

Department für Bauen und Umwelt
Donau-Universität Krems
Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30
A-3500 Krems



Nachhaltigkeit massiv

AP11

Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien



Impressum

AutorInnen Dipl.-Ing. Dr. Helmut Floegl, Dipl.-Ing. Peter Holzer, Dipl.-Ing. Renate Hammer, MAS

Für den Inhalt verantwortlich Dipl.-Ing. Dr. Helmut Floegl, Donau-Universität Krems,

Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30, A-3500 Krems, Tel +43.893.2657 Fax +43.893.4650

E-Mail helmut.floegl@donau-uni.ac.at Web: <http://www.donau-uni.ac.at/dbu>

Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien

Auftraggeber:

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt. Zusätzlich wird das Projekt aus Mitteln des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie der Wirtschaftskammer Österreich unterstützt.

AutorInnen:

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Floegl,	Donau-Universität Krems
Dipl.-Ing. Peter Holzer	Donau-Universität Krems
Dipl.-Ing. Renate Hammer, MAS	Donau-Universität Krems

Externe PartnerInnen:

EURIng. Johann Domej, MSc, T.S.P Bauprojekt Management GmbH

Krems, September 2009 – aktualisiert 10.01.2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
1.1	Motivation für die Berechnung von Lebenszykluskosten.....	7
1.2	These	7
1.3	Zielsetzung.....	7
1.4	Aufbau des Berichts.....	7
2	Zusammenfassung der Projektergebnisse	9
2.1	Die unterschiedlichen existierenden Modelle	9
2.2	Das entwickelte, praxisbezogene Modell der Studie	9
3	Lebenszykluskostenberechnung von Immobilien	12
3.1	Ausgangslage und Ausrichtung	12
3.1.1	Ausgangslage.....	12
3.1.2	Ausrichtung des Forschungsprojekts	12
3.2	Die zugrundeliegenden Normen und Standards.....	14
3.2.1	Marktrecherche – existierende Lebenszykluskostenmodelle.....	14
3.2.2	Regelwerke für Standards für das Lebenszykluskostenmodell	15
3.2.3	Strukturelle Analyse der Kostenstrukturen nach ÖNORM B1801-1	17
3.3	Betrachtung von Lebenszykluskosten	21
3.3.1	Errichtungs- und Folgekosten bei Gebäuden	21
3.3.2	Abgrenzungen – und Vollkostenbetrachtung	21
3.4	Entwicklung des Lebenszykluskostenmodells	23
3.4.1	Die Grundlage des Modells	23
3.4.2	Die Basisparameter des Modells	24
3.4.3	Die Struktur der Errichtungskosten	30
3.4.4	Die Struktur der jährlichen Folgekosten	31
3.4.5	Die Struktur der mehrjährigen Folgekosten.....	34
3.4.6	Die Struktur der Lebenszykluskosten.....	38
3.5	Ergebnisse	40
3.5.1	Bürogebäude mit 2 getrennten Nutzern (Variante 1)	40
3.5.2	Bürogebäude mit 2 getrennten Nutzern – Variante 1	46
3.5.3	Variante 2: Ausführung des Gebäudes mit massiver Außenwand	49
3.5.4	Die Ergebnisse - Gebäude mit massiver Außenfassade Variante 2.....	51
3.5.5	Energiepreisszenarien, 6% und 7% jährliche Steigerung	55
4	Ausblick und Empfehlungen	58
4.1	Das Lebenszykluskostenmodell.....	58

4.1.1	Erkenntnisse aus dem Modell	58
4.1.2	Einschränkungen.....	59
4.1.3	Empfehlungen für weitere Forschungsarbeiten	59
5	Verzeichnisse	61
6	Anhang – die Kostenstrukturen der NS 3454 und ISO 15686-5:2008.....	65
6.1	Die Kostenstrukturen der NS 3454 der Errichtungskosten.....	65
6.2	Die Kostenstrukturen der der ISO 15686-5:2008	68

1 Einleitung

1.1 Motivation für die Berechnung von Lebenszykluskosten

Die technischen und wirtschaftlichen Lebensdauern der in den sechziger und siebziger Jahren errichteten Gebäude sind im Vergleich zu den Gebäuden aus der Gründerzeit deutlich kürzer und weisen zugleich höhere laufende Kosten auf. Sie sind vielfach schon am Ende ihres Lebenszyklus angelangt. Die neuen Gebäude, die an ihrer Stelle errichtet werden, sind zeitgeistiger, transparenter, technischer, haben auf den Quadratmeter bezogen deutlich höhere Folgekosten und werden eine noch kürzere wirtschaftliche Nutzungsdauer von etwa 20-30 Jahren haben. Der Trend geht also in die verkehrte Richtung.

Um dieser Entwicklung gegenzusteuern, ist es notwendig, dass potenzielle Folgekostentreiber möglichst früh in der Planung neuer Immobilien erkannt werden. Mehr noch: Es sollen die Folgekosten und darüber hinaus die Lebenszykluskosten ganz im Sinne ökonomischer Nachhaltigkeit prognostiziert werden um dem Bauherrn die Sicherheit einer nachhaltigen Leistbarkeit der Immobilie zu geben.

1.2 These

Es kann eine klare Struktur für die Lebenszykluskosten für Wohn- und gewerblich genutzte Gebäude entwickelt und auf diese aufbauend ein aussagekräftiges Lebenszykluskostenprognosemodell erstellt werden. Mit Hilfe eines solchen Modells können Varianten in der Gestaltung der Baukörper, der Außenhülle und der Gebäudetechnik berechnet und damit die Lebenszykluskosten eines Gebäudes bei gegebener Nutzung optimiert werden.

1.3 Zielsetzung

Es wird ein standardisiertes, praxistaugliches Werkzeug zur Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien für den Einsatz in der Immobilien-Projektentwicklung entwickelt und in seiner Funktionsweise dargestellt. Dabei wird ein Lebenszykluskostenprofil errechnet, das nach normierten Kostengruppen strukturiert ist, und die Folgekosten bestmöglich den Hauptkostengruppen der Errichtungskosten zuordnet, so dass die zu den Hauptelementen der Baugliederung anteiligen Lebenszykluskosten direkt dargestellt werden und damit (unter diesen) allfällige Folgekostentreiber erkannt werden können.

1.4 Aufbau des Berichts

Das nächste Kapitel 2 befasst sich mit der Zusammenfassung der Projektergebnisse. Die detaillierten Inhalte des Projekts Lebenszykluskostenberechnung von Immobilien sind in Kapitel 3 dargestellt. Dabei wird zuerst das Ergebnis der Literaturrecherche dargestellt: Welche Lebenszykluskostenmodelle wurden publiziert und wie können diese klassifiziert werden.

Es wird auf die zugrundeliegenden Normen und Standards für Errichtungs- und Folgekosten von Immobilien eingegangen, die eine notwendige Basis für eine allgemeine Anwendbarkeit

eines Lebenszyklusmodells Voraussetzung sind. Kapitel 3.3 geht auf die Gliederung der Kosten ein, die in der Praxis als Gebäudevollkosten bezeichnet werden und setzt diese in Bezug zu den Lebenszykluskosten.

Kapitel 3.4 beschreibt die Entwicklung des Lebenszykluskostenmodells mit seinen Grundlagen und Basisparametern. Darüber hinaus sind die Errichtungskosten in der vorgegebenen Gliederung der erste Teil der Lebenszykluskosten und zugleich Eingabewerte für die Berechnung der jährlichen (der im laufenden Betrieb entstehenden) und der mehrjährigen (die durch die Erneuerung von Bauteilen und Oberflächen ausgelöst) Folgekosten. Die Lebenszykluskosten ergeben sich in der vorgegebenen Gliederung als die Barwerte der Summen der Errichtungskosten und Folgekosten.

Kapitel 3.5 präsentiert die Ergebnisse der Lebenszykluskostenberechnung für ein tatsächlich ausgeführtes Bürogebäude mit zwei getrennten Nutzern, einen 3-geschoßigen quadratischen Verwaltungsbau mit 5.500 m² BGF und 4.451 m² NGF, mit offenem Innenhof und Flachdach und voll genutztem UG und Tiefgarage. Die Fassade besteht aus einer massiven Brüstung und einer eingestellten Fassade.

Als nichtgebaute Variante 2 wurde in Kapitel 3.5.2 das gleiche Gebäude mit massiver Außenwand als Lochfassade gerechnet und die Ergebnisse verglichen.

In Kapitel 3.5.5 werden 3 Energiepreisszenarien für eine angenommene jährliche Energiepreissteigerung von 6%, und 7% gerechnet und der Einfluss auf die Lebenszykluskosten ermittelt.

2 Zusammenfassung der Projektergebnisse

2.1 Die unterschiedlichen existierenden Modelle

Die durchgeführte Literaturrecherche ergab, wie erwartet, dass es seit Jahren zahlreiche Veröffentlichungen zum Thema Lebenszykluskosten gibt. Es wurden dabei eine sehr große Anzahl unterschiedlichster Rechenmodelle entwickelt, die als Lebenszykluskostenberechnungen bezeichnet werden können.

Allen Modellen ist gemeinsam, dass sie Gebäude zu einem bestimmten Zeitpunkt betrachten, meistens am Ende der Errichtung, und dass aus der Geometrie der Bauteile und den strukturierten Errichtungskosten Folgekosten errechnet werden. Solche Modelle können Errichtungs- und Folgekosten sehr detailliert strukturieren und modellieren – sind dann aber auf ein einziges Gebäude zugeschnitten und nicht mehr allgemein anwendbar.

Einen entgegengesetzten Ansatz stellt das nordische Lebenszykluskostenmodell dar. Die Zielvorstellung für dieses Modell war, ein praxisbezogenes Werkzeug für die Berechnung von Lebenszykluskosten zu schaffen. Das entwickelte Modell ist leicht handhabbar und liefert überschaubare Ergebnisse. Folgekosten mit einfachen Formeln kalkuliert. Das Ergebnis dieser Berechnung sind die Lebenszykluskosten, die als in erster Linie als Prognose zur Budgetierung der Folgekosten des betrachteten Gebäudes verwendet werden können. Optimierungen der Lebenszykluskosten sind mit diesem Modell nicht direkt möglich.

Die Recherche hat klar gezeigt, dass es Bedarf nach einem einfachen, aussagekräftigen und praxistauglichen Lebenszykluskostenprognosewerkzeug gibt.

2.2 Das entwickelte, praxisbezogene Modell der Studie

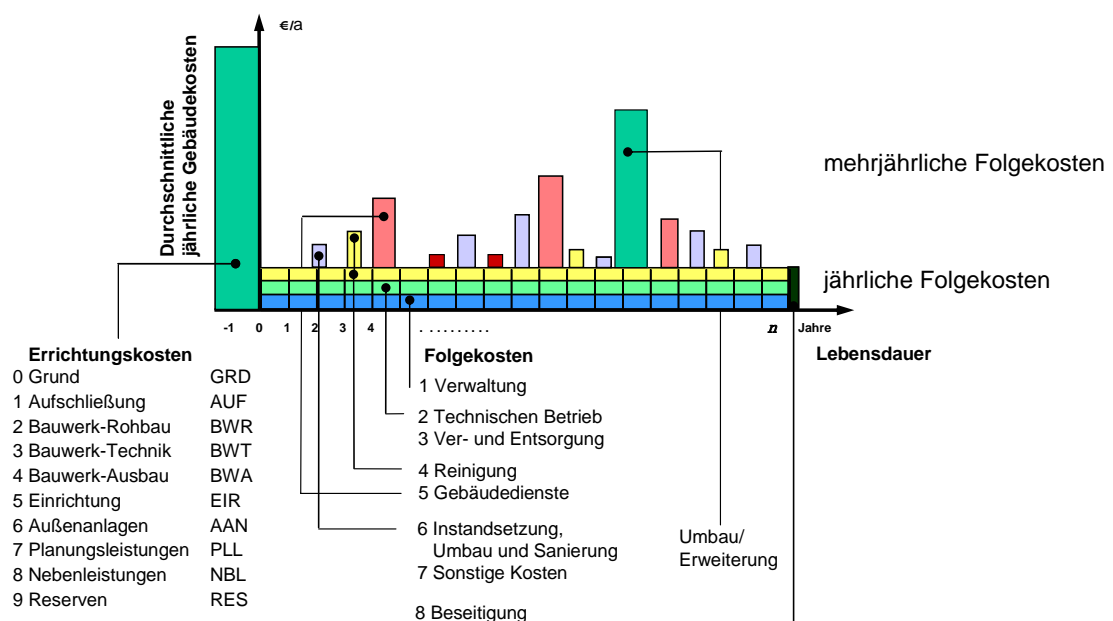


Abbildung 1: Das Modell mit der Kostenstruktur erster Ordnung

Das Ergebnis dieses Forschungsprojekts, nämlich ein standardisiertes, praxistaugliches Werkzeug zur Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien für den Einsatz in der Immobilien-Projektentwicklung zu entwickeln und in seiner Funktionsweise darzustellen, wurde voll erreicht. Das entwickelte Modell ist allgemein genug, so dass es für unterschiedliche Immobilien schon zum Zeitpunkt der Einreichplanung eingesetzt werden kann. Es benötigt lediglich allgemeine Flächengrößen wie BGF, NGF, Grundstücksfläche usw., sowie die finanziellen Parameter. Dabei können bauteil- und leistungsspezifisch verschiedene Preissteigerungsfaktoren gewählt werden (vgl. 3.4.2).

Eine Reihe weiterer Flächenkennwerte (Fensterflächen, Sanitärflächen, Ausmalflächen u.v.m.) sowie diverse besondere Parameter, wie der Strompreis und der Gaspreis u.m. sind für die Berechnung von Leistungen und deren Kosten in der Betriebsphase erforderlich.

Die Errichtungskosten sind selbst Teil der Lebenszykluskosten – aber auch Eingabewerte zur Berechnung der Folgekosten. Sie sind in der vorgegebenen Gliederung einzugeben. Diese stimmt in der ersten Ebene mit der Kostengliederung der ÖNORM B1801-1 überein. Für die Gliederung des Modells wurde eine zweite Gliederungsebene gewählt: Tabelle 1 zeigt diese zweite Gliederungsebene für die Elemente Bauwerk-Rohbau, Bauwerk-Technik und Bauwerk-Ausbau. (vgl. 3.4.3)

2 Bauwerk-Rohbau

- Bauwerk-Bau
- Stahlbau/Fassade
- Baunebengewerbe
- Sonstiges

3 Bauwerk-Technik

- Elektrotechnik
- Nachrichtentechnik
- Sanitär-/Gasanlagen
- HKL-Anlagen
- Förder- und Hebeanlagen
- Sonstiges

4 Bauwerk-Ausbau

- Dachverkleidung
- Fassade
- Innenausbau
- Sonstiges

Tabelle 1: Die Struktur der Bauwerkskosten

Aus der angenommenen Gebäudelebensdauer, den beschriebenen Eingaben und den im Programm vorgegeben Parametern über die Bauteil-Lebensdauern werden die Barwerte der jährlichen und mehrjährigen Folgekosten – entsprechend der Struktur des Vorschlags der ÖNORM B1801-2 – gerechnet und in der vorgegeben Kostengliederung für alle Jahre der Prognose bis zur Beseitigung in einem akkumulierten Lebenszykluskostenprofil dargestellt. Dabei werden den Kostengruppen Rohbau, Technik, Ausbau sowie Außenanlagen jährliche und mehrjährige Kosten direkt zugeordnet, nur die Folgekostengruppen Reinigung, Energie Strom Nutzer und Gebäudedienste werden keinen Kostengruppen der Errichtung zugeordnet. Diese Struktur ist Kap. 3.4.6 eindrücklich dargestellt.

