funktionsbereiche, Funktionalität der Gesamtlösung
- Ökonomische, ökologische Kriterien
 - Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz der Gesamtlösung in der Herstellung und im Betrieb des Gebäudes
 - Wirtschaftlichkeit des statisch-konstruktiven Systems
 - Einhaltbarkeit des Kostenrahmens
 - Wirtschaftlicher Umgang mit Ressourcen von Errichtung über Betrieb bis Abbruch⁷⁸

6.2.4 Schwierigkeiten für eine lebenszyklusorientierte Planung

Neben den allgemeinen Hürden finden sich in den Abläufen der BIG weitere Schwierigkeiten die eine lebenszyklusorientierte Planung erschweren. Größtes Problem bereitet, dass die Budgets für Erstellung und Nutzung aus verschiedenen Budgettöpfen kommen, für welche verschiedene Entscheidungsträger verantwortlich sind. Außerdem trifft man auf Länderkompetenzen. Beispielsweise werden Schulen vom Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (BMUKK) gebaut, aber vom Landesschulrat verwaltet.

So ist es auch nicht verwunderlich, dass das Interesse der Besteller (Ministerien) hauptsächlich den Investitionskosten gilt. Geringe Nutzungskosten werden von den Kunden zwar gewünscht, das vorgegebene Budget für die Erstellung muss aber eingehalten werden. Geringere Nutzungskosten verlangen jedoch meist höhere Investitionskosten. Da die Ministerien aber nur ein gewisses Budget zur Verfügung haben, können Varianten die langfristig günstiger wären, oftmals nicht umgesetzt werden. Beispielsweise werden Photovoltaik- oder Solaranlagen nicht ausgeführt, da diese hohe Anfangsinvestitionen erfordern. Investitionen werden lieber heute in der Erstellung, als morgen in der Nutzung reduziert. Dies kommt auch daher, dass sich hohe Folgekosten besser verschleiern lassen, als hohe Erstkosten.

Die BIG arbeitet gegen dieses kurzfristige Denken und versucht die Ministerien und Mieter davon zu überzeugen, dass Nachhaltigkeit sinnvoll ist. Neben wirtschaftlichen Vorteilen bringt Nachhaltigkeit und Energieeinsparung auch andere Qualitäten, welche monetär nicht erfassbar sind. Deshalb legt die BIG in aktuellen Wettbewerben zunehmend Wert auf Nach-

⁷⁸ vgl. BIG: Wettbewerb Bildungscampus Aspern D18 Teilgebiet 1, 2012

haltigkeit. Das Vorschreiben von Nachhaltigkeit beeinträchtigt jedoch oftmals die Architektur und Nutzbarkeit. Es muss deshalb immer ein entsprechender Kompromiss mit den anderen Kriterien gefunden werden. Die Definition und Gewichtung der Kriterien stellt bei BIG-Projekten eine besondere Herausforderung dar. Denn diese sind größtenteils spezielle Nutzungstypologien wie Schulen, Universitäten und Spezialimmobilien. Bei derartigen Immobilien müssen gänzlich andere Kriterien verwendet werden als z.B. für spekulative Büroimmobilien.

Weitere Schwierigkeit bereitet, dass ein energetisch optimiertes Gebäude nur mit einem erhöhten gebäudetechnischen Aufwand möglich ist, womit der Mieter aus Erfahrung der BIG überfordert ist. Denn für die Bedienung der Anlagen steht oftmals nur ein Hausmeister zur Verfügung, welcher in der Regel nicht über die erforderliche gebäudetechnische Ausbildung verfügt. Des Weiteren ist in den meisten Gebäuden kein Monitoringsystem installiert.

1.	getrennte Budgettöpfe	2.	nicht ausreichendes Facility Management	3.	spezielle Nutzungstypologien
	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung - Nutzung 		<ul style="list-style-type: none"> - keine optimierte Betriebsführung - kein Monitoring 		<ul style="list-style-type: none"> - Schulen - Universitäten - Spezialimmobilien

Abbildung 6-24: Schwierigkeiten in der BIG für die Optimierung der Lebenszykluskosten

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

7 Leitfaden: Potentiale und Handlungsalternativen

7.1 Überblick

Der Planungsprozess der BIG beschränkt sich bisher vorwiegend auf Einzelaspekten in einzelnen Lebenszyklusphasen (Fokussierung auf die Errichtungskosten). Nachhaltiges Bauen und Betreiben setzt jedoch eine ganzheitliche und integrale Planung voraus. Dabei steht der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes von der Errichtung bis zum Abbruch im Vordergrund. Bei einer ganzheitlichen Planung werden Wechselwirkungen miteinander verknüpft, sinnvoll ergänzt und daraus eine Gesamtlösung abgeleitet.

Wie in Kapitel 6.2.4 aufgezeigt, kann in der BIG, eine lebenszyklusorientierte Planung nur mit Einschränkungen angewendet werden, denn die beschriebenen Schwierigkeiten können von der BIG nicht beseitigt werden. Beispielweise ist die Gegebenheit, dass das Budget für die Erstellung und Nutzung der Gebäude aus zwei verschiedenen Budgettöpfen kommt, von der BIG nicht beeinflussbar. Jedoch kann die BIG darauf hinarbeiten, das Kosten- und Nachhaltigkeitsbewusstsein aller Projektbeteiligten zu steigern. Dabei kann die ökonomische Lebenszyklusanalyse eine wertvolle Unterstützung darstellen. Denn durch die damit verbundene zwingend notwendige ganzheitliche Betrachtung verändert sich der Blickwinkel der Akteure und die langfristigen monetären Konsequenzen ihrer Entscheidungen werden durch die Lebenszykluskostenrechnung sofort sichtbar.

Der Aufgabenbereich der BIG umfasst die Betreuung von Gebäude im gesamten Lebenszyklus, damit ist in der BIG das Potential enthalten, Erfahrungen zum Langzeitverhalten von Bauprodukten und daraus resultierendes Wissen über strategische Bauteile und -lösungen zu sammeln. Durch ein stärkeres Zusammenführen dieser Informationen kann die Basis geschaffen werden, für die auf Nachhaltigkeit gerichtete Optimierungsarbeit im Planungsprozess.

Die Planung eines ökonomisch nachhaltigen Gebäudes ist ein dynamischer und komplexer Prozess. Je früher das Thema berücksichtigt wird, desto leichter können die Weichen für geringe Lebenszykluskosten gestellt werden. Deshalb muss die ökonomische Lebenszyklusanalyse möglichst früh in den Planungsprozess integriert werden. Im Planungsprozess der BIG bietet sich die ökonomische Lebenszyklusanalyse besonders in der Projektvorbereitung und für den Wettbewerb an. Des Weiteren sollte bereits in diese Phasen eine Nachhaltigkeitszertifizierung berücksichtigt werden.

Für eine Abschätzung der Lebenszykluskosten gibt es zwei grundlegend unterschiedliche Methoden. Erstere basiert auf einem Benchmarking-Ansatz und ermöglicht aufgrund weniger objektspezifischer Daten eine Abschätzung der ungefähren Höhe der Lebenszykluskosten. Mit dieser Methode kann die BIG in der Projektvorbereitung eine ungefähre Abschätzung der Lebenszykluskosten machen und ein Kriterium für die Lebenszykluskosten im Wettbewerb formulieren. Die zweite Methode ermittelt mittels einer objektspezifischen Kalkulation die Lebenszykluskosten. Diese Methode kann die BIG dazu verwenden, um in der Projektvorbereitung verschiedene Varianten und Szenarien zu modellieren, um dies als Entscheidungshilfe bei der Definierung der Ziele zu verwenden. Für den Wettbewerb steht mit dieser Methode eine objektive Bewertungsmethode der Beiträge zur Verfügung.

Um diese Vorgehensweisen umzusetzen zu können, müssen in der BIG jedoch vorab einige Maßnahmen getroffen werden. Dazu zählen das Erstellen einer Datenbank mit Kostenkennwerten und Benchmarks sowie das Festlegen der Berechnungsrahmenbedingungen. Denn damit ein umfassender Ergebnisvergleich möglich ist, müssen bei der Benchmarkbildung und beim Vergleich der Beiträge, einheitliche Berechnungsgrundlagen angewendet werden.

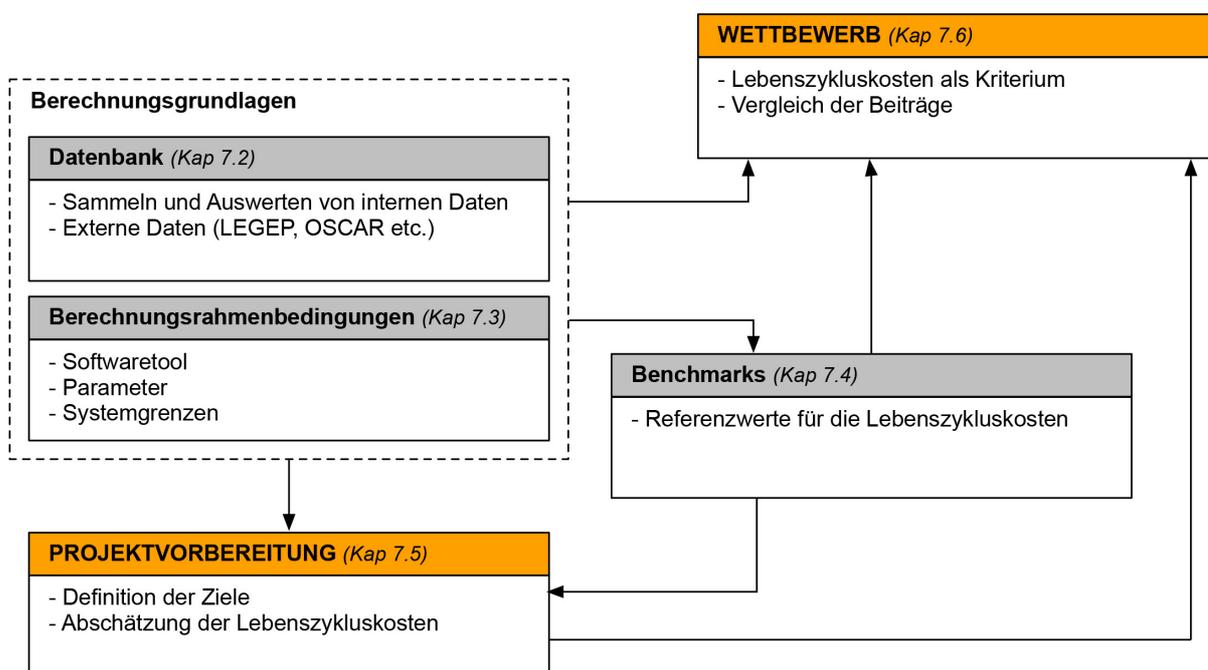


Abbildung 7-1: Vorgehensweise für eine lebenszyklusorientierte Planung

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

7.2 Datenbank

Im Lebenszyklus eines Gebäudes fallen eine Fülle an Leistungen an, welche jeweils mit Kostenbelastungen verbunden sind. Mit Kenntnis der Größe dieser Kosten kann eine Bezugs Ebene zwischen der Erstellungsphase und der Nutzungsphase aufgespannt werden, um die Wechselwirkungen zwischen diesen Phasen zu identifizieren. Des Weiteren sind Kostenkennwerte zu diesen Kosten notwendig, um ex ante eine Berechnung der Lebenszykluskosten machen zu können. Daher muss die BIG eine Lebenszykluskosten-Datenbank aufbauen. Dabei muss eine einheitliche und transparente Vorgehensweise angewendet werden. Diese Datenbank sollte zumindest Kostenkennwerte zu folgenden Kostenstellen beinhalten:

- Errichtungskosten
- Energiekosten
- Kosten für Wasser und Abwasser
- Reinigungskosten
- Kosten für die Bedienung
- Kosten für Wartung und Inspektion
- Instandsetzungskosten

Eine bestimmte Leistung, welche zu einem bestimmten Zeitpunkt bestimmte Kosten verursacht hat, verursacht zu einem späteren Zeitpunkt unter Berücksichtigung bekannter geänderter Rahmenbedingungen ähnliche Kosten.⁷⁹ Aufgrund dieser Sachlage kann sich die BIG Kostenkennwerte aus bestehenden Gebäuden ableiten. Für die Errichtungskosten verfügt das Projektcontrolling bereits über eine ausreichende Datenbasis. Für die Nutzungskosten stehen jedoch nur unzulängliche Daten zur Verfügung. Daher muss hier vorerst auf externe Daten zurückgegriffen werden. Beispielsweise können folgende Quellen in Betracht gezogen werden:

- *LEGEP Softwaretool für nachhaltige Gebäude*
- *PLAKODA Planungs- und Kostendaten der Länder und des Bundes, Deutschland*
- *GEFMA 950 fm.benchmarking Bericht*
- *OSCAR Office Service Charge Analysis Report, Jones Lang LaSalle*

⁷⁹ vgl. Gebhart: Skriptum Baukostensystematik Baukostenmanagement, 2013, S.25

Da das Kerngeschäft der BIG die Betreuung der Bundesgebäude über den gesamten Lebenszyklus ist, sollte sie für ihre Gebäude einen Zugang zu den Kostendaten in der Nutzungsphase anstreben. Für die Sammlung dieser Daten muss eine standardisierte Methode festgelegt werden. Für die Gliederung sollte die ÖNORM B 1801-2 herangezogen werden.

Kostenhauptgruppe		Kostenuntergruppe	
1	Verwaltung	1.1	Verwaltung und Management
		1.2	Gebühren, Steuern und Abgaben
		1.3	Flächenmanagement
		1.4	Sonstiges
2	Technischer Gebäudebetrieb	2.1	Technisches Gebäudemanagement
		2.2	Inspektion
		2.3	Wartung
		2.4	Kleine Instandsetzung, Reparaturen
		2.5	Sonstiges
3	Ver- und Entsorgung	3.1	Energie (Wärme, Kälte, Strom)
		3.2	Wasser und Abwasser
		3.3	Müllentsorgung
		3.4	Sonstige Medien
4	Reinigung und Pflege	4.1	Unterhaltsreinigung
		4.2	Fenster- und Glasflächenreinigung
		4.3	Fassadenreinigung
		4.4	Sonderreinigung
		4.5	Winterdienste
		4.6	Reinigung, Außenanlage
		4.7	Gärtnerdienste
5	Sicherheit	5.1	Sicherheitsdienste (Schließdienste, Bewachung)
		5.2	Brandschutzdienste
6	Gebäudedienste	6.1	Hauspost (Verteilung der Post im Haus)
		6.2	Kommunikations- und Informationstechnik
		6.3	Umzüge - interne Transporte, Hausarbeiterdienste
		6.4	Empfang und interne Bürodienste
		6.5	Gastroservice
		6.6	Sonstige Dienste
7	Instandsetzung, Umbau	7.1	Große Instandsetzung
		7.2	Verbesserung und Umnutzung
8	Sonstiges	8.1	Sonstiges
9	Objektbeseitigung, Abbruch	9.1	Planung und Organisation
		9.2	Abbruch und Entsorgung
		9.3	Herstellung des Vertragszustandes

Tabelle 7-1: Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2

Quelle: ÖNORM B 1801-2

7.3 Berechnungsrahmenbedingungen

Für die Berechnung von Lebenszykluskosten steht bisher noch kein befriedigender Standard zur Verfügung. Aufgrund der Anforderung eines Ergebnisvergleiches muss die BIG für eine einheitliche Berechnungsgrundlage die nötigen Rahmenbedingungen festlegen, die da wären:

- Softwaretool
- Parameter
- Systemgrenzen

Dabei kann sich die BIG am *DGNB Steckbrief Nr. 16* bzw. am *BMVBS BNB-Zusatzmodul: Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus* orientieren.

Um die Ergebnisse verschiedener Berechnungen vergleichen zu können, muss eine Bezugsgröße definiert werden. Diese Bezugsgröße können Flächen, die Kubatur oder die Nutzungseinheiten sein. Beim DGNB Steckbrief Nr. 16 ist die Ergebnisausgabe auf den m² BGF bezogen.

Zu beachten ist, dass die berechneten Lebenszykluskosten nur unter den gewählten Randbedingungen zutreffend sind. Sie erheben nicht den Anspruch auf eine realistische Vorhersage der tatsächlich entstehenden Kosten.

Softwaretool

Da in den frühen Planungsphasen erst wenige Informationen zum Bauvorhaben vorliegen, sollte das Softwaretool mit relativ wenigen und einfachen Eingabegrößen auskommen. Um zu berücksichtigen, dass zukünftige Zahlungen nicht den gleichen Wert besitzen wie in der Gegenwart, sollte als Berechnungsmethode die Barwertmethode angewendet werden.

Da bei der Ermittlung der Lebenszykluskosten die Datenbank das Kernstück darstellt und die Komplexität der Berechnung an sich relativ gering ist, reicht als Berechnungswerkzeug ein selbsterstelltes Excel-Tool vollkommen aus. Beispielsweise kann dafür der Steckbrief Nr. 16 der DGNB als Vorlage verwendet werden und an die eigenen Ansprüche angepasst werden.

Im Folgenden wird aufgezeigt wie der DGNB Steckbrief Nr.16 für die BIG adaptiert werden könnte, um damit in den frühen Planungsphasen eine Abschätzung der Lebenszykluskosten machen zu können. Die Kostengliederung wurde an die ÖNORM angepasst, die gewählten Parameter und Systemgrenzen sind nur als Beispiel gewählt und können bei Bedarf verändert und erweitert werden.