In Kapitel 3.5 wird mit dem entwickelten Modell ein bestehendes Bürogebäude mit 2 getrennten Nutzern untersucht. Dieser dreigeschoßige quadratische Verwaltungsbau mit einem Aufzug und 4454 m² NGF hat in der tatsächlich ausgeführten Variante (1) eine

eingestellten Fassade auf einer massiven Brüstung. Es wurde für dieses Gebäude auch eine fiktive alternative Planungsvariante 2, nämlich eine massive Außenwand mit Lochfassade gewählt:

Die ausgeführte Variante 1 weist Errichtungskosten von € 6.204.551 auf, für die Variante 2 ergeben sich aufgrund der gewählten Annahmen prognostizierte Errichtungskosten von € 5.897.733, um 4,9% weniger als Variante 1. Der Barwert der errechneten Lebenszykluskosten über 36 Jahre von Variante 1 beträgt € 25.867.314, das ist das 4,17-fache der Errichtungskosten. Bei Variante 2 ergeben sich € 22.789.441, das stellt das 3,864-fache der Errichtungskosten dar. Lebenszyklisch betrachtet kommt also die Variante mit der massiven Fassade um 11,89% günstiger. Wie in der

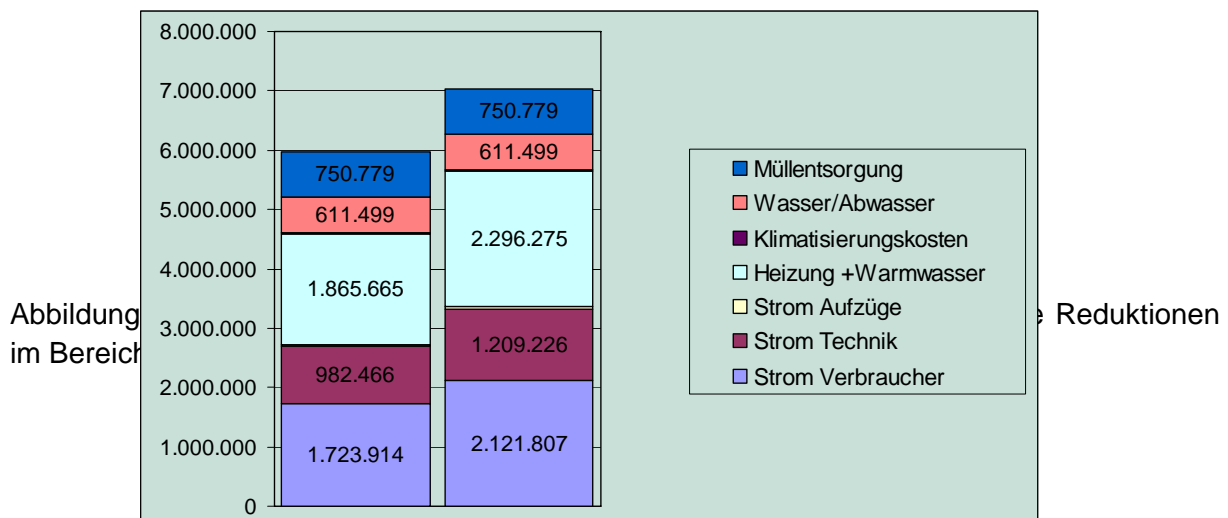


Abbildung 2: Verbrauchskosten der ausgeführten Variante 1 und der Variante 2

Die Ergebnisse zeigen, dass das entwickelte Lebenszykluskostenmodell sehr klar den Einfluss von Planungsvarianten auf Folgekostentreiber aufzeigen kann. Darüber hinaus wurde für die Variante 1 des Verwaltungsgebäudes auch drei Energiepreisszenarien mit einer angenommen 6%igen und 7%igen jährlichen Energiepreissteigerung gerechnet.

Die um 1% höhere jährliche Steigerung zeigt ein merkbares Anwachsen der jährlichen Folgekosten. Bei dem – aus heutiger Sicht – pessimistischen Szenario mit jährlichen Energiepreissteigerungen von 7%, steigt der Barwert der Verbrauchskosten von 5,970 M€ auf 7,033 M€ also um 17,8% an.

3 Lebenszykluskostenberechnung von Immobilien

3.1 Ausgangslage und Ausrichtung

3.1.1 Ausgangslage

Im Rahmen des vorgeschlagenen Projekts soll zunächst eine Definition von handhabbaren Standards und Strukturen zur praxistauglichen Ermittlung von Lebenszykluskosten entwickelt werden. Auf dieser Basis wird ein Lebenszykluskostenmodell erstellt, das in Kompatibilität zur ÖNORM B 1801-1 (Kosten im Hoch- und Tiefbau) für verschiedene Wohn- bzw. Gewerbegebäude vergleichbare Daten liefert. Die Tauglichkeit dieses Werkzeugs soll an Hand eines tatsächlich ausgeführten Gebäudes und einer fiktiven massiven Variante gezeigt werden und die Ergebnisse sollen klar dargestellt werden.

3.1.2 Ausrichtung des Forschungsprojekts

Die technischen und wirtschaftlichen Lebensdauern der in den letzten Jahrzehnten errichteten Gebäude werden immer kürzer, zugleich steigen die Folgekosten. Um diese Effekte wirtschaftlich quantifizieren und allfällige Kostentreiber schon bei der Planung von Immobilien erkennen zu können, sollen im Sinne der ökonomischen Nachhaltigkeit die Folgekosten und darüber hinaus die Lebenszykluskosten prognostiziert werden können. Hier besteht akuter Entwicklungsbedarf für ein solches Prognosemodell, das als Planungswerkzeug eingesetzt werden soll.

Die Errichtungskosten von Immobilien können heute schon in der Entwurfsphase relativ genau prognostiziert werden. Voraussetzung dafür war die durchgängige Standardisierung der Kosten in Kostenbereiche und Kostenelemente. In Österreich nach ÖNORM B 1801-1 bzw. in Deutschland nach DIN 276. Diese Standards haben sich in den deutschsprachigen Ländern durchgesetzt. Mittels eines gut geführten Katalogs entsprechender Baukosten lassen sich die für die entsprechenden Bauelemente oder Bereiche relativ präzise Baukostenprognosen schon in einem frühen Planungsstadium durchführen.

Vgl. <http://www.baukosten.de/profil/index.htm>.

Bei allen anderen Elementen der Lebenszykluskosten fehlen derartig handhabbare Kostenprognosemodelle aber noch.

- Lebenszykluskosten sind in ihrer Erscheinung komplexer als die gut strukturiert darstellbaren und prognostizierbaren Baukosten:
- In der einschlägigen Fachliteratur werden alle über den gesamten Lebenszyklus entstehenden Kosten zusammenfassend als Lebenszykluskosten bezeichnet.
- Die ÖNORM B 1801-1 (Kosten im Hoch- und Tiefbau) definiert Lebenszykluskosten sehr allgemein als Anschaffungskosten zuzüglich Entwicklungskosten und Folgekosten. Wobei die Folgekosten immerhin in der ÖNORM B 1801-2 als Nutzungskosten und Beseitigungskosten definiert sind, während die Struktur der Nutzungs-

kosten nach allgemeiner Ansicht der Experten des zuständigen ON-Komitees 240 inkonsistent und verbesserungswürdig ist.

Lebenszykluskosten weisen fünf nachfolgend angeführte Unschärfen auf, die ihre hohe Komplexität verursachen:

1. Sie entstehen während der gesamten Lebensdauer von der ersten Idee bis zum Abriss und beinhalten die Baukosten.
2. Sie sind in ihrem Bestandteil Folgekosten nicht präzise genug standardisiert: Folgekosten können bei strenger Abgrenzung, nur das Funktionieren der Elemente des Gebäudes abbilden, oder aber im weiteren Sinn die Vollkosten der kompletten Nutzung umfassen.
3. Sie sind nicht eindeutig den Bauelementen und auch nicht den Gewerken zuordenbar.
4. Sie sind von der Nutzung bzw. von Nutzungsänderungen abhängig.
5. Sie können im Sinne einer Erfolgsrechnung als zusätzliche Investition für höhere Erträge anfallen.

3.2 Die zugrundeliegenden Normen und Standards

3.2.1 Marktrecherche – existierende Lebenszykluskostenmodelle

Der aktuelle Stand der Forschung auf dem Gebiet der Lebenszykluskostenmodelle zeigt eine große Zahl höchst unterschiedlicher Modelle für Lebenszykluskosten. Einen guten aktuellen Überblick gibt die Arbeit von Petra Röhrich¹. Dabei scheint das Ziel von Lebenszykluskostenberechnungen klar: „Die Lebenszykluskostenrechnung ist ein Managementwerkzeug zur Bestimmung der langfristig vorteilhaftesten von verschiedenen Ausführungsalternativen. In Abhängigkeit vom Differenzierungsgrad der verwendeten Kostenkennzahlen können Alternativen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen verglichen werden: auf Gebäude-, Bauteil-, Anlagen- oder Detailebene.“²

Es gibt eine sehr große Anzahl unterschiedlichster Rechenmodelle, die als „Lebenszykluskostenberechnung“ bezeichnet werden. Diese können sehr ausdifferenziert sein. Dann müssen sie spezifisch auf ein betrachtetes Gebäude ausgerichtet werden. Als Beispiel sei auf die Arbeit von Riegel³ hingewiesen. Das ambitionierte Ziel in seiner Arbeit war es, auch die baulichen Veränderungen über einen Betrachtungszeitraum in monetärer Sicht möglichst genau abzubilden. Dazu identifizierte er die Kostenverursacher in funktionaler und zeitlicher Hinsicht auf der Ebene der Räume.

Am anderen Ende der Bandbreite der Modelle steht das nordische Lebenszykluskostenmodell. Für dieses Modell war die Zielvorstellung, ein einfaches, praxisbezogenes Werkzeug für die Berechnung von Lebenszykluskosten zu entwickeln. Die Standardisierung für Folgekosten und Lebenszykluskosten war in Norwegen in den Achtzigerjahren schon weit fortgeschritten. 1978 hatte die Vereinigung Beratender Ingenieure (RIF), Informationen über die Konsequenzen der Investitionen im Baubereich zu sammeln.

Basierend darauf entstand das Konzept des nordischen Lebenszykluskostenmodell. Die norwegische Statsbyg hatte es gemeinsam mit einer Reihe nordischer Organisationen entwickelt und im Jahre 2004 veröffentlicht.⁴

Als weitere Basis für die Forschungsarbeit ist ein von Floegl⁵ entwickeltes Lebenszykluskostenmodell, das 2001 speziell für eine damals in Planung stehende Immobilie aufgebaut wurde. Es stellte sich bei den Recherchen heraus, dass dieses Modell eine gute Basis für die Entwicklung des Modells darstellt.

¹ Röhrich, Petra: (2007), *Lebenszykluskosten-Ansätze für Planung und Betrieb von Gebäuden*, Master-Thesis, Department für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems, AT 3500 Krems.

² GEFMA 220, 2006, Entwurf, *Lebenszykluskostenrechnung im FM*, p. 1, Pkt. 1 Anwendungsbereich.

³ Riegel, Gert Wolfgang: (2004), *Ein softwaregestütztes Berechnungsverfahren zur Prognose und Beurteilung der Nutzungskosten von Bürogebäuden*, Dissertation, Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt, 64287 Darmstadt, Eigenverlag, ISBN 3-9808875-4-5.

⁴ „Nordic Project for LCC, 2004, [http://193.215.253.57/lcprofit/default_en.asp – 28.10.2008]

⁵ Floegl, Helmut: (2001), *Lebenszykluskostenberechnung für ein großes Bürogebäude in der Planungsphase*, unveröffentlichte Auftragsarbeit

3.2.2 Regelwerke für Standards für das Lebenszykluskostenmodell

Im Zuge der Recherche der Lebenszykluskostenmodelle bestätigte sich die Annahme, dass praxisbezogene, handhabbare Lebenszykluskostenmodelle einen unmittelbaren Bezug zu brauchbaren Lebenszykluskosten-Standards herstellen.

3.2.2.1 ÖNORM B 1801-1

Ausgangsbasis für das in diesem Projekt entwickelte Modell bleibt in Österreich die ÖNORM B 1801-1⁶ und die alte ÖNORM B 1801-2⁷. Letztere definiert Lebenszykluskosten sehr allgemein als Anschaffungskosten zuzüglich Folgekosten. Wobei die Folgekosten in der ÖNORM B als Nutzungskosten und Beseitigungskosten definiert sind. Im Folgenden bezieht sich der gegenständliche Bericht des Forschungsprojekts auf den aktuellen Stand des Vorschlags dieser ÖNORM.

Die Struktur der Errichtungskosten ist in der ÖNORM B1801-1 praxisgerecht strukturiert, dass sich die meisten Bauträger an diese Kostenstrukturen halten. An dieser Stelle sei auch auf die Ambiguität der weiteren Strukturierung in planungsorientierte und ausführungsorientierte Kostenbereiche hingewiesen.

Der neue Entwurf ÖNORM B 1801-1:2009-0301 bezieht sich nicht mehr nur auf die Kosten im Hoch und Tiefbau, sondern befasst sich mit dem Bauprojekt- und Objektmanagement in der Objekterrichtungsphase. Dementsprechend gibt es, wie in Abbildung 3 Anlagegliederung nach ÖNORM B1801-1 Bild 1 dargestellt, die Baugliederung und die Leistungsgliederung, wobei die erste Ebene beider Gliederungen identisch ist.

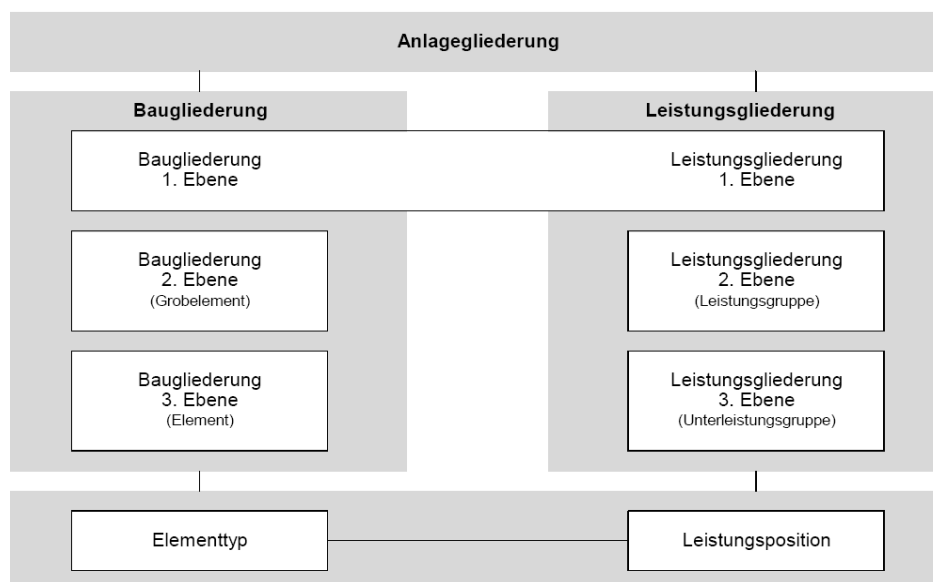


Abbildung 3: Gliederungssystem nach ÖNORM B1801-1:2009⁸

Die zweite und dritte Ebene der Leistungsgliederung ist nur mehr im Anhang zu finden.

⁶ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*

⁷ ÖNORM B 1801-2:1997, *Kosten im Hoch- und Tiefbau Objektdaten – Teil 2:Objektnutzung*

⁸ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009 Bild 6 p.13.

Für die Folgekosten sind die Strukturen nach der ÖNORM B1801-2 einfach und zielorientiert. Die Gliederung der Lebenszykluskosten ist eine sehr gute Basis für ein Lebenszykluskostenmodell, allerdings ist bei den Errichtungskosten und Folgekosten auf eine sinnvolle Bezugnahme zu achten. Die aktuell gültige Fassung der ÖNORM B1801-2 ist in ihren Kostengruppen zur B 1801-1 nicht konsistent. Aufgrund des Einsatzes der Barwertmethode ist die Kostengruppe Kapitalkosten für das Modell nicht mehr relevant.

Für die Folgekosten wird vor allem die derzeit gültige Version des Vorschlages der neuen ÖNORM B1801-7 betrachtet werden.

3.2.2.2 Die norwegische Norm NS 3454

Die norwegische Norm NS 3454 Jährliche Kosten für Gebäude wurde 1988 herausgegeben. Im Jahre 2000 erschien die 2. Ausgabe der NS 3454 „Lebenszykluskosten für Gebäude, Grundlagen und Klassifikationen“⁹.

Im Anhang (Kap.6.1) ist die Kostenstruktur dieser Norm dargestellt.

3.2.2.3 Die Richtlinie 220 der GEFMA

Die Richtlinie 220² der GEFMA ist eine Handlungsnorm. Sie definiert die Lebenszykluskosten als „die Summe aller über den Lebenszyklus von Facilities anfallenden Kosten (Kosten im Hochbau, Projektkosten, Nutzungskosten und Leerstandskosten)“ und verweist aber für eine konkrete Berechnung auf den Entwurf der ISO 15686-5¹⁰. Für das gegenständliche Forschungsprojekt wurden diese Normen, die ÖNORM B1801-1 und B1801-2, die NS 3454 und die ISO 15686-5 in Bezug auf ihre Kostenstrukturen miteinander verglichen.

Für die Errichtungskosten bzw. Construction Costs oder Project Costs ist die Zuordnung und der Bezug zueinander für die Hauptkostengruppen leicht darstellbar. Hier zeigt die ÖNORM B1801-1 und auch in analoger Weise die DIN 276¹¹ eine ausreichende Strukturierung.

3.2.2.4 Die ISO 15686-5

Die ISO 15686-5, erste Ausgabe, Teil 5¹² normt Kosten und monetäre Begriffe für die Lebenszeit von Gebäuden und baulichen Anlagen. Die detaillierte Kostenstruktur ist im Anhang (6.2) dargestellt.

⁹ NS 3454, 2. utgave mars 2000, *Livssyklus-kostnader for byggverk – Prinsipper og struktur*

¹⁰ ISO 15686-5:2008(E) *Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing*, First Edition, 2008-06-15

¹¹ DIN 276, 2006, *Kosten im Hochbau*.

¹² ISO 15686-5:2008(E) *Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing*, First Edition, 2008-06-15

3.2.3 Strukturelle Analyse der Kostenstrukturen nach ÖNORM B1801-1

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

Abbildung 4: Errichtungskostenstrukturen nach ÖNORM B1801-1 Kostengruppierung nach¹³

Im Folgenden werden hier die Grobelemente aus der ÖNORM 1801-1¹⁴ übernommen.