<p>Quelle: DGNB - Steckbrief Nr.16</p> <p>Dieses Excel-File ist Teil der Diplomarbeit "Integration einer ökonomischen Lebenszyklusanalyse in den Planungsprozess der BIG." Der vorliegende Steckbrief Nr. 16 der DGNB wurde für die BIG als Beispiel für ein LZK-Berechnungstool für die frühen Planungsphasen adaptiert. Die Kostenstellen wurden an die ÖNORM angepasst und können bei Bedarf erweitert werden. Die gewählten Parameter und Systemgrenzen sind nur als Beispiel gewählt und können bei Bedarf verändert und erweitert werden.</p>			
Hilfsmittel für die Abschätzung von Lebenszykluskosten			keine Gewähr !
Norm			ÖNORM B 1801
Umfang			KB 2 - 4
Mehrwertsteuer			ohne MwSt
Bezugsgröße			m ² BGF
Betrachtungszeitraum			50 Jahre
		0,00	Zellen für Eingabe
		0,00 €	gesperrte Zellen mit Vorgabe oder Berechnung
BGF in m ²			0,00 m ²
Zinssatz			5,5%
Allg. Preissteigerung (z.B. Baukosten)			2,0%
Preissteigerung Energiekosten			4,0%
Preissteigerung Wasser-/Abwasserkosten			2,0%
Preissteigerung Dienstleistung Reinigung			2,0%

Abbildung 7-2: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, Eingabe Bezugsgröße und Parameter

Quelle: DGNB Steckbrief Nr. 16

A				regelmässige Zahlungen			0	1	2
1			phys. ME pro Jahr	€/ME					
3.2	Wasser	m ³ /a	0,00	0,00	€/m ³		0,00 €	0,00 €	
3.2	Abwasser - Schmutzwasser	m ³ /a	0,00	0,00	€/m ³		0,00 €	0,00 €	
3.2	Abwasser - Niederschlag	m ³ /a	0,00	0,00	€/m ³		0,00 €	0,00 €	
3.1	Energie - Endenergiebedarf Heizwärme	kWh/a	0,00	0,00	€/kWh		0,00 €	0,00 €	
3.1	Energie - Endenergiebedarf Warmwasserbereitung laut EnEV	kWh/a	0,00	0,00	€/kWh		0,00 €	0,00 €	
3.1	Energie - Endenergiebedarf Luftförderung laut EnEV	kWh/a	0,00	0,00	€/kWh		0,00 €	0,00 €	
3.1	Energie - Endenergiebedarf Klimakälte laut EnEV	kWh/a	0,00	0,00	€/kWh		0,00 €	0,00 €	
3.1	Energie - Endenergiebedarf Beleuchtung laut EnEV	kWh/a	0,00	0,00	€/kWh		0,00 €	0,00 €	
3.1	Energie - Endenergiebedarf Hilfsenergie laut EnEV	kWh/a	0,00	0,00	€/kWh		0,00 €	0,00 €	
4.1	Unterhaltsreinigung	m ²	0,00	0,00	€/m ² a		0,00 €	0,00 €	
4.2	Fenster- und Glasflächenreinigung	m ²	0,00	0,00	€/m ² a		0,00 €	0,00 €	
4.3	Fassadenreinigung	m ²	0,00	0,00	€/m ² a		0,00 €	0,00 €	
4.4	Sonderreinigung	m ²	0,00	0,00	€/m ² a		0,00 €	0,00 €	
x.x	Kostenstellen auflisten								
							Summe Wasser/Abwasser	0,00 € 0,00 €	
							Summe Energie	0,00 € 0,00 €	
							Summe Reinigung	0,00 € 0,00 €	
							Barwert Wasser/Abwasser über 50 a	0,00 € 0,00 € 0,00 €	
							Barwert Energie über 50 a	0,00 € 0,00 € 0,00 €	
							Barwert Reinigung über 50 a	0,00 € 0,00 € 0,00 €	

Abbildung 7-3: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, regelmäßige Zahlungen für Betrieb

Quelle: DGNB Steckbrief Nr. 16

2	KB 2 und 4 - Rohbau und Ausbau	Instand-	Aufwand	Herstellkosten		
		setzung	Wartung u.			
		%	Inspektion	€		
	2B Erdarbeiten, Baugrube	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	2C Gründungen, Bodenkonstruktionen	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	2D Horizontale Baukonstruktionen	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	2E Vertikale Baukonstruktionen	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4B.01 Dachbeläge	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4B.02 Dachfenster/-öffnungen	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4B.03 Balkon-/Terrassenbeläge	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4C.01 Fassadenverkleidung	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4C.02 Fassadenöffnungen	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4C.03 Sonnenschutz	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4D.01 Bodenbeläge	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4D.02 Wandverkleidungen	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4D.03 Deckenverkleidungen	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4D.04 Innentüren, Innenfenster	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	4D.05 Innenwandelemente	0,0%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	x.x Kostenstellen auflisten					
	Zwischensumme regelmäßige Instandhaltung KB 2 und 4				0,00 €	0,00 €
	Barwert regelmäßige Instandhaltung KB 2 und 4				0,00 €	0,00 €
3	KB 3 - Technik	Instand-	Aufwand	Herstellkosten		
		setzung	Wartung u.			
		%	Inspektion	€		
	3B.01 Aufzugsanlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3C.01 Wärmeerzeugungsanlage	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3C.02 Wärmeverteilnetz	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3C.03 Raumheizfläche	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3D.01 Lüftungsanlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3D.04 Kälteanlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3E.01 Abwasseranlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3E.02 Wasseranlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3E.03 Gasanlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3E.04 Feuerlöschanlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3F.04 Niederspannungsinallation	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3F.05 Beleuchtungsanlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3G Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	3F Gebäudeautomation	0,00%	0,0%	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	x.x Kostenstellen auflisten					
	Zwischensumme regelmäßige Instandhaltung KB 3				0,00 €	0,00 €
	Barwert regelmäßige Instandhaltung KB 3				0,00 €	0,00 €

Abbildung 7-4: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, regelmäßige Zahlungen für Wartung und Inspektion sowie regelmäßige Instandsetzung der TGA

Quelle: DGNB Steckbrief Nr. 16

Zeit (Jahre)		0	1	2
unregelmässige Zahlungen				
1	KB 2 und 4 - Rohbau und Ausbau	Nutzungs-dauer	Ersatz-häufigkeit	Herstellkosten
		Jahre	Anzahl	€
				Erneuerungsin
	2B Erdarbeiten, Baugrube	50	0	0,00 €
	2C Gründungen, Bodenkonstruktionen	50	0	0,00 €
	2D Horizontale Baukonstruktionen	50	0	0,00 €
	2E Vertikale Baukonstruktionen	50	0	0,00 €
	4B.01 Dachbeläge	50	0	0,00 €
	4B.02 Dachfenster/-öffnungen	50	0	0,00 €
	4B.03 Balkon-/Terrassenbeläge	50	0	0,00 €
	4C.01 Fassadenverkleidung	50	0	0,00 €
	4C.02 Fassadenöffnungen	50	0	0,00 €
	4C.03 Sonnenschutz	50	0	0,00 €
	4D.01 Bodenbeläge	50	0	0,00 €
	4D.02 Wandverkleidungen	50	0	0,00 €
	4D.03 Deckenverkleidungen	50	0	0,00 €
	4D.04 Innentüren, Innenfenster	50	0	0,00 €
	4D.05 Innenwandelemente	50	0	0,00 €
	x.x Kostenstellen auflisten			
	Unregelmässige Zahlungen KB 2 und 4	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Barwert Erneuerung KB 2 und 4	0,00 €	0 €	0 €
			1	2
2	KB 3 - Technik	Nutzungs-dauer	Ersatz-häufigkeit	Herstellkosten
		Jahre	Anzahl	€
				Erneuerungsin
	3B.01 Aufzugsanlagen	50	0	0,00 €
	3C.01 Wärmeerzeugungsanlage	50	0	0,00 €
	3C.02 Wärmeverteilnetz	50	0	0,00 €
	3C.03 Raumheizfläche	50	0	0,00 €
	3D.01 Lüftungsanlagen	50	0	0,00 €
	3D.04 Kälteanlagen	50	0	0,00 €
	3E.01 Abwasseranlagen	50	0	0,00 €
	3E.02 Wasseranlagen	50	0	0,00 €
	3E.03 Gasanlagen	50	0	0,00 €
	3E.04 Feuerlöschanlagen	50	0	0,00 €
	3F.04 Niederspannungsinstallation	50	0	0,00 €
	3F.05 Beleuchtungsanlagen	50	0	0,00 €
	3G Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	50	0	0,00 €
	3F Gebäudeautomation	50	0	0,00 €
	x.x Kostenstellen auflisten			
	Unregelmässige Zahlungen KB 3	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Abbildung 7-5: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, unregelmässige Zahlungen für Herstellung und Ersatzinvestitionen

Quelle: DGNB Steckbrief Nr. 16

Herstellkosten	0,00 €	#DIV/0!
Barwert Nutzungskosten	0,00 €	#DIV/0!
Barwert Erneuerung	0,00 €	#DIV/0!
Barwert Gesamt Istgebäude	0,00 €	#DIV/0!
Aufteilung der Lebenszykluskosten		
Herstellkosten KB 2 und 4	0,00 €	#DIV/0!
Herstellkosten KB 3	0,00 €	#DIV/0!
Barwert unregelmässige Zahlungen KB 2 und 4	0,00 €	#DIV/0!
Barwert unregelmässige Zahlungen KB 3	0,00 €	#DIV/0!
Barwert regelmässige Instandhaltungskosten KB 2 und 4	0,00 €	#DIV/0!
Barwert regelmässige Instandhaltungskosten KB 3	0,00 €	#DIV/0!
Barwert Nutzungskosten Reinigung	0,00 €	#DIV/0!
Barwert Nutzungskosten Energie	0,00 €	#DIV/0!
Barwert Nutzungskosten Wasser/Abwasser	0,00 €	#DIV/0!