0 Grund 0A Allgemein 0B Grunderwerb 0C Erwerbsnebenleistungen 0D Spezielle Maßnahmen	5 Einrichtung 5A Allgemein 5B Betriebseinrichtungen 5C Ausstattungen
1 Aufschließung 1A Allgemein 1B Baureifmachung 1C Erschließung 1D Abbruch Rückbau 1 E Provisorien	6 Außenanlagen 6A Allgemein 6B Geländeflächen 6C Befestigte Flächen 6D Bauteile Außenanlage
2 Bauwerk-Rohbau 2A Allgemein 2B Erdarbeiten, Baugrube 2C Gründungen, Bodenkonstruktionen 2D Horizontale Baukonstruktionen 2E Vertikale Baukonstruktionen 2F Spezielle Baukonstruktionen 2G Rohbau zu Bauwerk-Technik	7 Planungsleistungen 7A Allgemein 7B Bauherrenleistungen 7C Planungsleistungen
3 Bauwerk-Technik 3A Allgemein 3B Fördertechnik 3C Wärmeversorgungsanlagen 3D Klima-/Lüftungsanlagen 3E Sanitär-/Gasanlagen 3F Starkstromanlagen 3G Schwachstromanlagen (Informationstechnologie) 3H Gebäudeautomation 3I Spezielle Anlagen	8 Nebenleistungen 8A Allgemein 8B Baunebenleistungen 8C Planungsnebenleistungen
4 Bauwerk-Ausbau 4A Allgemein 4B Dachverkleidung 4C Fassadenhülle 4D Innenausbau	9 Reserven 9A Allgemein 9B Reservemittel Budget 9C Reservemittel Steuerung

Tabelle 2: Errichtungskostenstrukturen nach ÖNORM B1801-1 Kostengruppierung nach¹⁵

¹³ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009, Bild 4 p.10.

¹⁴ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009, p.15.

¹⁵ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009, Bild 4 p.10.

3.2.3.1 Kostenstrukturen für die Folgekosten nach ÖNORM B1801-2

Die ÖNORM B1801-2:1997-06¹⁶ ist die österreichische Norm die die Folgekosten für Gebäude in ihrer Hauptstruktur festlegt.

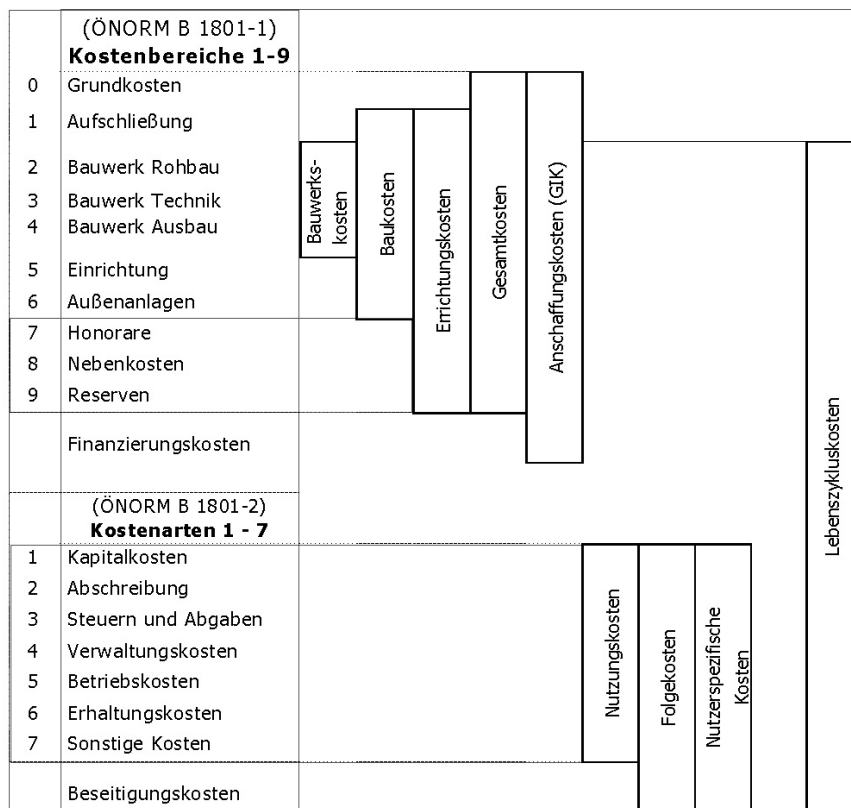


Abbildung 5: Übersicht über die erste Ebene der Kostenstrukturen nach ÖNORM B 1801-1 und -2¹⁷

	Gliederung	Abgrenzung
1	Kapitalkosten	Zinsen für Fremdmittel und Eigenleistungen
1.1	Fremdmittel	Zinsen für Fremdmittel und vergleichbare Kosten, die zufolge der Anschaffungskosten oder des Objektbestandes anfallen können, zB Darlehenszinsen, Leistungen aus Rentenschulden, Leistungen aus Dienstbarkeiten auf fremden Grundstücken, soweit sie mit dem Objekt in unmittelbarem Zusammenhang stehen.
1.2	Eigenleistungen	Eigenkapitalzinsen und Zinsen für den Wert anderer Eigenleistungen, zB der Arbeitsleistungen, der eingebrachten Baustoffe, des vorhandenen Grundstückes, vorhandener Bauteile.
2	Abschreibungen	Wertminderung von Objekten, Anlagen und Einrichtungen
2.1	ordentliche Abschreibungen	Abschreibungen für verbrauchsbedingte Wertminderungen von Objekten, Anlagen und Einrichtungen.
2.2	Außerordentliche Abschreibungen	vorzeitige Abschreibungen nach technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten.
3	Steuern und Abgaben	Steuern und Abgaben, die bestandsbedingt anfallen und nicht aus betrieblicher Nutzung.
3.1	Steuern	Steuern für Objekte, Anlagen, Einrichtungen und Grundstücke, die bestandsbedingt anfallen, zB Grundsteuer.
3.2	Abgaben	Abgaben für Objekte, Anlagen, Einrichtungen und Grundstücke, die

¹⁶ ÖNORM B1801-2:1997-06 *Kosten im Hoch- und Tiefbau Objektdaten – Objektnutzung*

¹⁷ Floegl, Helmut: (2008), *Lebenszykluskosten, Folgekosten, Arten, Umfang* Skriptum für den Master-Lehrgang FM, Department für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems, A-3500 Krems, p.4.

		bestandsbedingt anfallen, zB Gebrauchsabgaben.
4	Verwaltungskosten	Kosten der Fremd- und Eigenleistungen für die Objekt- und Grundstückverwaltung.
4.1	Eigenleistungen	Eigenleistungen für die Verwaltung von Objekten, Anlagen und Grundstücken, zB Hausverwaltung, Büromaterial.
4.2	Fremdleistungen	Fremdleistungen für die Verwaltung von Objekten, Anlagen und Grundstücken.
5	Betriebskosten	Kosten, die zur Sicherung der Bedingungen für die Nutzung von Objekten erforderlich sind. Ausgenommen sind nutzerbedingte Kosten, zB Produktionskosten.
5.1	Ver- und Entsorgung	– Brauch- und Trinkwasser, auch aus eigenen Brunnenanlagen. Ausgenommen sind Erzeugung von Wärme und Kälte in zusammenhängenden Systemen, Prozeßwasser (zB in Wäschereien). – Abwasser, auch bei eigener Entsorgung. Ausgenommen sind Erzeugung von Wärme und Kälte in zusammenhängenden Systemen, Prozeßwasser (zB Gülle, gewerbliche oder industrielle Abwässer). – Energie, auch aus eigener Erzeugung, zB für Beleuchtung, Raum-, Lüftungswärme. Ausgenommen sind Energie für den Betrieb gewerblicher oder industrieller Anlagen, Prozeßwärme und Abwärme. – Beseitigung von Abfall einschließlich Rückständen aus haustechnischen Anlagen (zB Lampen, Filter, Altöl). Ausgenommen sind gewerblicher oder industrieller Abfall, Sondermüll, der nicht aus haustechnischen Anlagen stammt.
5.2	Aufsichtsdienste	zB Pförtner, Hausbesorger, Straßenmeister, Objektbewachung
5.3	Technische Dienstleistungen	– Bedienung von Anlagen, zB Heizung. – Wartung von Anlagen, einschließlich Auswechseln von Verschleißteilen sowie der dafür erforderlichen Hilfs- und Betriebsstoffe, zB Lampen und Leuchten, Chemikalien für Wasseraufbereitung, Filter, Schmierstoffe, Dichtungen. (Hierzu gehören nicht Aufsichtsdienste.) – Inspektion
5.4	Objektreinigung	Regelmäßige oder unregelmäßige Reinigung und Pflege von Objekten, Anlagen, Einrichtungen und Außenanlagen, einschließlich der winterlichen Betreuung.
5.5	Sonstige Dienstleistungen	Versicherungen, Brandschutz
6	Erhaltungskosten	Kosten für die Gesamtheit aller Maßnahmen, um den Bestand der Bausubstanz und ihres Wertes zu sichern.
6.1	Instandhaltungskosten	Kosten der Erhaltung durch einfache und regelmäßig wiederkehrende Maßnahmen, um die Funktionstauglichkeit zu erhalten, zB Ausbesserungsmaßnahmen, Reparaturen, Beseitigung von Elementarschäden.
6.2	Instandsetzungskosten	Kosten der Erhaltung, um die Funktionstauglichkeit zu verlängern, zB Austausch von Bauteilen und technischen Anlagen.
6.3	Restaurierungskosten	Kosten für die Herstellung eines früheren Zustandes, wobei die vorhandene Substanz bewahrt wird, zB Denkmalschutzmaßnahmen.
7	Sonstige Kosten	Kosten für die Gesamtheit aller Maßnahmen der Objektbewirtschaftung, die in den vorgenannten Kostenarten nicht berücksichtigt sind bzw. diesen nicht eindeutig zugeordnet werden können.

Tabelle 3: Kostenstrukturen für Folgekosten nach der „alten“ ÖNORM B1801-2:1995

3.2.3.2 Kostenstrukturen für die Folgekosten nach dem Vorschlag ÖNORM B1801-2

Gliederung der Nutzungskosten	
Hauptgruppe	Untergruppe
1 Verwaltung	1.1 Kosten für Verwaltung und Management 1.2 Gebühren, Steuern und Abgaben 1.3 Flächenmanagement 1.4 Sonstiges
2 Technischen Betrieb	2.1 Technische Betriebsführung 2.2 Inspektionen 2.3 Wartung 2.4 Instandhaltung 2.5 Reparaturen
3 Ver- und Entsorgung	3.1 Energie, Strom 3.2 Wasser und Abwasser 3.3 Müllentsorgung 3.4 Sonstige Medien
4 Reinigung	4.1 Unterhaltsreinigung 4.2 Fenster- und Glasflächenreinigung 4.3 Fassadenreinigung 4.4 Sonderreinigungen
5 Gebäudedienste	5.1 Sicherheitsdienste 5.2 Empfang/Rezeption 5.3 Hausarbeiterdienste 5.4 Hauspost 5.5 Kommunikations- und Informationstechnik 5.6 Umzüge – interne Transporte 5.7 Interne Bürodienste 5.8 Schneeräumung 5.9 Gärtnerdienste 5.10 Reinigung Außenanlagen 5.11 Gastroservice
6 Instandsetzung, Umbau, Sanierung	6.1 Aufschließung 6.2 Bauwerk Rohbau 6.3 Bauwerk Technik 6.4 Bauwerk Ausbau 6.5 Einrichtung 6.6 Außenanlagen 6.7 Planungsleistungen 6.8 Nebenleistungen 6.9 Restaurierung
7 Sonstiges	7.1 Sonstige Kosten
8 Beseitigung	8.1. Planung und Organisation 8.2 Abbruch und Entsorgung 8.3 Herstellung des Vertragszustandes

Tabelle 4: Kostenstrukturen für Folgekosten nach dem Vorschlag ÖNORM B1801-2]¹⁸

¹⁸ AG 240-01, Vorschlag ÖNORM B 1801-7, *Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 7: Folgekosten*, 16.09.2009

3.3 Betrachtung von Lebenszykluskosten

3.3.1 Errichtungs- und Folgekosten bei Gebäuden

Der Prozess der Gebäudeentwicklung, -planung und -errichtung hat sich im Boom seit Anfang der Neunziger Jahre stark strukturiert und professionalisiert. Es ist in den letzten zwanzig Jahren mehr gebaut worden als in vergleichbaren Zeiträumen zuvor.

Die begleitende Kostenkontrolle mit richtiger Prognose der Errichtungskosten wurde zum kritischen Erfolgsfaktor für Bauentscheidungen. Dieser von der Praxis geforderten Standardisierung der Baukostengliederung wurde in Deutschland im Juni 1993 mit der DIN 276 und in Österreich im Jahr 1995 mit der ÖNORM B 1801-1 Rechnung getragen. Nach diesen standardisierten Kostenstrukturen der beiden Normen wurden nach ihrem Erscheinen in allen größeren Bauprojekten die Kosten kalkuliert.

Die Folgekosten wurden in D und Ö bis dato entsprechend der DIN 18960¹⁹ bzw. der ÖNORM B 1801-2:1997-06²⁰ gegliedert. Im Vergleich mit der Kostengliederung der Errichtungskosten besteht die Kostengliederung der Folgekosten aus anderen (neuen) Kostengruppen. Ein impliziter Bezug für die „Kostenarten“ Kapitalkosten und Abschreibungen der ÖNORM B1801-2, sowie der in den „Nutzungskostengruppen“ 100 Kapitalkosten der DIN 18960 ist zu den Errichtungskosten der ÖNORM 1801-1 und der DIN 276 gegeben.

3.3.2 Abgrenzungen – und Vollkostenbetrachtung

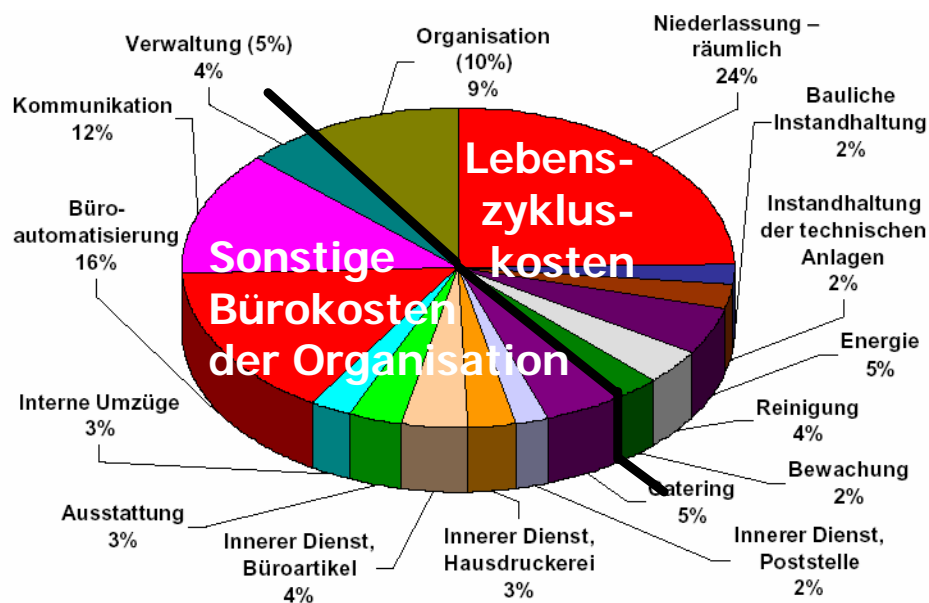


Abbildung 6: Vollkosten eines Büroeignutzers versus Lebenszykluskosten²¹

¹⁹ DIN 18960, Februar 2008, *Nutzungskosten im Hochbau*.

²⁰ ÖNORM B1801-2:1997-06 *Kosten im Hoch- und Tiefbau Objektdateien – Objektnutzung*

²¹ die Basisverteilung der Kosten ist die Abbildung 3 der Studie²²

Im praktischen Betrieb eines Gebäudes entstehen weit mehr Kosten als aus dem Blickwinkel der Errichtung angesetzt werden. Die Vollständigkeit der Erfassung aller Folgekosten ist Definitionssache. Dies sei am Beispiel einer Studie²² der GEFMA gezeigt.

Position	€/ AP a			€/m ² mon		bez.auf Miete
Niederlassung räumlich	1.841	4.141	2.991	8,90		100%
Bauliche Instandhaltung	138	414	276	0,82		
IH technischer Anlagen	184	552	368	1,10		
Energie	345	1.380	863	2,57		
Reinigung	276	414	345	1,03	14,41	162%
Bewachung	184	690	437	1,30		
Catering	345	1.150	748	2,22		
Innerer Dienst, Poststelle	145	368	257	0,76		
Innerer Dienst, Hausdruckerei	196	552	374	1,11		
Innerer Dienst, Büroartikel	299	690	495	1,47		
Ausstattung	230	920	575	1,71		
Interne Umzüge	189	713	451	1,34		
Büroautomatisierung	1.150	3.451	2.301	6,85		
Kommunikation	920	276	598	1,78		
Verwaltung 5%	322	1.257	790	2,35		
Organisation 10%	644	2.357	1.501	4,47	2,23	
	7.408	19.325	13.367	37,13	16,65	417% 187%

Tabelle 5: Vollkosten im Büro – Mittelwerte umgerechnet auf monatliche m²-Kosten
1 Büroarbeitsplatz 20 m² direkte Nutzfläche, 8 m² anteilige Verkehrsfläche

Die Verteilung in Abbildung 6 ist der Mittelwert der erfassten Kosten von 19 die eigenen Immobilien nutzenden Büroorganisationen. Die gewählte Unterteilung zwischen den durch die Errichtung des Gebäudes hervorgerufenen Folgekosten und den sonstigen Bürokosten der Organisation ist willkürlich (und die Normen lassen uns auch entsprechend Spielraum). Als Kriterium kann angesetzt werden, dass die für ein sinnvolles Betreiben und Nutzen des (vorhandenen) Gebäudes erforderlichen Kosten als Lebenszykluskosten zählen, während die laufenden Kosten einer Büroorganisation, die Kosten sind, für die sich nicht unmittelbar eine Gebäudebezug herstellen lässt.

Die in der Tabelle 5 dargestellten Kosten sind Jahreskosten pro Arbeitsplatz, wobei die Kosten „Niederlassung räumlich“ die jährlich umgelegten Errichtungskosten darstellen. Um daraus vergleichbare Monatskosten zu generieren, wurde angenommen, dass jeder Arbeitsplatz 20m² direkt und 8 m² indirekt als NF zugewiesen. Daraus ergeben sich die entsprechenden Büronutzungskosten.

Unter den gewählten Annahme zeigt diese Studie, dass bei den mittleren monatlichen Vollkosten eines Büros von € 37,13 nur € 8,90 für die Errichtung und insgesamt € 16,65 für die Lebenszykluskosten nach der Definition der ÖNORM 1801-2:1995. Diese Zahlen sind kostenmäßig nicht auf 2009 aktualisiert, außerdem sind die 20m² + 8m² ein fiktiver Bezugswert. Trotz dieser Vereinfachungen bleibt die wesentliche Aussage dieser Tabelle gültig: mit den „lebenszyklischen“ Folgekosten“ bezahlt ein Büronutzer von 187% bis 417% der Miete.

²² Eigendarstellung in Anlehnung an Harting, Christian, Klee, Henk, 2003, *GEFMA-Handbuch*, 4.3. *Management einer professionellen FM-Organisation*

3.4 Entwicklung des Lebenszykluskostenmodells

3.4.1 Die Grundlage des Modells

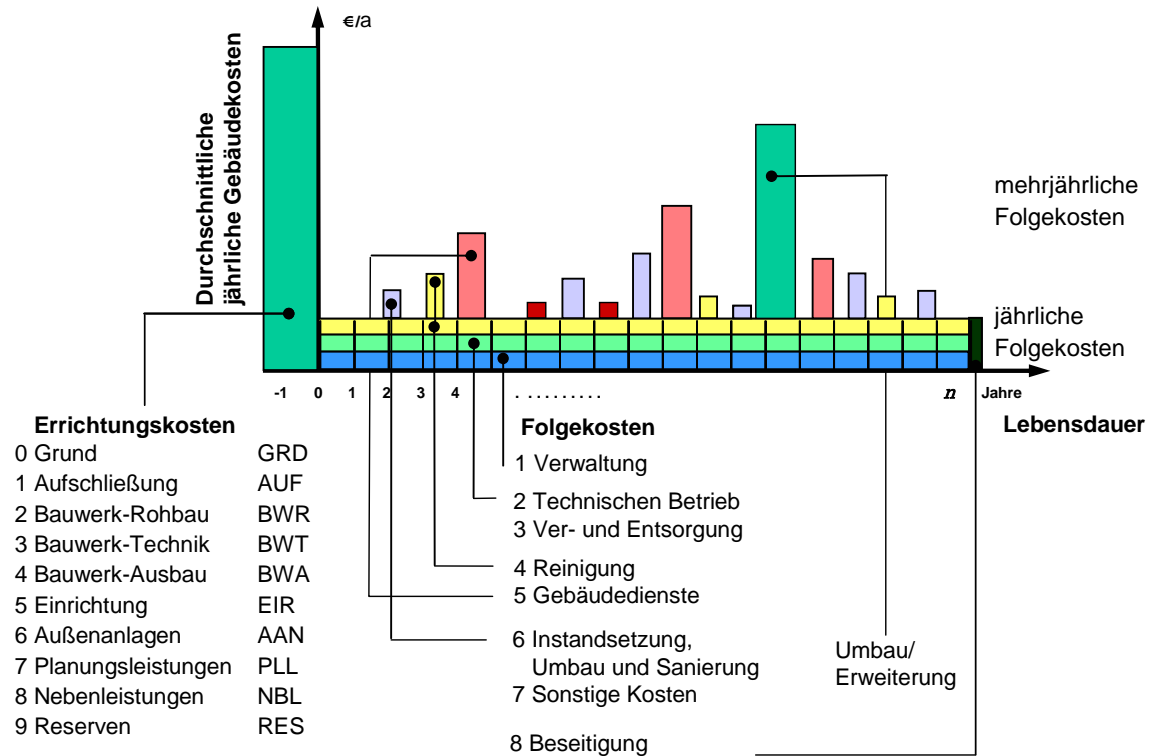


Abbildung 7: Das Modell mit der Kostenstruktur erster Ordnung – Darstellung in Anlehnung an die grafische Darstellung des norwegischen Lebenszykluskostenmodells nach Svein Bjørberg²³

Die Abbildung 7 zeigt alle Kostengruppen der Lebenszykluskosten und ist die Basis für das in der gegenständlichen Studie entwickelten Lebenszykluskostenmodell.

Das gegenständliche Modell hat zum Ziel, dass es in der Planungsphase von Immobilien zum Einsatz kommen soll und eine Prognose über die zu erwartenden Lebenszykluskosten geben soll. Dabei sollen nicht nur die über die Zeit akkumulierten Summen sondern auch bauteilspezifische Teillebenszykluskosten ermittelt werden können.

Als Basis der Strukturierung wurde die aktuelle ÖNORM B1801-1 und der derzeitige Stand des Vorschlags der ÖNORM B1801-2 gewählt.

Die genaue Betrachtung der beiden Kostenstrukturen zeigt, dass es zwischen der Struktur der Errichtungskosten (d.h. den Elementen der Baugliederung) und der Struktur der Folgekosten (d.h. den Kostengruppen der Folgekosten) keinen direkten Bezug gibt.

Das gegenständliche Modell muss aber die zu erwartenden Folgekosten aus den Elementen der Errichtung (mit ihren zugehörigen Kosten) und entsprechenden Formeln und Erfahrungswerten hochrechnen können. Dazu bedarf es weiterer nichtmonetärer Größen (Flächen, Längen und entsprechende Einheitskosten für Leistungen und Verbrauchsmittel).

²³ Bjørberg, Svein, „Life Cycle Cost Experience and State of art in Norway“, März 2008, p.12

3.4.2 Die Basisparameter des Modells

Die allgemeinen Flächengrößen der Liegenschaft, wie Grundstücks- und Gebäudeflächen:

Allgemeine Flächengrößen	Variable	Wert	Dim
Grundstücksfläche	GSTF		m ²
Brutto-Grundfläche	BGF		m ²
Brutto-Rauminhalt	BRI		m ³
Netto-Grundfläche	NGF		m ²
Nutzfläche	NF		m ²
Brutto-Grundfläche beheizt	BGF _{beheizt}		m ²
Brutto-Grundfläche klimatisiert	BGF _{klimatisiert}		m ²
Grünfläche	GRÜNF		m ²
Befestigte Außenflächen	BEFAF		m ²

Tabelle 6: allgemeine Flächengrößen

Zeiten und Dauern	Variable	Wert	Dim
Baubeginnzeitpunkt	BBEGINNT		d
Baufertigstellungszeitpunkt	BFERTIGT		d
Kalk. Lebensdauer n_E	LEBENT		a

Tabelle 7: Zeiten und Dauern

Es werden die folgenden Zeitpunkte und Zeitdauern in der lebenszyklischen Betrachtungsweise eines Gebäudes eingegeben, der Zeitpunkt des Baubeginns – dieser ist jener Zeitpunkt zu dem die ersten Baumaßnahmen gesetzt werden, den Baufertigstellungszeitpunkt, das ist der Zeitpunkt, zu dem das Gebäude in den Betrieb geht und genutzt wird und die kalkulierte Lebensdauer, das ist die Zeit die vom Baufertigstellungszeitpunkt bis zum kalkulierten Abbruch vergehen wird.

Finanzielle Parameter	Variable	Wert	Dim
Preissteigerung Bau p_{Bau}	PBAU		%
Preissteigerung Technik p_{Technik}	PTECHNIK		%
Verbrauchspreise p_{allg}	PALLG		%
Preissteigerung p_{Energie}	PENERG		%
Preissteigerung Lohnintensiv p_{Lohn}	PLOHN		%
Verzinsung r	R		%

Tabelle 8: Finanzielle Parameter

3.4.2.1 Verzinsungssatz r Verzinsungsfaktor d

Es werden alle Kosten, die zu definierten, ihrem Wesen entsprechenden Zeitpunkten anfallen auf den Baufertigstellungszeitpunkt abgezinst, d.h. mit ihrem Barwert in Rechnung gestellt. Im Englischen wird diese Barwertbetrachtung als DCF („Discounted Cash Flow Method“ bezeichnet). Einzig die Errichtungskosten werden als zum Zeitpunkt der Baufertigstellung anfallend angenommen und mit ihrem Nominalwert in die Lebenszykluskostenberechnung eingesetzt. Dieses Verfahren wird als dynamisches Verfahren bezeichnet. Es erfasst alle jährlich und mehrjährlich prognostizierten Kosten, die während des Lebenszyklus des Gebäudes auftreten werden und kapitalisiert diese auf den Baufertigstellungszeitpunkt. Damit können diese Kosten direkt mit den Errichtungskosten verglichen werden.

Für den Zinssatz dieser Betrachtung r wird die Sekundärmarkrendite (Bund) angenommen.

Der Verzinsungsfaktor d ergibt sich zu $d = \left(1 + \frac{r}{100}\right)$



Abbildung 8: Sekundärmarkrendite Juli 2004-Juli 2009 ²⁴

2007-2008 lag die Sekundärmarkrendite für Österreich bei durchschnittlich 4,2% p.a. und liegt derzeit bei 3,5% p.a (Durchschnitt für 01.10.2008-30.06.2009),

d.h. $r = 3,5\%$, $d = 1,035$. (Siehe Abbildung 8)

Das Modell verwendet die Formeln der Zinseszinsrechnung und daher einen konstanten Zinssatz für die gesamte Lebensdauer. Es wäre möglich, die Berechnung so zu erweitern, dass jährlich unterschiedliche Zinssätze eingesetzt werden könnten: Eine Eingabe von n unterschiedlichen Zinssätzen für die zukünftigen n Jahre der Lebensdauer des Gebäudes erscheint nicht sinnvoll. Solche Zinssätze lassen sich nicht einmal kurzfristig vorhersagen.

²⁴ http://kurse.banking.co.at/023/Default.aspx?action=chartDetail&id=tts-2237706&menuId=7_2&pathName=Sekund%C3%A4rmarktrendite%20Bund&lang=de [Zugriff 12.07.2009]

3.4.2.2 Preissteigerungssatz p Preissteigerungsfaktor q

Zukünftige Kosten, d.h. Kosten die zu definierten Zeitpunkten während der Lebensdauer des Gebäudes auftreten werden, werden aufgrund der Preissteigerungen der Produkte und Leistungen dann entsprechend teurer sein.

Jährlich anfallende Betriebs-, Wartungs- und andere regelmäßig anfallenden Kosten k , unterliegen einer angenommenen jährlichen Preissteigerung p .

Das Modell unterscheidet eine Preissteigerung Bau, p_{Bau} , eine Preissteigerung Technik, p_{Technik} , eine allgemeine Preissteigerung p_{allg} (VPI) sowie eine Preissteigerung Energie, p_{Energie} , und eine Preissteigerung Lohn, p_{Lohn} , (für Kosten aus arbeitskraftintensiven Leistungen).

Analog zur Verzinsung gibt es bei der Preissteigerung auch den Preissteigerungsfaktor.

$$\text{Er ergibt sich zu } q = \left(1 + \frac{p}{100}\right)$$

Die Annahmen für p und q als Prognosen für z.B. $n = 60$, d.h. eine rechnerische Lebensdauer für ein Gebäude über 60 Jahren sind natürlich spekulativ. Sinnvolle Prognoseannahmen ergeben sich, wenn man die langjährigen volkswirtschaftlichen Werte der Vergangenheit in die Zukunft extrapoliert.

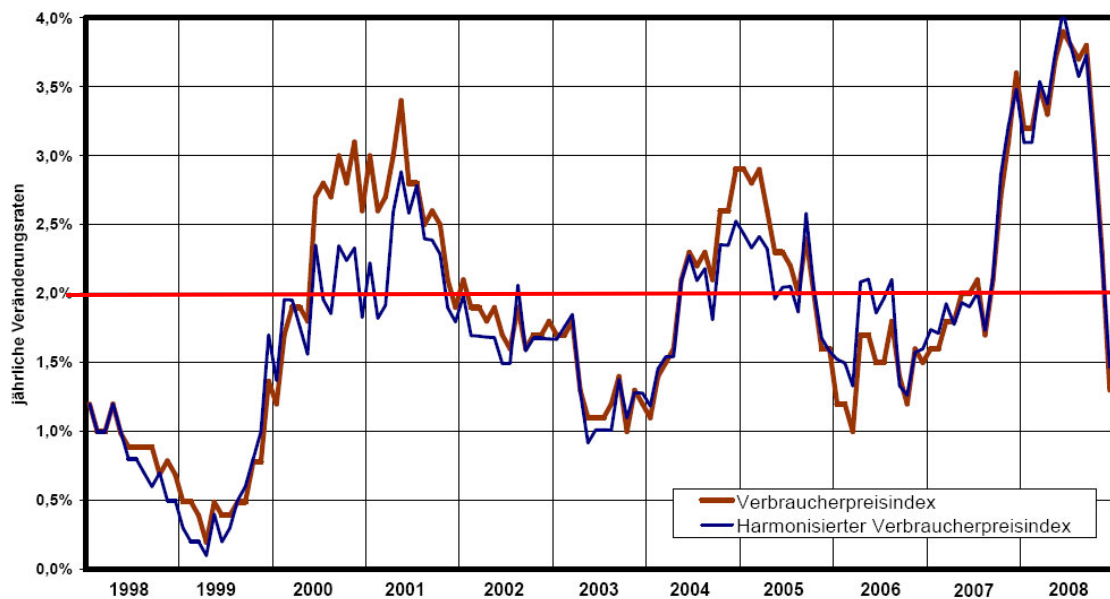


Abbildung 9: Verbraucherpreisindex (VPI) Österreich 1998-2008 ²⁵

²⁵ http://www.statistik.at/web_de/static/pressekonferenz_15.1.2009_presentation_034875.pdf [Zugriff: 01.06.2009]

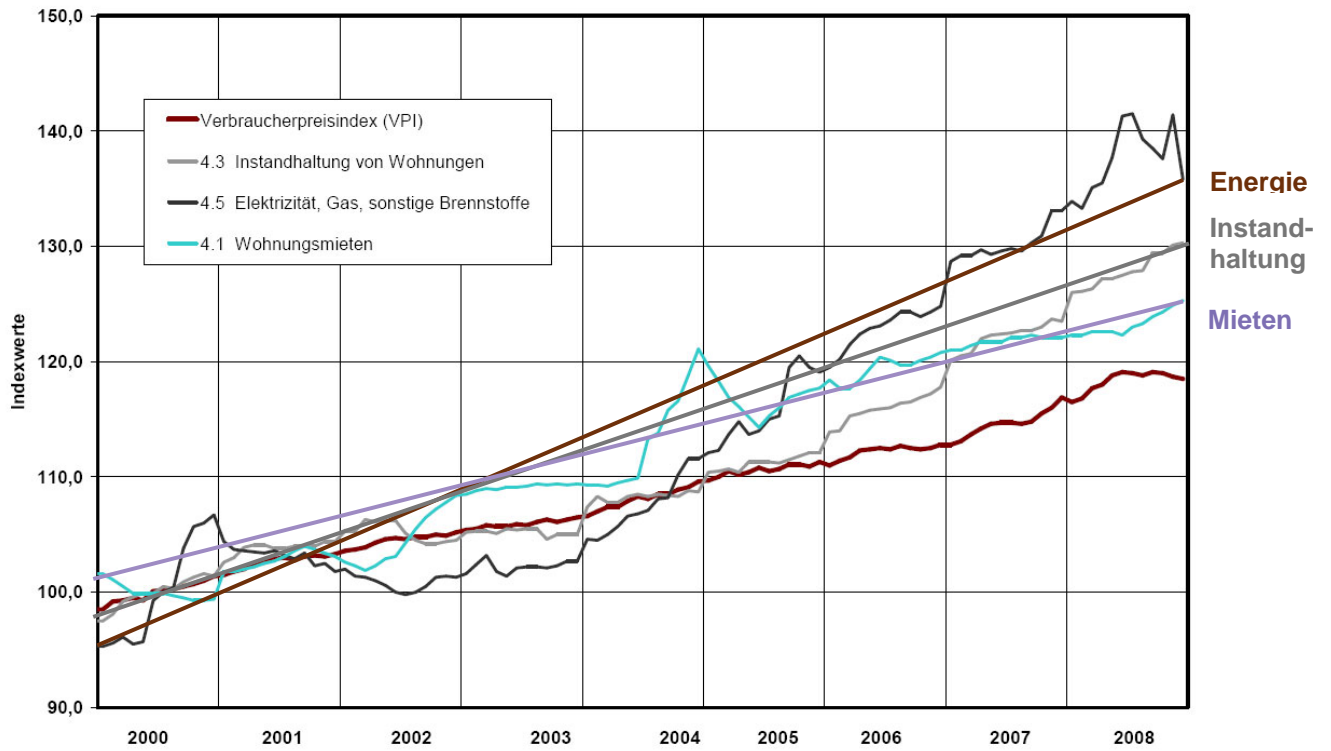


Abbildung 10: Instandhaltung, Energie, Wohnungsmieten 1998-2008 ²⁵

VPI Inflationsrate	1.1. 1998 – 31.12. 2008:	ergibt 2,00% p.a.
Energiepreissteigerung		
konservativ	1.1.2000 – 31.12.2008: $1,39 = q^9$	ergibt 3,70% p.a.
pessimistisch: Verdoppelung in 10 Jahren:	$2,000 = q^{10}$	ergibt 7,18% p.a.
Instandhaltung	1.1.2000 – 31.12.2008: $(1,30/0,98) = q^9$	ergibt 3,19% p.a.
Mieten	1.1.2000 – 31.12.2008: $(1,25/1,02) = q^9$	ergibt 2,29% p.a.