Abbildung 7-6: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, Ergebnisausgabe

Quelle: DGNB Steckbrief Nr. 16

Parameter

Für die Variablen des gewählten Softwaretools müssen entsprechende Vorgaben gemacht werden. Für das auf den vorigen Seiten gezeigte Excel-Tool müssten zumindest folgende Parameter definiert werden:

- Betrachtungszeitraum
- Preissteigerung und Diskontierungszinssatz
- Tarife für Wasser und Abwasser
- Tarife für Energie
- Tarife für Reinigung
- Aufwand für Instandsetzung und Wartung/Inspektion in % pro Jahr
- Nutzungsdauern der Bauteile

Der durchschnittliche jährliche Aufwand für Instandsetzung und Wartung/Inspektion sowie die Nutzungsdauern der Bauteile muss die BIG aus Daten eigener Gebäude ableiten. Vorerst kann als Orientierung auf die Vorgaben vom BMVBS⁸⁰ zurückgegriffen werden. Für den Betrachtungszeitraum geben die DGNB und das BMVBS 50 Jahre vor.

Systemgrenzen

Die Systemgrenzen werden vor allem durch die einzubeziehenden Lebenszyklusphasen bzw. Betrachtungszeitraum und dem Umfang bzw. Detailierungsgrad berücksichtigter Kostenarten definiert. Deshalb müssen Vorgaben zu den zu verwendenden Normen und zu der Detaillierung gemacht werden. Dies betrifft insbesondere den Energieverbrauch (Energieausweis).

⁸⁰ <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem.html>

7.4 Benchmarks

Unter Benchmarking wird allgemein eine vergleichende Methode zur Analyse von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen und Methoden verstanden.⁸¹ Benchmarking im Sinne dieser Diplomarbeit dient der Vergleichsbetrachtung von Gebäuden. Als Vergleichspunkt hierfür sollen Gebäude verwendet werden, die bezüglich Lebenszykluskosten einen besonders guten Wert erreichen (Best Practice). Durch die Orientierung an der Best Practice werden Leistungslücken und Mängel aufgedeckt sowie Optimierungspotenziale aufgezeigt.

Um dies anwenden zu können, muss die BIG nutzungsspezifische Benchmarks für die Lebenszykluskosten bilden. Dazu müssen für die jeweilige Nutzungskategorie typische Gebäude ausgewählt werden. Diese Typvertreter müssen folgende Kriterien erfüllen:

- zeitgemäße, funktionale Lösungen
- aktuelle Bautechnologien
- gültige Normen (z.B. Energiebedarf)

Damit ein Vergleich der Benchmarks mit Berechnungen von Bauvorhaben möglich ist, müssen die Lebenszykluskosten der Typvertreter auf Basis der in Kapitel 7.2 beschriebenen Datenbank und den in Kapitel 7.3 festgelegten Berechnungsrahmenbedingungen berechnet werden. Da eine Berechnung pro Nutzungskategorie keinesfalls ausreichend ist, muss dasselbe Vorgehen bei einer angebrachten Anzahl an Typvertreter angewendet werden. Aus diesen Ergebnissen der Berechnungen kann dann ein Wertekorridor mit Grenz- und Zielwerten für die jeweilige Nutzungskategorie definieren werden.

Zielwert: Ein Zielwert markiert die besonders gute Qualität. Der Zielwert für die Lebenszykluskosten stellt den minimalen Wert für die Lebenszykluskosten (pro Bezugsgröße) dar. Ähnlich wie beim reduzierten Energiebedarf darf durch die geringen Lebenszykluskosten nicht der Benutzungskomfort eingeschränkt werden.

Referenzwert: Der Referenzwert stellt die durchschnittlichen Lebenszykluskosten (pro Bezugsgröße) eines durchschnittlichen Gebäudes dar.

Grenzwert: Der Grenzwert markiert den maximalen Wert für die Lebenszykluskosten (pro Bezugsgröße). Diese Kostengrenze darf nicht überschritten werden.

⁸¹ vgl. Gondring, Wagner: Facility Management, 2012, S. 125

Verweis auf das Forschungsprojekt von König, H.: Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung von Orientierungswerten für Lebenszykluskosten, 2009

Die auf der vorigen Seite für die BIG vorgeschlagene Methode zur Benchmarkbildung, wurde auch von König im Rahmen des Forschungsprogramms *Zukunft Bau* angewendet, um Orientierungswerte für die Lebenszykluskosten von Bürogebäuden zu bestimmen. Zur Ermittlung eines Wertekorridors wurden 23 Bürogebäude nach denselben Rechenregeln berechnet. Der ermittelte Wertekorridor bildete die Grundlage für die Aufstellung der Grenz-, Orientierungs- und Zielwerte für den DGNB Steckbrief Nr. 16.

Lebenszykluskosten für Bürogebäude

Datum 28.11.2008

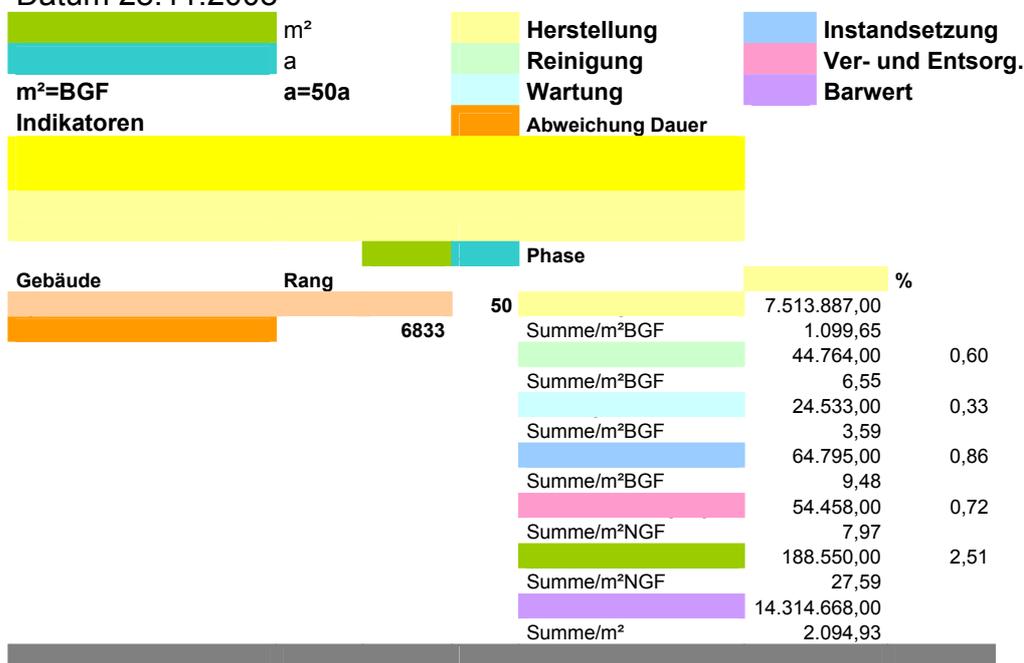


Abbildung 7-7: Berechnung der Lebenszykluskosten von 23 Bürogebäude - Tabelle Ausschnitt

Quelle: König, 2008

7.5 Projektvorbereitung

Durch das Setzen von Zielen in der Projektvorbereitung kann von Anfang an eine Zielrichtung für die nachfolgenden Planungsschritte vorgegeben werden. Dabei müssen neben den herkömmlichen Bau(Project)zielen auch Betriebsziele formuliert werden. So müssen bereits in frühen Phasen der Bedarfsplanung bei der Formulierung des finanziellen Rahmens Aussagen zu den Lebenszykluskosten und insbesondere zu den Nutzungskosten getroffen werden, um eine Beachtung der Folgekosten sicherzustellen. Weitere Ziele können beispielsweise den Energieverbrauch, die Zuverlässigkeit oder die Flexibilität betreffen. Durch das Setzen solcher Ziele ändert sich der Blickwinkel der Kunden und Planer zu einer lebenszyklusorientierten Sichtweise und begünstigt das Treffen von nachhaltigen Planungsentscheidungen.

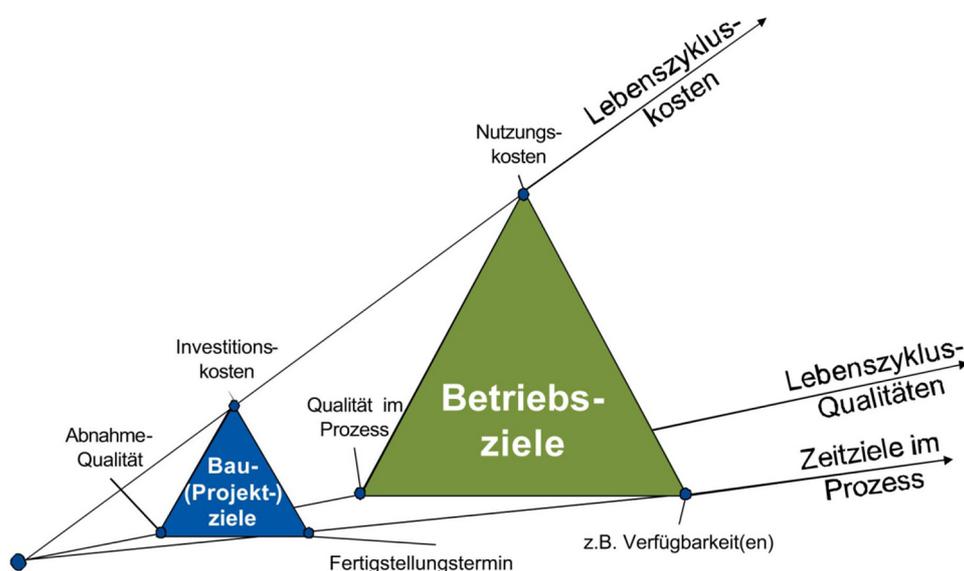


Abbildung 7-8: Zielsystem für den Gebäudelebenszyklus

Quelle: Prof. G. Wiesinger - BKI

Im Planungsprozess der BIG werden die Ziele gemeinsam mit dem Kunden festgelegt. Dem Kunden fehlt es dabei in der Regel an einem Nachhaltigkeitsbewusstsein und er konzentriert sich daher auf die Bau(Project)ziele. Eine Lebenszykluskostenrechnung in dieser Phase kann dem entgegenwirken, indem damit die langfristigen monetären Auswirkungen von Planungsentscheidungen aufgezeigt werden.