3.4.2.3 Die weiteren Basisparameter

Flächenwerte	Variable	Wert	Dim	
Fenster/Glasflächen außen	GLASF		m ²	
Glasfassadenfläche außen	GLASFF		m ²	
Fenster/Glasflächen nv außen	GLASFNV		m ²	
Glasflächen innen	IGLASF		m ²	
Jalousienflächen	JALF		m ²	
Büro- und Wohnflächen	BÜRF		m ²	
Sanitärflächen horizontal	SANFH		m ²	
Sanitärflächen vertikal	SANFV		m ²	
Gangflächen	GANGF		m ²	
Stiegenflächen	STIEGF		m ²	
Garagenflächen	GARAF		m ²	
Nebenraumflächen	NEBF		m ²	
Ausmalflächen	MALF		m ²	
Flächencheck			OK	

Tabelle 9: Flächenwerte

Es wird unterschieden ob, das Gebäude eine Glasfassadenfläche oder eine Glasfläche außen aufweist. Glasfassadenflächen sind komplett (transparente und nicht transparente Teile) anzugeben. Es werden darüber hinaus die Glasinnenflächen (Fenster innen, innen liegende Glasflächen) getrennt berücksichtigt.

Besondere Parameter			
Anzahl der Aufzugstationen	AUFZ		1
Stromkosten	KOST		€/kWh
Gaspreis	KOGA		€/kWh
Kosten Reinigung/Stunde	RK/h		€/h
Nutzungseinheit	NUE		m ²
Kleine Arbeitsbühne für Fensterreinigung J/N	KSTEI		[J/N]
Große Arbeitsbühne für Fensterreinigung J/N	GSTEI		[J/N]
Heizwärmebedarf	HWB		kWh/m ² a
Stromverbrauch (inkl. Beleuchtung)	STN		W/m ²
Rohbauerneuerung bei Großer Instandsetzung	GIF		%
15 kWh/m ² a Typ A elekt. Energie für Kühlung+Lüftung			
25kWh/m ² a Typ C -			
50kWh/m ² a - fiktiver Typ altes System			kWh/m ² a
Faktor für erhöhten Einzelplanungsaufwand			%

Tabelle 10: Besondere Parameter

Arbeitsbühnen

In der Außenreinigung wird bei Reinigungsbereichen bis 15 m Arbeitshöhe die kleine Arbeitsbühne (KSTEI), bei Reinigungsbereichen bis 40 m Arbeitshöhe die große Arbeitsbühne (GSTEI) angesetzt.

Energieverbrauch Heizen, Kühlen, Lüften, Aufzüge, Nutzung

Bei den Energieverbräuchen wird zwischen dem Heizwärmebedarf (HWB), dem Stromverbrauch der Nutzer und dem Stromverbrauch, der sich aus dem Betrieb der Gebäudetechnik ergibt, unterschieden. Die vorgeschlagenen Energieverbrauchskennwerte wurden aus einer Zürcher Studie²⁶ entnommen.

Der Energieverbrauch der Aufzüge wird auf die Gesamtanzahl der Aufzugstationen bezogen, der Ansatz und die Zahlenwerte aus der Praxis von J. Domej²⁷. Ein Teil der Energiekosten ergibt sich aus der Hebearbeit und ein nicht unbeträchtlicher Teil des Energieverbrauchs aus der aus Sicherheitsgründen ständig eingeschalteten Aufzugsbeleuchtung.

Der GIF-Wert gibt an welcher Kostenanteil des reinen Rohbaues (Bauwerk-Bau) bei Generalsanierung erneuert werden soll.

Der GEK-Wert (Gesamtverbrauch von elektrischer Energie für Klimatisierung) ist bei energieeffizienter Klimatisierung mit 15kWh/m² a, bei einer durchschnittlichen Klimaanlage mit 25kWh/m² und bei ineffizienten Klimaanlagen mit 50kWh/m² a anzusetzen.

²⁶ Forum Energie Zürich, Gruenberg + Partner AG, (2006), *Klimaanlagen und Raumkonzepte in Bürogebäuden im Kanton Zürich*, im Auftrag der Baudirektion Kanton Zürich

²⁷ Johann Domej, *persönliches Gespräch vom 19.07.2009*

Manche Energieverbrauchswerte werden in kWh/m² a, andere in W/m² angegeben. Dabei gilt, dass $1\text{W/m}^2 = 1 \cdot 24 \cdot 365 / 1000 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} = 8,76 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ sind.

3.4.2.4 Einzelplanungsaufwand

Die Praxis der Erneuerung von Bauteilen und Anlagen in einem bestehenden Gebäude zeigt, dass näherungsweise der Barwert der Kosten des erneuerten Bauteils bzw. der erneuerten Anlage gleich den entsprechenden Kosten bei der Errichtung gesetzt werden soll, die Planung, das Überwachen des Einbaus, und die örtlichen Bauaufsicht ergibt jedoch insgesamt für die einzelne Planungsleistung höhere Kosten. Dafür wurde der Faktor für den erhöhten Einzelplanungsaufwand²⁷ eingeführt. Der Wert liegt erfahrungsgemäß bei 150%-200%.

3.4.3 Die Struktur der Errichtungskosten

Bezeichnung	Variable	Wert
0 Grund	GRD	
Grundkosten	GRU	
Sonstige	SON0	
1 Aufschließung	AUF	
Freimachen+Untersuchen	FREIK	
Anschlusskosten	ANSCHK	
Sonstige	SON1	
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	
Bauwerk-Bau	ROHK	
Stahlbau/Fassade	STBFASS	
Baunebengewerbe	NEBK	
Sonstiges	SON2	
3 Bauwerk-Technik	BWT	
Elektrotechnik	ETK	
Nachrichtentechnik	NTK	
Sanitär-/Gasanlagen	SANK	
HKL-Anlagen	HKLK	
Förder- und Hebeanlagen	FÖRK	
Sonstiges	SON3	
4 Bauwerk-Ausbau	BWA	
Dachverkeidung	DACHK	
Fassade	FASSK	
Innenausbau	INAK	
Sonstiges	SON4	
5 Einrichtung	EIR	
Einrichtung	EIRK	
6 Außenanlagen	AAN	
Befestigte Anlagen	BAK	
Unbefestigte Anlagen	UBAK	
Sonstiges	SON6	
7 Planungsleistungen	PLL	
Planungsleistungen	PLLK	
8 Nebenleistungen	NBL	
Nebenleistungen	NBLK	
9 Reserven	RES	
Reserven	RESK	
Summe		

Tabelle 11: Die Struktur der Errichtungskosten

Die Struktur der Errichtungskosten hält sich in der ersten Ebene an die Hauptstruktur der ÖNORM B1801-1. Die zweite Ebene wurde praxisbezogen strukturiert. Sie entspricht den internen Projektkalkulationen großer privater und öffentlicher Immobilieninvestoren spezifisch für den gewerblichen, öffentlichen und privat genutzten mehrgeschossigen Hochbau.

Die Praxisdaten zeigen, dass die Gesamtplanungskosten (inkl. PM und ÖBA) mit ca. 15% einen beträchtlichen Teil der Errichtungskosten ausmachen.

Um für die Erneuerungen von Bauteilen und Anlagen die entsprechenden Planungskosten zu bekommen, wurden diese proportional zu den entsprechenden Errichtungskosten ohne Berücksichtigung der Planungsleistungen, Nebenleistungen und Reserven zugeteilt. Die Planungskosten für die Erneuerung wird mit dem Einzelplanungsaufwandsfaktor (siehe 3.4.2.4) vervielfältigt.

3.4.4 Die Struktur der jährlichen Folgekosten

3.4.4.1 Modellansatz

Während des Betriebs und der Nutzung eines Gebäudes erwachsen Folgekosten. Aus betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten werden diese Folgekosten in jährliche Kosten, das sind Kosten die laufend entstehen und mindestens einmal jährlich fakturiert werden und mehrjährige Kosten, die alle k Jahre auftreten, unterteilt.

Bei jährlich anfallenden Betriebs-, Wartungs- und andere regelmäßig anfallenden Kosten K , die einer angenommenen jährlichen Preissteigerung q unterliegen,

erhält man nach dem 1. Jahr $K q$, nach dem 2. Jahr. $K q^2$, u.s.w. bis zum n -ten $K q^n$.

Es ergibt sich damit ein Vervielfältiger V als der Faktor, mit dem die jährlichen Folgekosten K multipliziert werden, um die gesamten Folgekosten für den rechnerischen Lebenszyklus des Gebäudes zu erhalten. Er ist aber nicht einfach n , die Lebenszeit in Jahren, sondern muss auch einen Kapitalisierungszins enthalten. Er ermittelt sich wie folgt:

Die Gesamtkosten K_n ergeben sich als $K_n = V k$ wobei man den Nominalwert V zu

$$V_{nq} = q \frac{q^n - 1}{q - 1} \text{ erhält.}$$

V	Vervielfältiger
q	$1 + p/100$
p	Kapitalisierungszinssatz in %
n	Restnutzungsdauer in Jahren

Kosten, die erst in der Zukunft anfallen werden, werden in der dynamischen Betrachtungsweise auf den Finanzierungsnullzeitpunkt bezogen betrachtet. Dabei geht man davon aus, dass das Geld mit r Prozent Verzinsung anlegen könnte, um dann mit den erwirtschafteten Zinsen den gewünschten Betrag zum Zeitpunkt, zu dem die entsprechenden Kosten anfallen, zu haben. Der Verzinsungsfaktor ergibt sich zu $d = (1 + \frac{r}{100})$ (siehe Kapitel 3.4.2.1)

Als neuer Vervielfältiger ergibt sich:

$$V_{nq} = (q/d) \frac{(q/d)^n - 1}{(q/d) - 1}$$

3.4.4.2 Kostenstruktur für jährliche Folgekosten

Bezeichnung	Variable	Wert	Dimen- sion	Preis- steigerung p	$\frac{q}{d} = \frac{(1 + \frac{p}{100})}{(1 + \frac{r}{100})}$ $(\frac{q}{d})$	
	K					
Verwaltungskosten	VWK					
Verwaltungskosten	VWK		€/a	2,00%	PALLG	0,9855
Technischer Betrieb	TB					
Allgemeine	ETK		€/a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Elektrotechnik	ETK		€/a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Nachrichtentechnik	NTK		€/a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Sanitär-/Gasanlagen	SANK		€/a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
HKL-Anlagen	HKLK		€/a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Förder- und Hebeanlagen	FÖRK		€/a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Verbrauchskosten	ENST		€/a			
Strom Verbraucher	STVK		€/a	6,00%	PENERG	1,0242
Strom Technik	STTK		€/a	6,00%	PENERG	1,0242
Strom Aufzüge	STAK		€/a	6,00%	PENERG	1,0242
Heizung	HEIZK		€/a	6,00%	PENERG	1,0242
Klimatisierungskosten	KLIK		€/a	6,00%	PENERG	1,0242
Wasser/Abwasser	WAWK		€/a	2,00%	PALLG	0,9855
Müllentsorgung	MÜLLK		€/a	4,50%	PLOHN	1,0097
Reinigung	REIN		€/a			
Unterhaltsreinigung	UHRK		€/a	2,00%	PALLG	0,9855
Fenster- Glasflächenreinigung	FENR		€/a	2,00%	PALLG	0,9855
Fassadenreinigung	FASRK		€/a	4,50%	PLOHN	1,0097
Sonderreinigung	SONRK		€/a	4,50%	PLOHN	1,0097
Gebäudedienste	GBD		€/a			
Sicherheitsdienste	SIDK		€/a	4,50%	PLOHN	1,0097
Empfang/Rezeption	EMPK		€/a	0,00%	PLOHN	0,9662
Informations- und Kommunikationstechnik	IKTK		€/a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Umzüge - interne Transporte	UZK		€/a	2,00%	PALLG	0,9855
Schneeräumung/Reinigung AA	SRRK		€/a	4,50%	PLOHN	1,0097
Gärtnerdienste	GDK		€/a	4,50%	PLOHN	1,0097

Tabelle 12: Die Struktur der jährlichen Folgekosten

Die Gliederung der Folgekosten wurde in Anlehnung an den derzeitigen Vorschlag der ÖNORM B1801-2 gemacht. Wie bei den Errichtungskosten wurde auch bei den jährlichen Kosten die Struktur erster Ordnung der Norm in voller Strenge übernommen.

Bei den meisten Lebenszykluskostenberechnungen, die auf einfachen Lebenszykluskostenmodellen beruhen, werden Errichtungskosten und Folgekosten getrennt strukturiert und ihre Barwerte aufsummiert. Dieser Ansatz enthält keine Annahmen über Wirkungszusammen-

hänge. Dies bringt den Nachteil, dass sich kein aussagekräftiges Lebenszykluskostenprofil bilden lässt.

Das gegenständliche Modell gleicht die Struktur der zweiten Ordnung an die Struktur der Kostengruppen für die Gebäudeerrichtung an. Es wurden die Kostengruppen (KG) aus dem Normungsvorschlag übernommen, die aus der Gebäudeerrichtung sinnvoll prognostizierbare Folgekosten ergeben. So wurden z.B. die KG 1, „Verwaltungskosten“ in einer Kostengruppe belassen und nicht mehr weiter unterteilt, während die KG 2 „Technischer Betrieb“ nach den Errichtungskosten strukturiert, bei der Kostengruppe 3, „Verbräuche“ wurde der Stromverbrauch nach den Verursachern aufgegliedert um auch hier einen direkten Bezug zu den Errichtungskosten zu haben. Die vorgeschlagene Struktur KG 4.1. bis KG 4.4 der KG 4 „Reinigungskosten“ wird aus dem Vorschlag für die B 1801-2 vollständig übernommen, dabei wird im Modell kein Bezug mehr zwischen den Errichtungskosten der zu reinigenden Elemente (Bodenbeläge, Wandverkleidungen und Deckenverkleidungen) hergestellt, weil diese in der Struktur nicht als eigene Kostengruppe erscheinen. Bei der KG 5 „Gebäudedienste“ wurden Sicherheitsdienste, Empfang/Rezeption, Informations- und Kommunikationstechnik, Umzüge/ interne Transporte, Gärtnerdienste, Schneeräumung und Reinigung Außenanlagen übernommen, die anderen mangels sinnvollen Bezugs zu Gebäudeelementen nicht weiter berücksichtigt.

Die Struktur der Norm gilt ja generell für den gesamten Gebäudelebenszyklus, nicht nur für die Prognose von Folgekosten im Planungszustand. Die Struktur sollte natürlich auch eine Vergleichbarkeit der dann real auftretenden Kosten in der Betriebs- und Nutzungsphase für verschiedene Gebäude ermöglichen.

3.4.4.3 Die Rechenannahmen für die Reinigung

UNTERHALTSREINIGUNG						
Reinigungszeit/Fläche [Min / m ²]	Frequenz pro Woche	Frequenz pro Woche	Reinigungs- leistung	Glatter Hart- Boden [min/m ²]	rauher, poröser Hartboden [min/m ²]	
Büro/Wohnen	RBWfreq	5	RBWleis	0,27	0,3	
Büro/Wohnen	RBWfreq	2,5	RBWleis	0,36	0,4	
Sanitär (bezogen auf Fliesenfläche)	RFliesfreq	5	RFliesLeish	0,4	0,45	
Sanitär bezogen auf Bodenfläche)	RFliesfreq	1	RFliesLeisv	1,1	1,2	
Gang manuell	RGangfreq	5	RGangLeis	0,12	0,15	
Gang Automat (ab ca. 1000m ²)	RGangfreq	5	RGangLeisA	0,06	0,08	
Stiege	RStiegfreq	5	RStiegLeis	0,3	0,34	
Nebenflächen	RNebFfreq	1	RNebFLeis	0,2	0,22	
Tiefgarage	RTGfreq	0,1	RTGLEis	0,15	0,18	
Außenflächen	RAuFfreq	0,1	RAuFLeis	0,15	0,15	
FENSTER UND GLASREINIGUNG						
	Frequenz pro Jahr	Frequenz pro Jahr		Preise von	Preise bis	
Element						Einheit
Fenster und Glaswände,	GLASFRfreq	2	GLASFRK/m ²	€ 1,00	€ 1,20	/m ² Fenster
Glasflächen innen	GLASFIRfreq	12	GLASFRK/m ²	€ 1,00	€ 1,20	/m ² Fenster
Glasfassade,	FASSRfreq	1	FASSRK/m ²	€ 1,50	€ 1,50	/m ² Fenster
Jalousienreinigung	JALRfreq	1	JALRK/m ²	€ 3,50	€ 4,00	/m ² Fenster
Arbeitsbühne maxh= 15m Miete			BÜHK/d	€ 300	€ 500	pro Tag
Gerüst mieten +aufstellen			GERÜK/d	€ 150	€ 150	pro Tag
Arbeitsbühne mit max. Höhe 30m			BÜHGK/h	€ 150	€ 300	Pro Stunde

Tabelle 13: Die Rechenannahmen für die Reinigung

Die in Tabelle 13 angegebenen Werte sind branchenübliche Kalkulationen, sie sind im Berechnungsprogramm als Parametertabelle hinterlegt und können direkt geändert werden.

In der folgenden Tabelle 14 sind die Berechnungsformeln der jeweiligen monatlichen bzw. jährlichen Unterhaltsreinigungskosten, sowie die Fensterreinigung und die Reinigung und Pflege der Außenanlagen angeführt.

Reinigung		REIN		
Unterhaltsreinigung				
Kosten [€/m² Monat]=		Reinigungszeit/Fläche [min/m²] x (Frequenz/Woche) x (Stundenlohn) x 4,35 (Woche/Monat)		
		(60(min/h))		
Monat Büro/Wohnflächenreinigungskosten/m²	RKBW/m² mon	€/m²/mon	RKBW/m² mon = RBWfreq * RBWLeis * RK/h * 4,35/60	
Jährl. Büro/Wohnflächenreinigungskosten	RKBW/a	€/a	RKNF/a = RKNF/m² mon * FNF * 12	
Monat. Sanitärreinigungskosten/m²	RKSANh/m² mon	€/m²/mon	RKSANh/m² mon = RFliesfreq * RFliesLeis * RK/h * 4,35/60	
Monat. Sanitärreinigungskosten/m²	RKSANv/m² mon	€/m²/mon	RKSANv/m² mon = RFliesfreq * RFliesLeisv * RK/h * 4,35/60	
Jährl. Sanitärreinigungskosten	RKSAN/a	€/a	RKSAN/a = (RKSANh/m² mon * SANFH + RKSANv/m² mon * SANFV) * 12	
Gang Reinigungskosten/m²	RKG/m² mon	€/m²/mon	RKG/m² mon = RGangFreq * RGangLeis * RK/h * 4,35/60	
Stiegen Reinigungskosten/m²	RKST/m² mon	€/m²/mon	RKST/m² mon = RStiegFreq * RStiegLeis * RK/h * 4,35/60	
Jährl. Gang+Stiegenreinigungskosten	RKGST/a	€/a	RKGST/a = (RKG/m² mon * GANGF + RKST/m² mon * STIEGF) * 12	
Tiefgarage	RKTG/m² mon	€/m²/mon	RKTG/m² mon = RTGfreq * RTGLeis * RK/h * 4,35/60	
Nebenflächen	RKNebF/m² mon	€/m²/mon	RKNebF/m² mon = RNebFFreq * RNebFLeis * RK/h * 4,35/60	
Jährl. Tiefgaragen+Nebenfreireinigungsk.	RKTGNF/a	€/a	RKTGNF/a = (RKTG/m² mon * GARAF + RKNebF/m² mon * NEBF) * 12	
Fensterreinigung				
Fensterreinigungskosten	GLASFRK/m²	€/m²	GLASFRK/a = GLASFRK/m² * GLASFRfreq * GLASF	
Jährliche Fensterreinigungskosten	GLASFRK/a	€/a		
Glasflächen innen Reinigungskosten	IGLASFRK/m²	€/m²	IGLASFRK/a = IGLASFRK/m² * IGLASFRfreq * IGLASF	
Jährliche Innenglasflächenreinigung	IGLASFRK/a	€/a		
Reinigung Sonnenschutz	JALRK/m²	€/m²	### BÜHDauer = (GANZZAHL((JALF * JALRK/m²/RK/h)/8h/d)+1) JALRK/a = (JALRK/m² * JALF + BÜHDauer * BÜHKosten/d) * JALRfreq	
Arbeitsbühne klein Tage f. Sonnenschutz	BÜHDauer	d/a		
Jährliche Sonnenschutzreinig.kosten	JALRK/a	€/a		
Fassadenreinigung	FASSRK/m²	€/m²	FASSRK/a = FassRK/m² * GLASFRfreq * GLASFF BÜHDauer = (GANZZAHL((GLASFF * FASSRK/m²/RK/h)/8h/d)+1) BÜHGDauer = (GANZZAHL((GLASFF * FASSRK/m²/RK/h)/8h/d)+1) FASSRKT/a = FASSRK/a + BÜHDauer * BÜHKosten/d + BÜHGDauer * BÜHGKosten/d	
Jährliche Fassadenreinigung ohne A.	FASSRK/a	€/a		
Arbeitsbühne klein Tage	BÜHDauer	d/a		
Arbeitsbühne groß Stunden	BÜHGDauer	h/a		
Jährliche Fassadenreinigung	FASSRKT/a	€/a		
Reinigung und Pflege Außenanlagen				
Kosten Rasenflächenpflege	RAPK/m² a	€/m²a	Wert aus der Praxis RAPK/m² a * GRÜNF	
Jährliche Rasenpflegekosten	RAPKG/a	€/a		
Kosten Reinigung und Schneeräumung	SRK/m² a	€/m²a	Wert aus der Praxis AuFK/m² a = AuFFreq * AuFFLeis * RK/h * 4,35 * 12/60 SRKG/a = (SRK/m² a + AuFK/m²) * BEFAF	
Kosten Reinigung befestigte Außenflächen	AuFK/m² a	€/m²a		
Jährl. Reinigungs- und Schneer.kosten	SRKG/a	€/a		
Gebäudedienste				
Sicherheitsdienste	SIDK	€	derzeit keine Berücksichtigung	
Empfang/Rezeption	EMPK	€	derzeit keine Berücksichtigung	
Informations- und Kommt	IKTK	€	derzeit keine Berücksichtigung	

Tabelle 14: Die Berechnungsformeln für die jährlichen Reinigungs- und Pflegekosten

3.4.5 Die Struktur der mehrjährigen Folgekosten

3.4.5.1 Modellansatz

Aus betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten werden die mehrjährigen Kosten, die alle k Jahre auftreten, gesondert betrachtet.

Dies betrifft KG 6 Instandsetzungs- und Sanierungskosten, sowie die Abbruchs- und Entsorgungskosten. Dabei gibt es speziell auch die Tätigkeit Ausmalen, die auch als mehrjährige Kosten angesetzt werden.

Betrachtete Bauteile, die können z.B. die Fassade, die Aufzüge, die HKL-Anlagen oder das Dach sein, haben eigene (wirtschaftliche) Lebensdauern, die kürzer als die betrachtete (angenommene) Gebäudelebensdauer sind.

Im Modell solche betrachteten Bauteile i dann nach k_i Jahren neu eingebaut, d.h. es fallen Kosten an. Sind die Kosten der Erstinvestition E_i , so werden die Folgekosten F_i angesetzt, deren Barwert mit $F_i = E_i + (f_{Planung} - 1) * K_{iPlanung}$ angesetzt wird, wobei $f_{Planung}$ der Faktor für den erhöhten Einzelplanungsaufwand darstellt und $K_{iPlanung}$ die anteiligen Kosten der Erstplanung sind. In den Bauteilkosten E_i , sind bereits die anteiligen Planungskosten $K_{Planung}$ enthalten.

Abbildung 11 zeigt die l -fache Erneuerung des Bauteils während der Gebäudelebensdauer von n Jahren. $l = \text{INT} \left[\frac{n}{k} \right]$, im Excel wird INT durch die Funktion GANZZAHL(n, k) ermittelt.

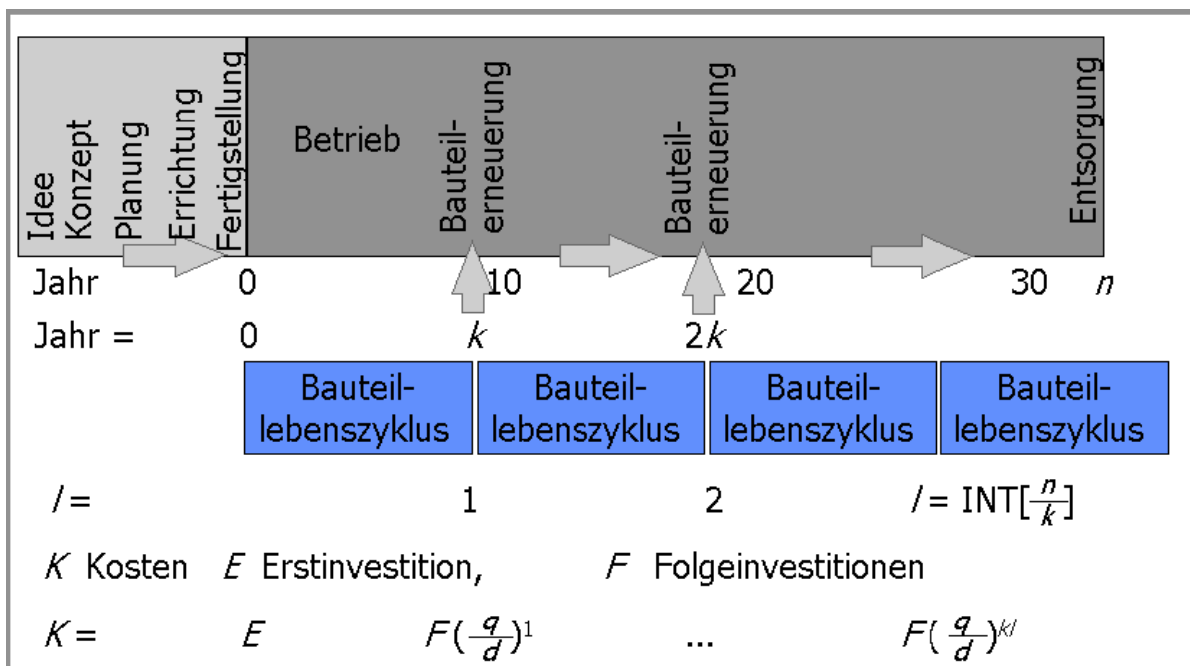


Abbildung 11: Modellbetrachtung mehrjähriger Kosten

$$F_{kl} = E \left(\frac{q}{d} \right)^k \frac{\left(\left(\frac{q}{d} \right)^{kl} - 1 \right)}{\left(\left(\frac{q}{d} \right)^k - 1 \right)}$$

wobei $l = \text{INT} \left[\frac{n}{k} \right]$

- | | |
|---|---|
| V | Vervielfältiger |
| q | 1 + p/100 Preissteigerungen |
| d | 1 + r/100 Barwert |
| k | Bauteilnutzungsdauer in Jahren |
| l | Anzahl der Erneuerungszyklen innerhalb der Gebäudenutzungsdauer |
| n | Gebäudenutzungsdauer in Jahren |

Für q und d sind die in 3.4.2.2 und in 3.4.2.1 beschriebenen und Preissteigerungs- und Verzinsungsfaktoren.

3.4.5.2 Kostenstrukturen für mehrjährige Folgekosten

Tabelle 15 zeigt die gewählten Strukturen für die mehrjährigen Folgekosten.

Bezeichnung	Variable	Wert	Di- men- sion	Le- bens- dauer <i>k</i>	Dimen- sion	Preis- stei- gerung <i>p</i>	$\frac{q}{d} = \frac{(1 + \frac{p}{100})}{(1 + \frac{r}{100})}$	
Rohbau Instandsetzung			BR		€			
Bauwerk-Bau+Sonstiges	ROHK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Stahlbau/Fassade	STBFASS		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Baunebengewerbe	NEBK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Ausmalen	AUSMK		€	5	a	4,50%	PLOHN	1,0097
Technik Instandsetzung			BWT		€			
Elektrotechnik	ETIK		€	12	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Nachrichtentechnik	NTIK		€	5	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Sanitär-/Gasanlagen	SANIK		€	40	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
HKL-Anlagen	HKLIK		€	20	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Förder- und Hebeanlagen	FÖRIK		€	33	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Sonstiges	SONI3		€	70		2,00%	PTECHNIK	0,9855
Ausbau Instandsetzung			BWA1		€			
Dach	DACHK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Fassade	FASSK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Innenausbau	INAK		€	22	a	3,00%	PBAU	0,9952
Sonstiges	SON4		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Einrichtung			ENTK		€			
Einrichtung	ENTBK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Außenanlagen			ENTK		€			
Befestigte Anlagen	BAKI		€	55	a	4,50%	PBAU	1,0097
Unbefestigte Anlagen	UBAKI		€	55	a	4,50%	PBAU	1,0097
Sonstiges	SONI6		€	30	a	4,50%	PBAU	1,0097
Planung Instandsetzung					€			
PI Bauwerk Bau	ROHPK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
PI Bauwerk								
Stahlbau/Fassade	STBFASSPK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
PI Baunebengewerbe	NEBPK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Sonstiges	GISRKP		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Elektrotechnik	ETKIP		€	12	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Nachrichtentechnik	NTKIP		€	5	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Sanitär-/Gasanlagen	SANKIP		€	40	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
HKL-Anlagen	HKLIKIP		€	20	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Förder- und Hebeanlagen	FÖRKIP		€	33	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Sonstiges	SON3IP		€	70	a	2,00%	PTECHNIK	0,9855
Dach	DACHKIP		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Fassade	FASSKIP		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Innenausbau	INAKIP		€	22	a	3,00%	PBAU	0,9952
Sonstiges	SON4IP		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Einrichtung	EIRIK		€	30	a	3,00%	PBAU	0,9952
Außenanlagen	AANKIP		€	55	a	3,00%	PBAU	0,9952
Entsorgung					€			
Entsorgung Bauwerk	ENTBK		€	45	a	3,00%	PBAU	0,9952
Entsorgung Technik	ENTTK		€	45	a	3,00%	PBAU	0,9952
Entsorgung Ausbau	ENTAK		€	45	a	3,00%	PBAU	0,9952

Tabelle 15: Die Struktur der mehrjährigen Folgekosten mit beispielhaften Annahmen

Die Struktur dieser mehrjährlich auftretenden Kosten ist analog zur Errichtung gewählt und in die Hauptgruppen Rohbau, Technik und Ausbau strukturiert. Es wurde auch die zweite Ebene der Errichtungskosten übernommen: Im Modell muss es möglich sein, die in den Kostenstrukturen der Errichtungskosten definierten Bauteile einzeln nach einer definierten eigenen Bauteillebensdauer zu erneuern und die Preissteigerungsart auch spezifisch festzulegen. Damit wird die Struktur der mehrjährigen Folgekosten entsprechend umfangreich.

3.4.5.3 Die Kosten des Abbruchs und der Entsorgung

Die Berechnung der Entsorgungskosten erfolgt nach dem Modell von O. RENTZ, A. SEEMANN, F. SCHULTMANN: das im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg erstellt wurde.²⁸.

ABBRUCH und ENTSORGUNG		ABBR					
Abbruch	ABB	3,64	€/m ³ BRI				
Entkernung	EK	3,90	€/m ³ BRI				
Entsorgung Beton/Ziegel	EB	10,40	€/t				
Entsorgung Mineralische Materialien	EMM	16,25	€/t				
Entsorgung Holz	EH	78,00	€/t				
Entsorgung Metalle	EM	-39,00	€/t				
Entsorgung Rest	ER	227,50	€/t				
MATERIAL PRO m³ BRI	Volumenteile	spez Gew	davon:	Bauwerk	Technik	Ausbau	
Beton/Ziegel	0,150	2,00	t/m ³ BRI	0,1500	0,0000	0,0000	
Mineral Baustoffe	0,050	1,80	t/m ³ BRI			0,0500	
Holz*	0,036	0,65	t/m ³ BRI	0,0182		0,0182	
Metalle*	0,033	6,00	t/m ³ BRI	0,0098	0,0197	0,0033	
Rest*	0,073	1,50	t/m ³ BRI	0,0000	0,0484	0,0242	
KOSTEN PRO m³ BRI							
Entsorgung Bauwerk		1,74	€/m ³ BRI				
Entsorgung Technik		11,91	€/m ³ BRI				
Entsorgung Ausbau		9,87	€/m ³ BRI				
Summe		23,52					
Kontrollsumme		23,52					
Holz	0,02	20%	Ausbau				
Metall	0,03	15%	Technik				
Rest	0,04	20%	Ausbau				

Tabelle 16: Berechnung der Entsorgungskosten – vereinfachtes Modell

Die im Teil **ABBRUCH und ENTSORGUNG** der Tabelle 16 in der Spalte 3 angegeben Werte sind die Standardannahmen des zugrundeliegenden Modells. Die DM-Preise wurden in € umgerechnet und mit 30% Gesamtpreissteigerung seit 2001 beaufschlagt.