Für eine erste ungefähre Abschätzung der Lebenszykluskosten kann die BIG eine kennwertbasierte Berechnung auf Basis weniger objektspezifischer Daten und den gebildeten Benchmarks aus Kapitel 7.4 durchführen. Der Vorteil liegt in der einfachen Handhabung. Die Aussagefähigkeit dieser Vorgehensweise ist aufgrund der Heterogenität von Gebäuden jedoch kritisch zu betrachten. Denn maßgebende Planungsentscheidungen (z.B. Fassadengestaltung, Verschattungssystem, natürlichen oder künstlichen Belüftung etc.) sind nicht nachvollziehbar, da die Benchmarks aus Durchschnittslösungen stammen. Vor allem Variantenvergleiche sind mit kennwertbasierten Berechnungsmethoden wegen der Datenunschärfe nicht durchführbar.⁸²

Für eine genauere Abschätzung der Lebenszykluskosten kann die BIG eine objektspezifische Kalkulation auf Basis der Berechnungsgrundlagen aus Kapitel 7.2 und 7.3 durchführen. Der Objektbezug berücksichtigt hierbei eine konkrete Bauteilwahl, Qualitäten (z.B. unterschiedliche Fußbodenbeläge), Quantitäten (z.B. Menge Fenster), und nutzungsspezifische Festlegungen (z.B. Zyklen der Reinigung). Diese Vorgehensweise kann die BIG verwenden, um gemeinsam mit dem Kunden verschiedene Varianten und Szenarien zu modellieren. Die Ergebnisse dieser Analysen können als Entscheidungshilfe bei der Definition der Ziele verwendet werden.

Um bei allen Projektbeteiligten bereits in den frühen Planungsphasen das Nachhaltigkeitsbewusstsein zu steigern, sollte eine Nachhaltigkeitszertifizierung miteinbezogen werden. Dafür ist es sinnvoll, bereits im Zuge der Projektvorbereitung zu wissen, welches Bewertungssystem mit welchem Zielerreichungsgrad verwendet werden soll, damit die Ziele an das anzustrebende Niveau angepasst werden können.

⁸² vgl. König: Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung von Orientierungswerten für LZK, 2009, S. 7 - 8

7.6 Wettbewerb

Um Wettbewerbsbeiträge hinsichtlich der Lebenszykluskosten vergleichen zu können und ein zusätzliches Beurteilungskriterium zu erhalten, sollten im Wettbewerb neben den Baukosten auch die Nutzungskosten abgefragt werden und in die Entscheidung der Jury einfließen.

Mit einer ökonomischen Lebenszyklusanalyse können die verschiedenen Wettbewerbsbeiträge gegenübergestellt und die bauliche Lösung identifiziert werden, die am besten die gesetzten Ziele erreicht sowie langfristig mit dem geringsten ökonomischen Aufwand verbunden ist. Dazu müssen in der Wettbewerbsausschreibung Angaben zu den zu erzielenden Lebenszykluskosten (pro Bezugsgröße) und der Berechnungsmethode gemacht werden.

Um die Ergebnisse umfassend vergleichen zu können, müssen die Berechnungen auf Basis der Berechnungsgrundlagen aus Kapitel 7.2 und 7.3 durchgeführt werden und für die Entwicklung des Bewertungssystems zur Beurteilung der ökonomischen Qualität müssen die Benchmarks aus Kapitel 7.4 verwendet werden. Das Bewertungssystem könnte beispielsweise wie in Tabelle 7-2 aufgezeigt aufgebaut sein.

Bewertung		Punkte	Lebenszykluskosten
A	Zielwert	10,0 Punkte	Lebenszykluskosten wurden korrekt ermittelt. Folgende Werte werden erreicht bzw. unterschritten: x.xxx €/m ² BGF
B		9,0 Punkte	Lebenszykluskosten wurden korrekt ermittelt. Folgende Werte werden erreicht bzw. unterschritten: x.xxx €/m ² BGF
C		7,5 Punkte	Lebenszykluskosten wurden korrekt ermittelt. Folgende Werte werden erreicht bzw. unterschritten: x.xxx €/m ² BGF
D	Referenzwert	5,0 Punkte	Lebenszykluskosten wurden korrekt ermittelt. Folgende Werte werden erreicht bzw. unterschritten: x.xxx €/m ² BGF
E	Grenzwert	2,5 Punkte	Lebenszykluskosten wurden korrekt ermittelt. Folgende Werte werden erreicht bzw. unterschritten: x.xxx €/m ² BGF
F		1,0 Punkte	Lebenszykluskosten wurden korrekt ermittelt. Folgende Werte werden überschritten: x.xxx €/m ² BGF
G		0,0 Punkte	Folgekosten wurden nicht oder nicht korrekt ermittelt.

Tabelle 7-2: Vorschlag für ein Bewertungssystem zur Beurteilung der ökonomischen Qualität im Wettbewerb

Für die Abfrage der Lebenszykluskosten im Wettbewerb kommen verschiedene Vorgehensweisen in Frage, welche alle ihre Vor- und Nachteile haben:

Variante 1: Teilnehmer berechnen die Lebenszykluskosten

Von der BIG werden alle notwendigen Grundlagen vorgegeben. Dies betrifft die Berechnungsparameter, Berechnungsmethode, Softwaretool und Datengrundlage. Eine Berechnung der Lebenszykluskosten setzt außerdem Berechnungen zum Energieverbrauch voraus. Daher müssen auch diesbezüglich Vorgaben gemacht werden. Unter diesen Bedingungen berechnen die Teilnehmer selbst die Lebenszykluskosten ihrer Beiträge und übermitteln der BIG die durchgeführte Lebenszykluskostenrechnung und alle notwendigen Unterlagen zur Überprüfung.

Der größte Vorteil dieser Variante ist, dass die Wettbewerbsteilnehmer die Kostentreiber ihrer Entwürfe direkt identifizieren können. Die Lebenszykluskostenrechnung dient somit auch als Planungshilfe.

Variante 2: BIG berechnet die Lebenszykluskosten

Die Teilnehmer übermitteln der BIG alle notwendigen Unterlagen ihrer Beiträge, um eine Berechnung der Lebenszykluskosten durchführen zu können. Dazu zählen Flächenangaben zu konditionierten Flächen, Plandarstellungen, Fassadenschnitt mit bauphysikalischen Erläuterungen und Angaben zum Haustechnikkonzept. Die Berechnungen der Lebenszykluskosten der einzelnen Beiträge führt die BIG durch.

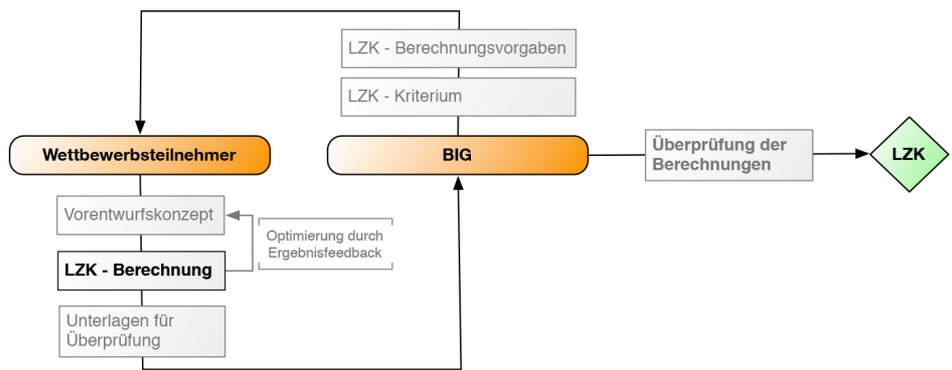
Der größte Nachteil dieser Variante ist die mangelnde Nachvollziehbarkeit für die Wettbewerbsteilnehmer und dass keine Optimierungsmöglichkeit mit Ergebnisfeedback besteht.

Variante 3: Dritter berechnet die Lebenszykluskosten

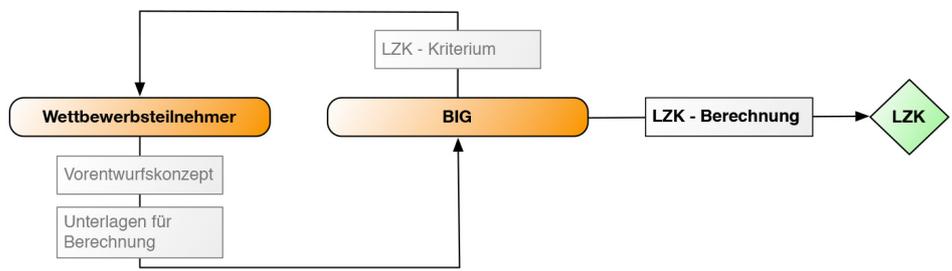
Wie bei Variante 2 übermitteln die Teilnehmer der BIG alle notwendigen Unterlagen ihrer Beiträge. Mit der Durchführung der Berechnungen wird jedoch ein Dritter beauftragt.

Der größte Vorteil dieser Variante ist der geringe Aufwand für die BIG. Außerdem muss sich die BIG für diese Vorgehensweise nicht das für die Berechnung nötige Wissen aneignen, sondern kann auf das Know-how von externen Experten zurückgreifen.

Variante 1: Teilnehmer berechnen die Lebenszykluskosten



Variante 2: BIG berechnet die Lebenszykluskosten



Variante 3: Dritter berechnet die Lebenszykluskosten

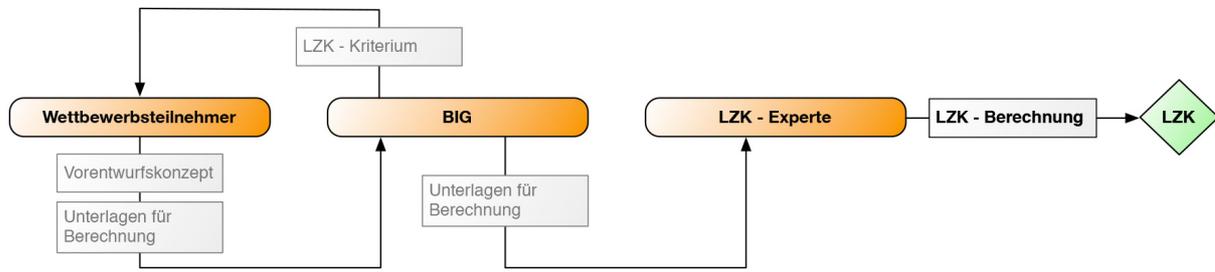


Abbildung 7-9: Darstellung der möglichen Vorgehensweisen zur Abfrage der Lebenszykluskosten

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

Um die drei Vorgehensweisen quantitativ miteinander vergleichen zu können, wurden Bewertungskriterien entwickelt und ein Ranking erstellt. Für jedes Kriterium wurden zwischen null und zwei Punkten vergeben, wobei eine höhere Punktezahl eine bessere Qualität kennzeichnet.

Themengebiet	Var. 1	Var. 2	Var. 3
BIG	4	3	4
Aufwand	1	0	2
Kosten	2	2	0
Anwendbarkeit	1	1	2
TEILNEHMER	2	3	3
Aufwand	0	2	2
Nachvollziehbarkeit	2	1	1
PLANUNGSPROZESS	4	1	1
Fördert die Beachtung der Lebenszykluskosten	2	1	1
Planungshilfe, da Kostentreiber sofort identifizierbar sind	2	0	0
SUMME	10	7	8

Tabelle 7-3: Bewertung der unterschiedlichen Vorgehensweisen. Punkte: 2 gut, 1 mittel, 0 schlecht

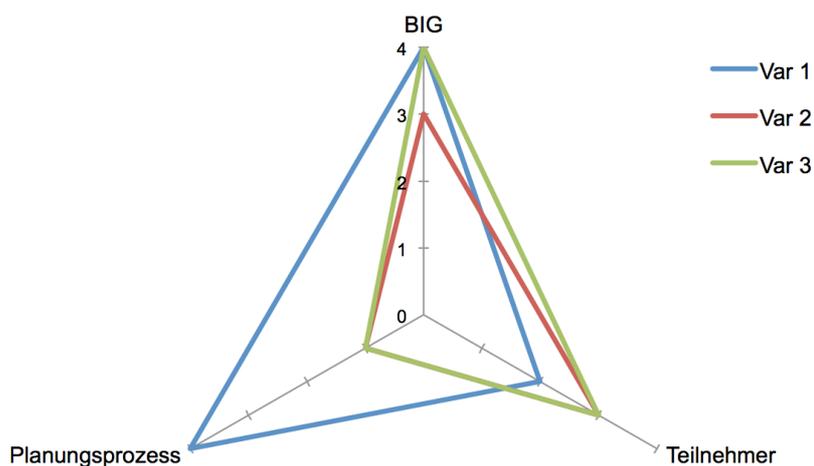


Abbildung 7-10: Verifizierung der geeignetsten Vorgehensweise

Quelle: Eigene Darstellung, 2013

Nachhaltigkeitszertifizierung

Da nach Fertigstellung des Gebäudes eine Nachhaltigkeitszertifizierung angestrebt werden soll, müssen bereits im Wettbewerb Angaben dazu gemacht werden. Von den Wettbewerbsteilnehmern sollte ein Quick Check abgefragt werden, um zu prüfen inwieweit ein Zertifikat erreicht werden kann. Die meisten der dafür nötigen Daten und Nachweise (z.B. Energieausweis) sind auch für die Berechnung der Lebenszykluskosten notwendig, somit ist eine Nachhaltigkeitszertifizierung mit relativ wenig Mehraufwand verbunden.

Für die Nachhaltigkeitszertifizierung bieten sich mehrere Bewertungssysteme an. Eine umfassende Gegenüberstellung folgender Bewertungssystemen findet sich im *Leitfaden energiebewusstes Bauen für Dienstleistungsgebäude in Wien, 2012* (siehe Anlagen).

- klima:aktiv
- TQB *der ÖGNB*
- ÖGNI *österreichisches Schwesterlabel der deutschen DGNB*
- LEED *aus den USA, weltweit vertreten*
- BREEM *aus Großbritannien, weltweit vertreten*
- GreenBuilding

Für die BIG erscheint das Bewertungssystem TQB (Total Quality Building) der ÖGNB (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) als am besten geeignet.

TQB basiert auf dem ältesten österreichischen Label TQ aus dem Jahr 1998. Aus einer Zusammenführung von TQ, klima:aktiv und dem IBO Ökopass entstand TQB, ein sehr umfassendes und hochwertiges Gebäudebewertungssystem, das jedem zur Verfügung steht, da es sich um ein Open-Source-System handelt. Gegenwärtig ist TQB rein für den österreichischen Markt interessant. Kooperationen mit anderen Ländern und internationalen Gebäudezertifikaten laufen derzeit in einem EU-Projekt, was dies zukünftig ändern kann.

Ziel der ÖGNB ist es, nur einen Katalog für unterschiedliche Dienstleistungsgebäude zu entwickeln. Spezielle Anforderungen für die unterschiedlichen Gebäudetypen werden kontinuierlich weiter entwickelt und in den Katalog integriert. TQB ist ein Katalog, der sowohl Neubauten als auch Sanierungen und Bestandsgebäude bewertet. Es gibt kein Gold-Silber-Bronze – System o.ä., sondern eine Bewertung nach Punkten (1.000 Höchstpunkte). Das bedeutet, dass auch herausragende Sanierungen meist weniger Punkte, als ambitionierte Neubauten errei-

chen, da die Höchstwerte immer dem besten Stand der Technik von Neubauten entsprechen und das bei Sanierungen nicht immer umsetzbar ist.⁸³

Die fünf Hauptkategorien A, B, C, D und E sind mit jeweils 200 möglichen Bewertungspunkten gleich gewichtet. Die Bewertung von Dienstleistungsgebäuden (Neubau) erfolgt nach folgendem Schema:

A	Standort & Ausstattung	200
A.1	Infrastruktur	80
A.2	Standortsicherheit und Baulandqualität	40
A.3	Ausstattungsqualität	60
A.4	Barrierefreiheit	40
B	Wirtschaft & techn. Qualität	200
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	100
B.2	Sustainable Sites	45
B.3	Technische Objektqualität	80
C	Energie & Versorgung	200
C.1	Energiebedarf	150
C.2	Energieaufbringung	50
C.3	Wasserbedarf	25
D	Gesundheit & Komfort	200
D.1	Thermischer Komfort	45
D.2	Raumluftqualität	75
D.3	Schallschutz	60
D.4	Belichtung, Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutz	50
E	Baustoffe und Konstruktion	200
E.1	Vermeidung kritischer Stoffe	50
E.2	Regionalität, Recyclinganteil, Produkte mit Umweltzertifikat	50
E.3	Ökologie der Baustoffe / Konstruktion	60
E.4	Entsorgung	60

Tabelle 7-4: Kategorien der TQB-Bewertung

Quelle: <https://www.oegnb.net/tqbtest.htm> (Zugriff 04.10.2013)

⁸³ vgl. Leitfaden energiebewusstes Bauen für Dienstleistungsgebäude in Wien, 2012, S. 42

Für den Punkt „Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus“ müssen für das Bewertungssystem TQB vereinfachte Betriebskostenberechnungen für folgende Teilbereiche vorliegen:

- Energiekosten: Brennstoffbedarf, Stromverbrauch
- Ver- und Entsorgung: Wasser und Abwasser, Müllentsorgung
- Wartung/Instandhaltung: Folgekosten für den laufenden Wartungs- und Instandhaltungsaufwand
- Kosten für Reinigung der Allgemeinbereiche
- Verwaltung und Service

Außerdem müssen folgende Nachweise erbracht werden:

- Vorlage der Betriebskostenberechnungen
- Vorlage der Wirtschaftlichkeitsanalysen gem. ÖN M7140 / VDI 2067 / ISO 15686-5 (vereinfachte Lebenszykluskostenberechnung).