Im Teil **MATERIAL PRO m³ BRI** werden die Volumen- und Gewichtsteile der einzelnen Fraktionen angegeben. Auch diese Werte sind dem Modell entnommen. Die Werte sind

²⁸ O. RENTZ, A. SEEMANN, F. SCHULTMANN: *Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden- Handlungsanleitung*, Abschlußbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, erschienen unter: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Reihe „Kreislaufwirtschaft und Abfallbehandlung“, Nr. 17, publiziert durch: Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim [http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13512/abbruch_von_gebaeuden.pdf?command=downloadContent&filename=abbruch_von_gebaeuden.pdf, Zugriff: 30.07.2009]

Annahmen aus dem Wohn- und Bürobau mit Lochfassaden. Um den höheren Metall- und Restanteil modernerer Bauten abzuschätzen, wurden die Werte mit den Kostenanteilen der Technik und des Ausbaues gewichtet und auf 15% Technik und 20% Ausbau bezogen.

Der Teil **KOSTEN PRO m³ BRI** berechnet den Barwert der Entsorgungskosten bezogen auf den Kubikmeter BRI.

3.4.6 Die Struktur der Lebenszykluskosten

	Herstellkosten	Jährliche Folgekosten	Jährliche Kosten für Verbrauchsgüter	Mehrjährige Kosten	Entsorgung
0	Grund				
0.1	Grundkosten				
0.2	Sonstige				
1	Aufschließung				
1.1	Freimachen+Untersuchen				
1.2	Anschlusskosten				
1.3	Sonstige				
2	Bauwerk-Rohbau	Verwaltungskosten		Rohbau Instandsetzung	Entsorgung
2.1	Bauwerk-Bau	Verwaltungskosten		Bauwerk-Bau	Entsorgung Bauwerk
2.2	Stahlbau/Fassade			Stahlbau/Fassade	
2.3	Baunebengewerbe			Baunebengewerbe	
2.4	Sonstiges			Ausmalen	
3	Bauwerk-Technik	Techn. Betriebsführung	Energie Strom Gebäude	Technik Instandsetzung	
3.1		Allgemeine	Strom Technik		Entsorgung Technik
3.2	Elektrotechnik	Elektrotechnik		Elektrotechnik	
3.3	Nachrichtentechnik	Nachrichtentechnik		Nachrichtentechnik	
3.4	Sanitär-/Gasanlagen	Sanitär-/Gasanlagen	Wasser/Abwasser	Sanitär-/Gasanlagen	
3.5			Klimatisierungskosten		
3.6	HKL-Anlagen	HKL-Anlagen	Heizung	HKL-Anlagen	
3.7	Förder- und Hebeanlagen	Förder- und Hebeanlagen	Strom Aufzüge	Förder- und Hebeanlagen	
3.8	Sonstiges			Sonstiges	
4	Bauwerk-Ausbau			Ausbau Instandsetzung	
4.1	Dachverkleidung			Dach	Entsorgung Ausbau
4.2	Fassade			Fassade	
4.3	Innenausbau			Innenausbau	
4.4	Sonstiges			Sonstiges	
5	Einrichtung				
5.1	Einrichtung			Einrichtung	
6		Reinigung			
6.1		Unterhaltsreinigung			
6.2		Fenster- Glasflächenreinigung			
6.3		Fassadenreinigung			
6.4		Sonderreinigung			
7			Energie Strom Nutzer		
7.1			Strom Verbraucher		
7.2			Licht Verbraucher		
7.3			Müllentsorgung		
8		Gebäudedienste			
8.1		Sicherheitsdienste			
8.2		Empfang/Rezeption			
8.3		Informations- und Kommt			
8.4		Umzüge - interne Transporte			
9	Außenanlagen				
9.1	Befestigte Anlagen	Schneeräumung/Reinigung AA			
9.2	Unbefestigte Anlagen	Gärtnerdienste			
9.3	Sonstiges				
10	Planungsleistungen			Planung Instandsetzung	
10.1	Bauwerk-Bau			Bauwerk-Bau	
10.2	Stahlbau/Fassade			Stahlbau/Fassade	
10.3	Baunebengewerbe			Baunebengewerbe	
10.4	Sonstiges			Sonstiges	
10.5	Elektrotechnik			Elektrotechnik	
10.6	Nachrichtentechnik			Nachrichtentechnik	
10.7	Sanitär-/Gasanlagen			Sanitär-/Gasanlagen	
10.8	HKL-Anlagen			HKL-Anlagen	
10.9	Förder- und Hebeanlagen			Förder- und Hebeanlagen	
10.10	Sonstiges			Sonstiges	
10.11	Dach			Dach	
10.12	Fassade			Fassade	
10.13	Innenausbau			Innenausbau	
10.14	Sonstiges			Sonstiges	
10.15	Einrichtung			Einrichtung	
10.16	Außenanlagen			Außenanlagen	
11	Nebenleistungen				
11.1	Nebenleistungen				
12	Reserven				
12.1	Reserven				
	Summe				

Tabelle 17: Die Struktur der Lebenszykluskosten

Tabelle 17 zeigt die Gesamtstruktur. Die Spalten des Schemas stellen die Kostenarten der Errichtungskosten, der jährlichen Folgekosten, der mehrjährigen Folgekosten und der Entsorgungskosten dar. Die Zeilen des Schemas beinhalten die Gliederung der lebenszyklischen Kosten der entsprechenden Kostenarten, ihre Gesamtheit stellt das Lebenszykluskostenprofil des entwickelten Lebenszykluskostenmodells dar.

Die gewählte Struktur ermöglicht eine direkte Verknüpfung der Kosten der Elemente der Bauwerksgliederung, der Bauwerkskostengruppen mit den zugeordneten Folgekosten. Damit lassen sich diese Elemente lebenszykluskostenmäßig erfassen und gegebenenfalls als Folgekostentreiber identifizieren.

Die Energiekosten sind zweigeteilt – in die Energiekosten, die sich aus Heizung, Kühlung und dem Betrieb der Haustechnik ergeben und in die von den Nutzern direkt verursachten Energiekosten (Strom Verbraucher, Licht Verbraucher). Diese Zweiteilung ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

3.5 Ergebnisse

3.5.1 Bürogebäude mit 2 getrennten Nutzern (Variante 1)

3.5.1.1 Allgemeine Beschreibung



Abbildung 12: Bürogebäude mit 2 getrennten Nutzern

Die hier beschriebene Variante 1 stellt die tatsächliche Ausführung des Gebäudes dar. Das Gebäude ist als 3-geschoßiger quadratischer Verwaltungsbau mit offenem Innenhof gestaltet. Das Flachdach wurde mit extensiver Begrünung ausgeführt. Es gibt zwei räumlich und in der Nutzung vollständig getrennte Bereiche und diese werden mit eigenen Eingängen erschlossen. Im UG-Bereich des Nutzers 1 sind Archive, Haustechnikräume und zwei Grundschutzräume für je 50 Personen untergebracht. Im UG-Bereich des Nutzers 2 sind ein Trainings- und ein Schulungsraum, diverse Umkleide- und Nassräume, Raum für Notstromaggregat, Lüftungszentrale sowie Archive untergebracht. Weiters ist seitlich eine nichtüberbaute Tiefgarage mit 15 Stellplätzen und einer überdachten Abfahrtsrampe situiert. In den Obergeschoßen sind jeweils die entsprechenden Büroräume mit den erforderlichen Nebenräumen (Sanitär- und Sozialräume) untergebracht. Im Bereich des Nutzers 1 wurde zusätzlich ein Aufzug eingebaut. Die Fassade wurde als Vollwärmeschutzfassade (12 cm) ausgeführt. Die Beheizung erfolgt mittels selbständig modulierender Gaszentralheizung. Die Außenwände wurden mittels Stahlbeton, die Innenwände mittels Gipskarton bzw. Ziegel ausgeführt. Die Fundierung erfolgte mittels Stahlbetonfundamentplatte 40 cm.

Flächen u. Raum gem. ÖNorm B1800				Bauausführungszeitraum	
NF m ²	NGF m ²	BRI m ³	NF:NGF	Baubeginn	10.09.00
3.401	4.454	18.002	1 : 1,31	Bauende	31.03.03

Tabelle 18: Die Flächenwerte

3.5.1.2 Die Gebäudestruktur

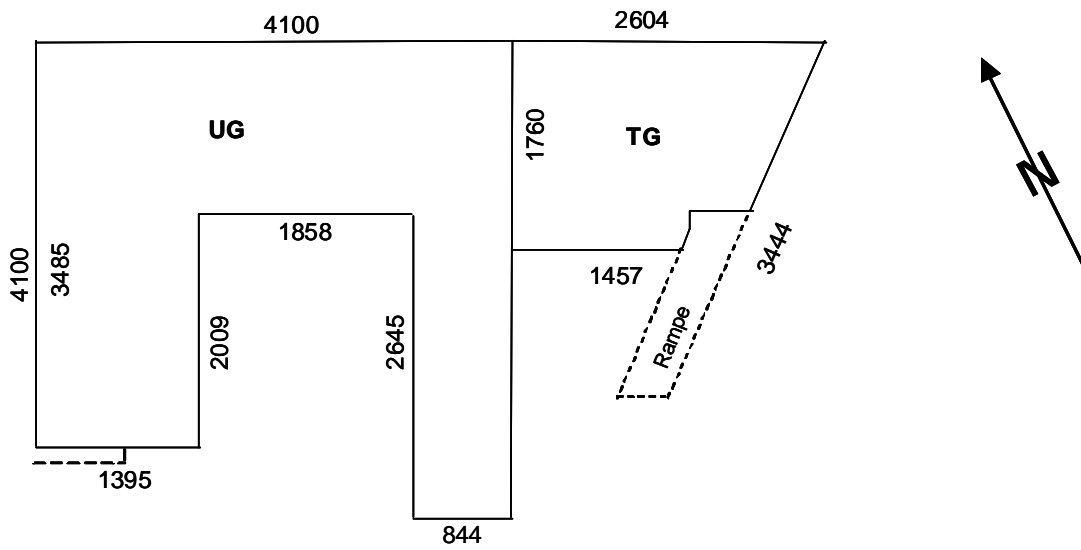


Abbildung 13: Untergeschoß mit Tiefgarage – Maße in cm



Abbildung 14: Erdgeschoß und erstes Obergeschoß – Maße in cm

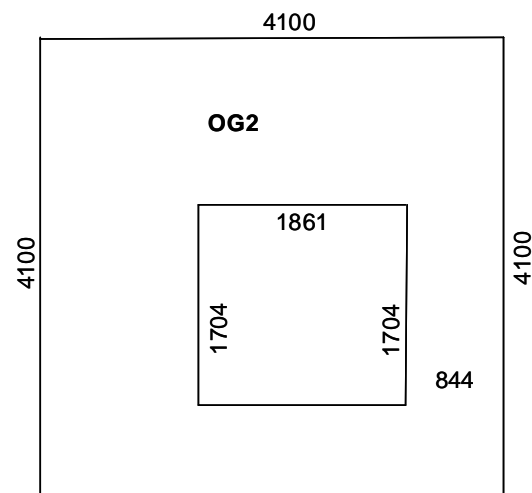


Abbildung 15: Orthofoto

Abbildung 16: zweites Obergeschoß – Maße in cm

3.5.1.3 Die Basisparameter des Gebäudes

Bezeichnung	Variable	Wert	Dimension	Formeln
Bürogebäude mit 2 getrennten Nutzern				
Allgemeine Flächengrößen				
Grundstücksfläche	GSTF	6608	m ²	
Brutto-Grundfläche	BGF	5500	m ²	156%
Brutto-Rauminhalt	BRI	18002	m ³	
Netto-Grundfläche	NGF	4454	m ²	144%
Nutzfläche	NF	3401	m ²	100%
Brutto-Grundfläche beheizt	BGF _{beheizt}	5500	m ²	
Brutto-Grundfläche Klimatisiert	BGF _{klimatisiert}	37,15	m ²	
Grünfläche	GRÜNF	3335	m ²	
Befestigte Außenflächen	BEFAF	3273	m ²	gemessen
Zeiten und Dauern				
Baubeginnzeitpunkt	BBEGINNT	10.09.2000	d	
Baufertigstellungszeitpunkt	BFERTIGT	21.03.2003	d	
Kalk. Lebensdauer n_E	LEBENT	36	a	
Finanzielle Parameter				
Preissteigerung Bau p_{Bau}	PBAU	3,30%	%	$q = (1 + \frac{p}{100})$
Preissteigerung Technik $p_{Technik}$	PTECHNIK	2,00%	%	
Verbrauchspreise p_{allg}	PALLG	2,00%	%	
Preissteigerung $p_{Energie}$	PENERG	6,00%	%	
Preissteigerung Lohnintensiv p_{Lohn}	PLOHN	4,50%	%	
Verzinsung r	R	2,90%	%	$d = (1 + \frac{r}{100})$
Flächenwerte				
Fenster/Glasflächen außen	GLASF	897	m ²	
Glasfassadenfläche außen	GLASFF	0	m ²	
Fenster/Glasflächen nv außen	GLASFNV	0	m ²	
Glasflächen innen	IGLASF	1495	m ²	
Jalousienflächen	JALF	589	m ²	
Büro- und Wohnflächen	BÜRF	2168,33	m ²	
Sanitärflächen horizontal	SANFH	273,85	m ²	
Sanitärflächen Vertikal	SANFV	923,14	m ²	
Gangflächen	GANGF	756,81	m ²	
Stiegenflächen	STIEGF	202,48	m ²	
Garagenflächen	GARAF	507,65	m ²	
Nebenraumflächen	NEBF	432,31	m ²	
Ausmaflächen	MALF	10803,66	m ²	
Flächencheck				0,00000
Besondere Parameter				
Anzahl der Aufzugstationen	AUFZ	4	1	Grundgebühr
Stromkosten	KOST	0,1768	€/kWh	40,32
Gaspreis	KOGA	0,0585	€/kWh	52,09
Kosten Reinigung/Stunde	RK/h	21,91	€/h	
Nutzungseinheit	NUE	35	m ²	
Kleine Arbeitsbühne für Fensterreinigung J/N	KSTEI	J	[J/N]	
Große Arbeitsbühne für Fensterreinigung J/N	GSTEI	N	[J/N]	
Warmwasserbedarf	WWB	2	kWh/m ² a	
Heizwärmebedarf	HWB	60	kWh/m ² a	
Stromverbrauch (inkl. Beleuchtung)	STN	5	W/m ²	
Rohbauerneuerung bei Großer Instandsetzung	GIF	15%	%	
15 kWh/m ² a Typ A elekt. Energie für Kühlung+Lüftung				
25kWh/m ² a Typ C -		25		
50kWh/m ² a - fiktiver Typ altes System			kWh/m ² a	
Wirkungsgrad für HWB und WWB		70%	%	
Faktor für erhöhten Einzelplanungsaufwand		200%	%	

Tabelle 19: Die Basisparameter des Bürogebäudes mit zwei getrennten Nutzern

Die Basisflächenwerte wurden aus der Baubeschreibung bzw. aus dem Lageplan entnommen. Der Baubeginn und Bauzeitraum ist für die Ermittlung der Lebenszykluskosten nicht relevant, da das Modell den Fertigstellungszeitpunkt als Bezugspunkt für den Zeitpunkt der Baukosten annimmt. Dieser Bezugszeitpunkt ist für alle finanziellen Parameter relevant, auf ihn werden alle Barwerte bezogen, im gegenständlichen Bürogebäude mit zwei getrennten Nutzern ist es der 21.3.2003, der näherungsweise auf den Jahresbeginn, den 01.01. 2003 festgelegt wird.

Die gewählte kalkulatorische Lebensdauer beträgt 36 Jahre, ein Zeitraum, der für das gegenständliche Gebäude einen gerade noch realistischen Planungshorizont darstellt und alle großen mehrjährigen Folgekosten zumindest ein Mal auftreten lässt.

Die finanziellen Parameter wurden in Kapitel 3.4.2.2 dargestellt und die gewählten Größen dieser Werte auch dort aus österreichischen Wirtschaftsdaten der vergangenen 10 Jahre errechnet und für die kalkulierte Lebensdauer so angenommen. Der Wert für die Verzinsung wurde entsprechend der aktuellen Sekundärmarktrendite Bund per 15.12.2009 mit 2,9% p.a. und die Preissteigerung Energie wurde mit 6,0% p.a. festgelegt.

Die Ausmaße der für die Berechnung erforderlichen Flächenwerte wurden aus den Bestandsplänen herausgemessen.

Die besonderen Parameter, Stromkosten, Gaspreis wurden von Wien Energie, die Reinigungskosten wurden entsprechend den Angaben des Gebäudeeigentümers angenommen.

Der HWB wurde mit 60 kWh/m² a, und die Lüftungsanlage als Typ C entsprechend der Züricher Studie²⁶ angenommen. Der Warmwasserbedarf für dieses Bürogebäude wurde mit dem durchschnittlichen Erfahrungswert von 2 kWh/m²a angesetzt.

Der Faktor für den erhöhten Einzelplanungsaufwand wurde mit 200% (siehe 3.4.2.4) angesetzt.

3.5.1.4 Die Errichtungskosten

Die Errichtungskosten wurde aus der Baukalkulation entnommen, und in die Kostenbereiche entsprechend eingefügt. Die eingegeben Werte sind in der Tabelle 20 zusammengestellt.