Um das Bewertungssystem TQB einer praktischen Anwendung zu unterziehen, wurde im Folgenden eine Bewertung der Nachhaltigkeit anhand des Beispielprojektes aus Kapitel 6.1.4 durchgeführt.

B	Wirtschaft & techn. Qualität ▾	200	193
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus ▾ [mehr Informationen]	100	88
B.1.1	Wirtschaftlichkeitsberechnungen - LCCA ▲	40	36
	<p>Für das Objekt liegen vereinfachte Betriebskostenberechnungen für folgende Teilbereiche vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Energiekosten: Brennstoffbedarf, Stromverbrauch 4 4 <input checked="" type="checkbox"/> Ver- und Entsorgung: Wasser und Abwasser, Müllentsorgung 4 4 <input checked="" type="checkbox"/> Wartung/Instandhaltung: Folgekosten für den laufenden Wartungs- und Instandhaltungsaufwand 4 4 <input checked="" type="checkbox"/> Kosten für Reinigung der Allgemeinbereiche 4 4 <input type="checkbox"/> Verwaltung und Service 4 <input checked="" type="checkbox"/> Für das Objekt (und falls gegeben: wesentliche Ausführungsvarianten) wurden Wirtschaftlichkeitsanalysen gemäß ÖNORM M 7140 / VDI 2067 / ISO 15686-5 durchgeführt (vereinfachte Lebenszykluskostenberechnung). 20 20 <input type="checkbox"/> Für das Objekt wurde keiner der angegebenen Nachweise erstellt oder diese können nicht vorgelegt werden. 0 <p>Nachweise: [mehr Informationen] [neue Datei hochladen]</p>		
B.1.2	Integrale Planung und Variantenanalyse ▾ [mehr Informationen]	20	20
B.1.3	Grundlagen für Gebäudebetrieb ▾ [mehr Informationen]	25	10
B.1.4	Flexibilität und Dauerhaftigkeit ▾	25	22
B.2	Sustainable Sites ▲ [mehr Informationen]	45	25
B.3	Technische Objektqualität ▲	80	80

Abbildung 7-11: Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus laut TQB-Tool

Quelle: <https://www.oegnb.net/tqbtest.htm>

Gebäudedaten ▾			
GEBÄUDEANSCHRIFT ▾			
PLANUNGSTEAM ▾ [mehr Informationen]			
FLÄCHENKENNWERTE ▾ ✓			
ENERGIE ▾			
WEITERE INFORMATIONEN ▾ [mehr Informationen]			
A	Standort & Ausstattung ▾	200	120
A.1	Infrastruktur ▲ [mehr Informationen]	80	44
A.2	Standortsicherheit und Baulandqualität ▲ [mehr Informationen]	40	30
A.3	Ausstattungsqualität ▲ [mehr Informationen]	60	36
A.4	Barrierefreiheit ▲	40	10
B	Wirtschaft & techn. Qualität ▾	200	193
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus ▲ [mehr Informationen]	100	88
B.2	Sustainable Sites ▲ [mehr Informationen]	45	25
B.3	Technische Objektqualität ▲	80	80
C	Energie & Versorgung ▾	200	148
C.1	Energiebedarf ▲ [mehr Informationen]	150	78
C.2	Energieaufbringung ▲ [mehr Informationen]	50	50
C.3	Wasserbedarf ▲	25	20
D	Gesundheit & Komfort ▾	200	190
D.1	Thermischer Komfort ▲ [mehr Informationen]	45	45
D.2	Raumluftqualität ▲	75	75
D.3	Schallschutz ▲ [mehr Informationen]	60	25
D.4	Belichtung, Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutz ▾	50	45
E	Baustoffe und Konstruktion ▲	200	100
E.1	Vermeidung kritischer Stoffe ▾	50	50
E.2	Regionalität, Recyclinganteil, Produkte mit Umweltzertifikat ▾	50	50
E.3	Ökologie der Baustoffe / Konstruktion ▾	60	0
E.4	Entsorgung ▾	60	0

Standort & Ausstattung

Wirtschaft & techn. Qualität

Energie & Versorgung

Gesundheit & Komfort

Baustoffe und Konstruktion

751

von 1000 möglichen
Qualitätspunkten

Abbildung 7-12: Bewertung der Nachhaltigkeit des Beispielprojektes mittels TQB-Tool

Quelle: <https://www.oegnb.net/tqbtest.htm>

A Anhang

Anlagenverzeichnis

A.1 Themenschwerpunkte der Bewertungssysteme für nachhaltige Gebäude.....95

A.1 Themenschwerpunkte der Bewertungssysteme für nachhaltige Gebäude

Quelle: Leitfaden energiebewusstes Bauen für Dienstleistungsgebäude in Wien, 2012, S. 46

	GreenBuilding EU	klima:aktiv	TQB/ÖGNB	ÖGNI	LEED	BREEAM
Planungsprozesse						
Integrale Planung		■	■	■		■
Baustellenabwicklung			■	■	■	■
Vermeidung motorisierter Individualverkehr		■	■	■	■	■
Facility Management Freundlichkeit			■	■		
Ökonomische Qualität						
Lebenszykluskosten		■	■	■		■
Drittverwertungsfragen			■	■		
Ökologische Qualität						
Ökologische Produkte		■	■	■	■	■
Wassereffizienz			■	■	■	■
Energieeffizienz	■	■	■	■	■	■
Erneuerbare Energieträger	■	■	■	■	■	■
Energiemonitoring und Gebäudebetrieb	■	■	■	■	■	■
Soziokulturelle Qualität						
Komfortkriterien		■	■	■	■	■
Sicherheit			■	■	■	■
Architektur und Kunst				■		
Standortqualität						
Anbindung und Infrastruktur		■	■	■	■	■

Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

- Ackermann, A.:** *Integrale Planung nachhaltiger Gebäudekonzepte Chancen und Aufgaben des Projektmanagements*; TU Stuttgart; Stuttgart
- Austrian Standards Institute:** *ÖNORM B 1801-1, Bauprojekt- und Objektmanagement - Objekterrichtung*; Austrian Standards plus GmbH; Wien 2009
- Austrian Standards Institute:** *ÖNORM B 1801-2, Bauprojekt- und Objektmanagement - Objekt-Folgekosten*; Austrian Standards plus GmbH; Wien 2011
- BIG:** *Muster - Beilage 05, Bewertung der Teilleistungen und vorläufiges Honorar*; Stand 23.07.2008; Bundesimmobiliengesellschaft; Wien 2008
- BIG:** *Muster - Beilage 06, Planungspflichtenheft für Haustechnik-Planungsleistungen*; Stand 29.08.2009; Bundesimmobiliengesellschaft; Wien 2009
- BIG:** *Muster - Vertrag über Generalplanerleistungen*; Stand 22.10.2008 Version 2; Bundesimmobiliengesellschaft; Wien 2008
- BIG:** *Wettbewerb Bildungscampus Aspern D18 Teilgebiet 1*; Bundesimmobiliengesellschaft; Wien 2012
- BMVBS:** *BNB-Zusatzmodul - Lebenszyklusanalysen nach BNB, Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus*; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Berlin 2011
- BMVBS:** *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Berlin 2013
- BMVIT:** *BIGMODERN SP 2*; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Wien 2011
- BMVIT:** *Lebenszykluskosten Prognosemodell*; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Wien 2011
- Das Land Steiermark:** *Leitfaden Abwicklung von Gemeindefachbauten*; Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 7A; Graz 2002
- Deutsches Institut für Normung:** *DIN 18960, Nutzungskosten im Hochbau*; Beuth Verlag GmbH; Berlin 2008
- Deutsches Institut für Normung:** *DIN 276-1, Kosten im Bauwesen – Hochbau*; Beuth Verlag GmbH; Berlin 2008
- Deutsches Institut für Normung:** *DIN 276-1, Kosten im Bauwesen – Hochbau*; Beuth Verlag GmbH; Berlin 2008
- DGNB:** *Steckbrief Nr. 16, Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus*; Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen; Stuttgart 2009
- Diederichs, C.J.:** *Kostenermittlung im Hochbau durch Kalkulation von Leitpositionen – (Rohbau und Ausbau)*; Schriftenreihe „Bau- und Wohnungsforschung“ des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; Bonn 1986
- Facility Management:** *Ausgabe FM 02/2011*; Bauverlag BV GmbH; Gütersloh 2011
- Facility Management:** *Ausgabe FM 03/2011*; Bauverlag BV GmbH; Gütersloh 2011

- Facility Management:** *Ausgabe FM 05/2011*; Bauverlag BV GmbH; Gütersloh 2011
- Floegl, H.:** *Vorlesungsfolien SE Lebenszykluskosten von Gebäuden*; Donau Universität Krems; Krems 2012
- Gebhart, K.:** *Skriptum SE: Baukostensystematik*; TU Wien; Wien 2013
- Gondring, H.:** *Immobilienwirtschaft - Handbuch für Studium und Praxis*; 2. Auflage; Franz Vahlen GmbH; München 2009
- Gondring, H.; Wagner, T.:** *Facility Management - Handbuch für Studium und Praxis*; 2. Auflage; Franz Vahlen GmbH; München 2012
- Haslinger, M.:** *Skriptum VO: Vergabewesen und Vertragsrecht*; TU Wien; Wien 2007
- Hellerforth, M.:** *Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen*; 1. Auflage; Springer Berlin Heidelberg; Lüdenscheid 2006
- IFMA:** *Lebenszykluskosten - Ermittlung von Immobilien, Teil 1*; vdf Hochschulverlag AG der ETH Zürich; Zürich 2011
- International Organization for Standardization:** *ISO 15686-5, Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing*; 2008
- König, H.:** *Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung von Orientierungswerten für Lebenszykluskosten - Teil 1: Bürogebäude, Endbericht*; Ascona GbR Gesellschaft für ökologische Projekte; Gröbenzell 2009
- König, H.; Kohler, N.; Kreißing, J.; Lützkendorf, T.:** *Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung*; 1. Auflage; Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG; München 2009
- Kovacic, I.:** *Paper, Über Integrale Planung zur Nachhaltigkeit: Entwicklung einer Planungsmethodik*; TU Wien; Wien 2010
- Kovacic, I.:** *Vorlesungsfolien, Lebenszykluskosten und -analyse*; TU Wien; Wien 2013
- Riegel, G.W.:** *Dissertation, Ein softwaregestütztes Berechnungsverfahren zur Prognose und Beurteilung der Nutzungskosten von Bürogebäuden*; TU Darmstadt; Darmstadt 2004
- Stadt Wien:** *Leitfaden energiebewusstes Bauen für Dienstleistungsgebäude in Wien*; Magistratsabteilung 21 A - Rephrographie; Wien 2012
- WEKA MEDIA:** *Broschüre LEGEP - Die Software für integrale Planung nachhaltiger Gebäude*; Kissing
- WIFO:** *Auswirkungen der Bauinvestitionen des BIG-Hochbaus auf Wachstum und Beschäftigung*

Verzeichnis der Internetquellen

- ABK:** <http://www.abk.at/produkte/software/pm/lebenszykluskosten.asp> (Zugriff 15.09.2013)
- Bundesimmobiliengesellschaft:** <http://www.big.at> (Zugriff 28.07.2013)
- Bundesgesetzblatt, Teil I, 141. Bundesgesetz:**
http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2000_141_1/2000_141_1.pdf (Zugriff 28.07.2013)
- BNB:** <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem.html> (Zugriff 01.11.2013)
- DGNB-System:** <http://www.dgnb-system.de/de/system/kriterien/> (Zugriff 06.09.2013)

Holger König: <http://www.koenig-holger.de> (Zugriff 14.10.2013)

LEGEP - Handbuch für die Gebäudezertifizierung: <http://lekep.de/wp-content/uploads/LEGEP-handbuch1.pdf> (Zugriff 14.10.2013)

WEKA MEDIA: <http://www.weka-bausoftware.de/architekten/lekep-nachhaltigkeit/lekep.html> (Zugriff 14.10.2013)

Gesprächsverzeichnis

Flicker, G.: BIG; Wien; Interview am 03.07.2013

Petermann, A.; Jäger, D.: BIG; Wien; Interview am 14.08.2013

Schiechl, W.: BIG; Wien; Interview am 02.07.2013

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Lebensdauer von Gebäuden	7
Tabelle 3-2: Lebensdauer von Bauteilen	7
Tabelle 3-3: Mögliches Verhältnis von Erstellungskosten zu Nutzungskosten	13
Tabelle 3-4: Auswirkungen unterschiedlicher Diskontierungszinssätze auf das Verhältnis zwischen Erst- und Folgekosten an einem Beispielgebäude	17
Tabelle 3-5: Baugliederung nach ÖNORM B 1801-1	21
Tabelle 3-6: Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2	21
Tabelle 3-7: Baugliederung nach DIN 276-1	22
Tabelle 3-8: Folgekosten nach DIN 18960	22
Tabelle 3-9: Kostengliederung nach NS 3454	24
Tabelle 6-1: Dimensionen des Gebäudes	48
Tabelle 6-2: Jährlicher Wärme und Kältebedarf	48
Tabelle 6-3: Vergleich der getesteten Softwaretools	55
Tabelle 7-1: Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2	76
Tabelle 7-2: Vorschlag für ein Bewertungssystem zur Beurteilung der ökonomischen Qualität im Wettbewerb	86
Tabelle 7-3: Bewertung der unterschiedlichen Vorgehensweisen. Punkte: 2 gut, 1 mittel, 0 schlecht	89
Tabelle 7-4: Kategorien der TQB-Bewertung	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Frühe Planungsphasen	1
Abbildung 1-2: Aufbau und Methodik der Diplomarbeit	2
Abbildung 3-1: Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten	6
Abbildung 3-2: Nutzungsdauer einzelner Gebäudekomponenten und des Gebäudes	8
Abbildung 3-3: Immobilienlebenszyklus	9
Abbildung 3-4: Gliederung der Lebenszykluskosten von Gebäuden	11
Abbildung 3-5: Baufolgekosten verschiedener Gebäudetypen	12
Abbildung 3-6: Lebenszykluskosten bei einem Standard- und einem optimierten Gebäudezyklus	13
Abbildung 3-7: Auswirkungen der Wahl des Diskontierungszinssatzes auf den Gegenwartswert	18
Abbildung 3-8: Potentielles Einsparpotential bei Lebenszykluskosten	20
Abbildung 3-9: Zusammenhang von Errichtungs- und Folgekosten nach ÖNORM B 1801	22
Abbildung 3-10: Lebenszykluskosten nach ISO 15686-5	23

Abbildung 4-1: Anforderungen an den Leitfaden.....	26
Abbildung 5-1: Methodik für die Entwicklung des Leitfadens	27
Abbildung 6-1: DGNB Steckbrief Nr. 16, Eingabe Bezugsgröße.....	30
Abbildung 6-2: DGNB Steckbrief Nr. 16, regelmäßige Zahlungen für Betrieb.....	31
Abbildung 6-3: DGNB Steckbrief Nr. 16, regelmäßige Zahlungen für Wartung und Inspektion sowie regelmäßige Instandsetzung der TGA.....	32
Abbildung 6-4: DGNB Steckbrief Nr. 16, unregelmäßige Zahlungen für Herstellung und Ersatzinvestitionen	33
Abbildung 6-5: DGNB Steckbrief Nr. 16, Ergebnisausgabe.....	34
Abbildung 6-6: DGNB Steckbrief Nr. 16, grafische Darstellung der Ergebnisse.....	34
Abbildung 6-7: LEKOS, Checkliste	40
Abbildung 6-8: LEKOS, Prüfprotokoll	40
Abbildung 6-9: LEKOS, Ergebnisdarstellung.....	41
Abbildung 6-10: LEKOS, Ergebnisdarstellung.....	41
Abbildung 6-11: Programmstruktur LEGEP	44
Abbildung 6-12: Lebenszykluskosten Kreisdiagramm.....	46
Abbildung 6-13: Lebenszykluskosten Balkendiagramm.....	47
Abbildung 6-14: Lebenszykluskosten als jährliche Entwicklung.....	47
Abbildung 6-15: 3D Schnitt.....	49
Abbildung 6-16: Schema vom Heiz- und Kühlsystem	49
Abbildung 6-17: Regelgeschoss	50
Abbildung 6-18: Unternehmensstruktur der BIG	57
Abbildung 6-19: Meilensteine in der Geschichte der BIG	59
Abbildung 6-20: Segmentverteilung des BIG-Portfolios	60
Abbildung 6-21: Ablauf der Projektakquisition	64
Abbildung 6-22: Ablauf der Planungsphase.....	66
Abbildung 6-23: Ablauf der Ausführungsphase.....	67
Abbildung 6-24: Schwierigkeiten in der BIG für die Optimierung der Lebenszykluskosten	72
Abbildung 7-1: Vorgehensweise für eine lebenszyklusorientierte Planung.....	74
Abbildung 7-2: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, Eingabe Bezugsgröße und Parameter.....	78
Abbildung 7-3: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, regelmäßige Zahlungen für Betrieb	78
Abbildung 7-4: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, regelmäßige Zahlungen für Wartung und Inspektion sowie regelmäßige Instandsetzung der TGA.....	79

Abbildung 7-5: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, unregelmäßige Zahlungen für Herstellung und Ersatzinvestitionen.....	80
Abbildung 7-6: Adaptierter DGNB Steckbrief Nr. 16, Ergebnisausgabe.....	80
Abbildung 7-7: Berechnung der Lebenszykluskosten von 23 Bürogebäude - Tabelle Ausschnitt.....	83
Abbildung 7-8: Zielsystem für den Gebäudelebenszyklus.....	84
Abbildung 7-9: Darstellung der möglichen Vorgehensweisen zur Abfrage der Lebenszykluskosten	88
Abbildung 7-10: Verifizierung der geeignetsten Vorgehensweise.....	89
Abbildung 7-11: Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus laut TQB-Tool.....	93
Abbildung 7-12: Bewertung der Nachhaltigkeit des Beispielprojektes mittels TQB-Tool.....	94

Formelverzeichnis

Formel 3-1	14
Formel 3-2	14