Bezeichnung	Variable	Wert	Dimen- sion	Anteil der Herstellk	Anteilige Planungsk
0 Grund	GRD	0		0,00%	0
Grundkosten	GRU	0	€	0,00%	0
Sonstige	SON0	0	€	0,00%	0
1 Aufschließung	AUF	28.679		0,46%	4.283
Freimachen+Untersuchen	FREIK	0	€	0,00%	0
Anschlusskosten	ANSCHK	27.948	€	0,45%	4.174
Sonstige	SON1	731		0,01%	109
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	1.788.618		28,83%	267.120
Bauwerk-Bau	ROHK	1.424.535	€	22,96%	212.746
Stahlbau/Fassade	STBFASS	126.942	€	2,05%	18.958
Baunebengewerbe	NEBK	237.141	€	3,82%	35.416
Sonstiges	SON2	0	€	0,00%	0
3 Bauwerk-Technik	BWT	1.022.192		16,47%	152.658
Elektrotechnik	ETK	402.123	€	6,48%	60.055
Nachrichtentechnik	NTK	100.111	€	1,61%	14.951
Sanitär-/Gasanlagen	SANK	185.203	€	2,98%	27.659
HKL-Anlagen	HKLK	272.554	€	4,39%	40.704
Förder- und Hebeanlagen	FÖRK	48.128	€	0,78%	7.188
Sonstiges	SON3	14.073	€	0,23%	2.102
4 Bauwerk-Ausbau	BWA	2.247.709		36,23%	335.682
Dachverkeidung	DACHK	0	€	0,00%	0
Fassade	FASSK	1.029.876	€	16,60%	153.806
Innenausbau	INAK	1.217.833	€	19,63%	181.876
Sonstiges	SON4	0	€	0,00%	0
5 Einrichtung	EIR	64.354	€	1,04%	9.611
Einrichtung	EIRK	64.354	€	1,04%	9.611
6 Außenanlagen	AAN	182.168	€	2,94%	27.206
Befestigte Anlagen	BAK	182.168	€	2,94%	27.206
Unbefestigte Anlagen	UBAK	0	€	0,00%	0
Sonstiges	SON6	0	€	0,00%	0
7 Planungsleistungen	PLL	796.560		12,84%	
Planungsleistungen	PLLK	796.560	€	12,84%	
8 Nebenleistungen	NBL	74.273		1,20%	
Nebenleistungen	NBLK	74.273	€	1,20%	
9 Reserven	RES	0		0,00%	
Reserven	RESK	0	€	0,00%	
Summe		6.204.551		100,00%	796.560

Tabelle 20: Die Errichtungskosten des Bürogebäudes mit zwei getrennten Nutzern

3.5.1.5 Werte und Ansätze für die mehrjährige Berechnung

2 Rohbau Instandsetzung	BR	577.863	€						
Bauwerk-Bau+Sonstiges	ROHK	213.780	€	30	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Stahlbau/Fassade	STBFASS	126.942	€	31	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Baunebengewerbe	NEBK	237.141	€	28	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Sonstiges	SONST	0	€	30	a	3,00%		1,0010	
3 Technik Instandsetzung	BWT	1.022.192	€						
Elektrotechnik	ETIK	402.123	€	12	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Nachrichtentechnik	NTIK	100.111	€	5	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Sanitär-/Gasanlagen	SANIK	185.203	€	29	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
HKL-Anlagen	HKLIK	272.554	€	20	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Förder- und Hebeanlagen	FÖRIK	48.128	€	33	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Sonstiges	SONI3	14.073	€	70	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
4 Ausbau Instandsetzung	BWAI	2.273.637	€						
Dach	DACHK	0	€	34	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Fassade	FASSK	1.029.876	€	31	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Innenausbau	INAK	1.217.833	€	22	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Ausmalen	AUSMK	25.929	€	10	a	4,50%	PBAU	1,0155	
5 Einrichtung	ENTK	64.354	€						
Einrichtung	ENTBK	64.354	€	25	a	3,30%	PBAU	1,0039	
6 Außenanlagen	ENTK	182.168	€						
Befestigte Anlagen	BAKI	182.168	€	46	a	4,50%	PBAU	1,0155	
Unbefestigte Anlagen	UBAKI	0	€	46	a	4,50%	PBAU	1,0155	
Sonstiges	SONI6	0	€	30	a	4,50%	PBAU	1,0155	
5 Planung Instandsetzung		1.222.885	€						
PI Bauwerk Bau	ROHPK	63.824	€	30	a	3,30%	PBAU	1,0039	
PI Bauwerk Stahlbau/Fassade	STBFASSPK	37.916	€	31	a	3,30%	PBAU	1,0039	
PI Baunebengewerbe	NEBPK	70.831	€	28	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Sonstiges	GISRkP	0	€	30	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Elektrotechnik	ETKIP	120.109	€	12	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Nachrichtentechnik	NTKIP	29.902	€	5	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Sanitär-/Gasanlagen	SANKIP	55.318	€	29	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
HKL-Anlagen	HKLIKIP	81.409	€	20	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Förder- und Hebeanlagen	FÖRKIP	14.375	€	33	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Sonstiges	SON3IP	4.203	€	70	a	2,00%	PTECHNIK	0,9913	
Dach	DACHKIP	0	€	34	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Fassade	FASSKIP	307.612	€	31	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Innenausbau	INAKIP	363.752	€	22	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Sonstiges	SON4IP	0	€	10	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Einrichtung	EIRIK	19.222	€	25	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Außenanlagen	AANKIP	54.411	€	46	a	3,30%	PBAU	1,0039	
7 Entsorgung		557.589	€						
Entsorgung Bauwerk	ENTBK	96.586	€	36	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Entsorgung Technik	ENTTK	248.569	€	36	a	3,30%	PBAU	1,0039	
Entsorgung Ausbau	ENTAK	212.434	€	36	a	3,30%	PBAU	1,0039	

Tabelle 21: Die Errichtungskosten des Bürogebäudes mit zwei getrennten Nutzern

3.5.2.2 Übersicht über den Anstieg der Lebenszykluskosten – Variante 1

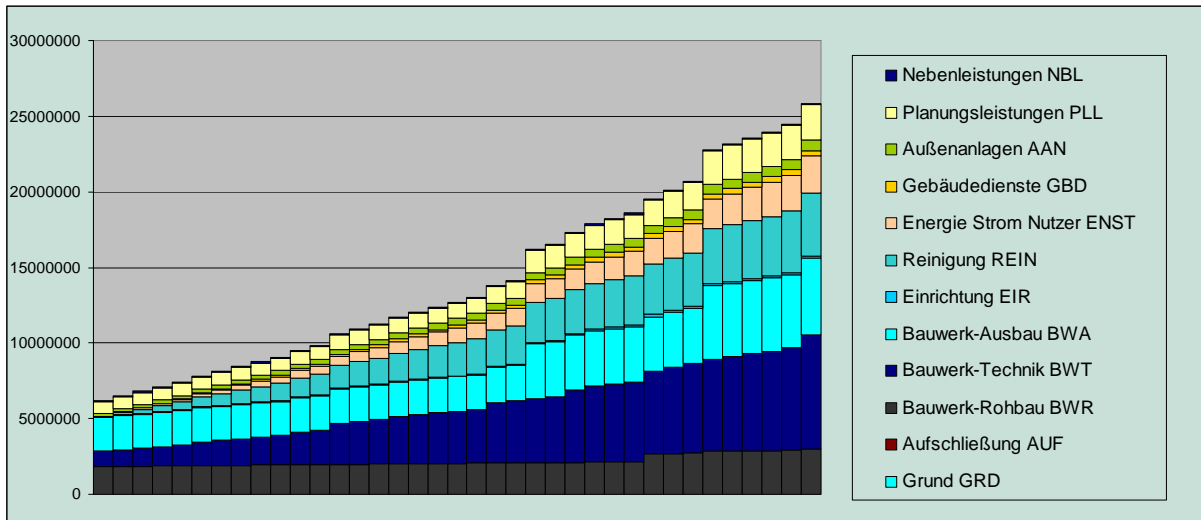


Abbildung 17: Die Barwerte der Lebenszykluskosten über 46 Jahre – aufgeschlüsselt nach den Kostengruppen

Die Errichtungskosten von 6.204.551 € verursachen über eine rechnerische Lebensdauer von 36 Jahren von 25.867.314 € auf den Errichtungszeitpunkt abgezinste Gesamtkosten, sie sind damit das 4,17-fache der Errichtungskosten.

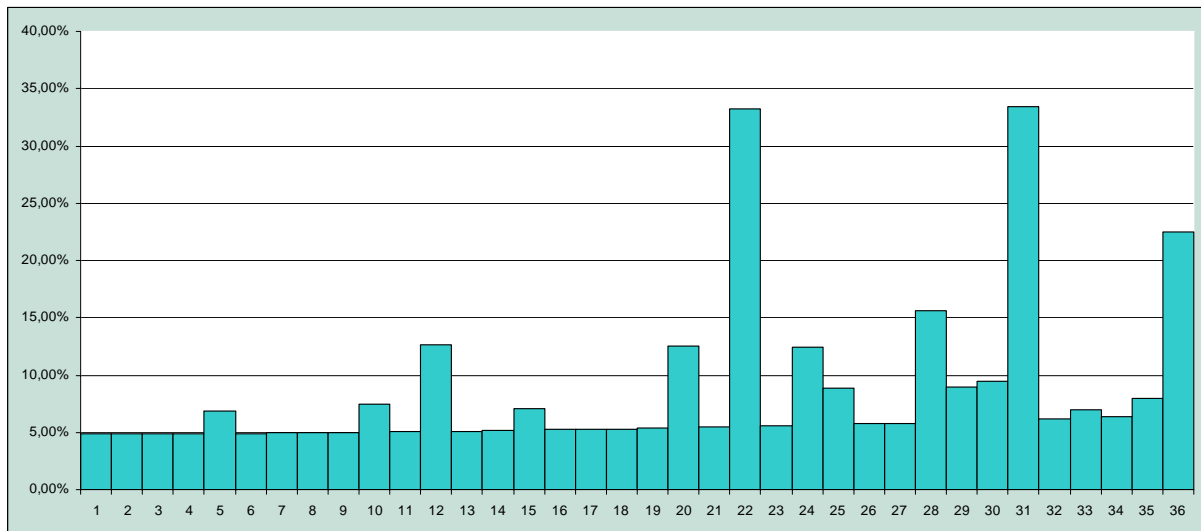


Abbildung 18: Der Barwert der jährlichen Zuwächse der Lebenszykluskosten, bezogen auf die Errichtungskosten

Interessant ist auch die Darstellung der Zuwächse der Barwerte über die Jahre der Nutzung (Abbildung 18). Das Modell errechnet für das gegenständliche Bürogebäude mit 2 Nutzern in den ersten Jahren eine jährliche Steigerung von 4,83% der Errichtungskosten, die sich aus den jährlichen Folgekosten ergeben. Dieser Kostenanteil aus den jährlichen Folgekosten steigt bis zum 36. Jahr auf knapp 6,34% an.

Die mehrjährigen Kosten zeigen bei den gewählten Bauteillebensdauern eine hohe Spitze um das 22. und 31. Lebensjahr der Immobilie. Im Wert des 36. Jahres sind die Entsorgungskosten enthalten.

3.5.2.3 Darstellung der Folgekostentreiber – Variante 1

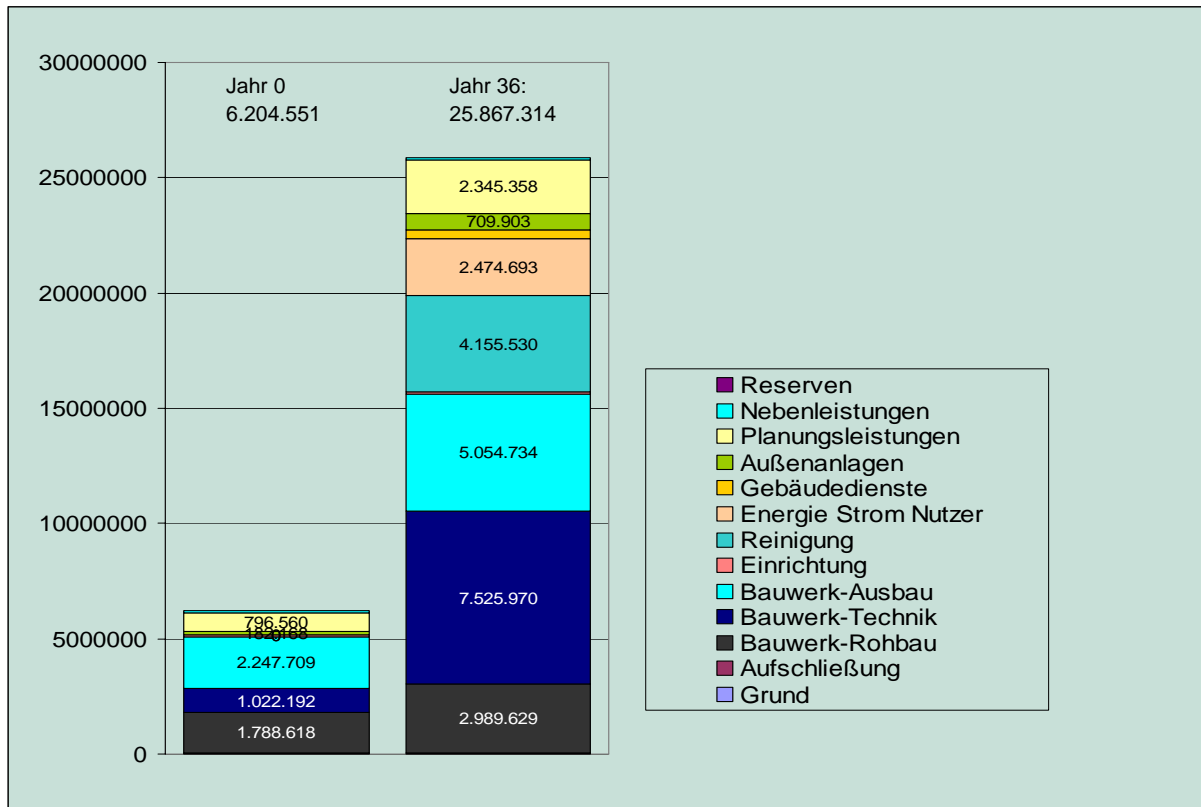


Abbildung 19: Errichtungskosten und der Barwert der gesamten Lebenszykluskosten

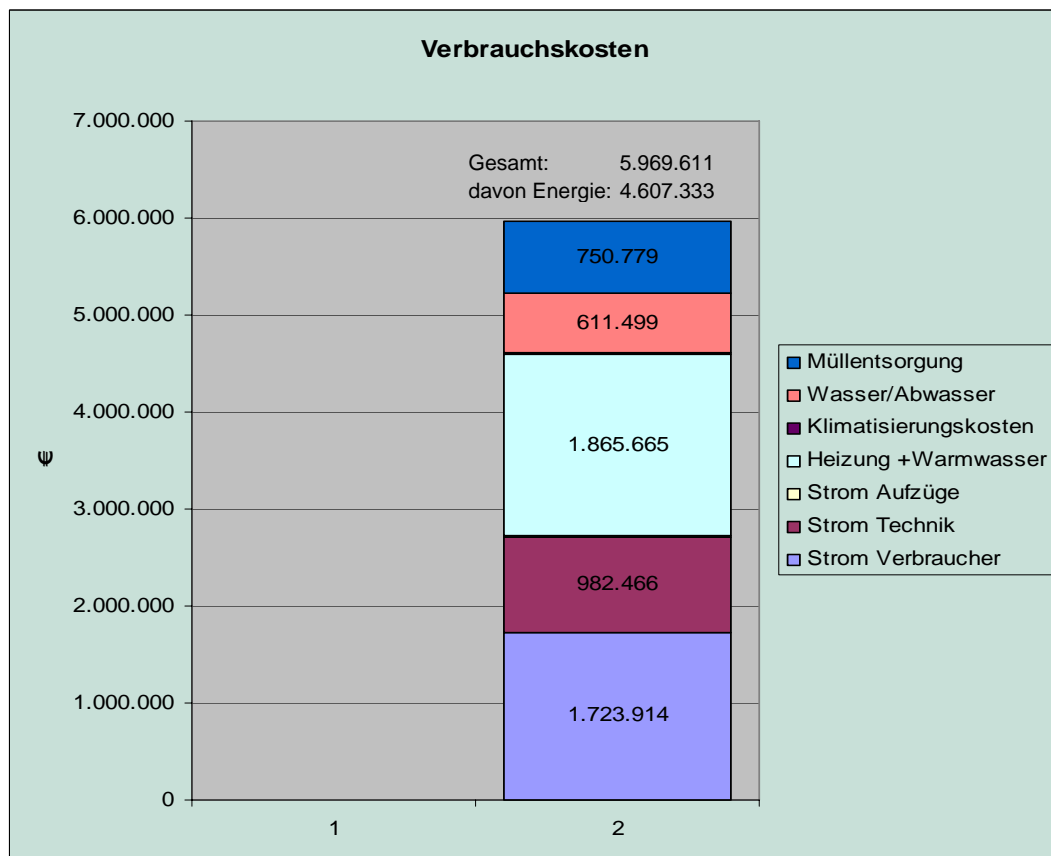


Abbildung 20: Barwert der Verbrauchskosten des gesamten Lebenszyklus

Das Modell bestätigt die Erfahrungen der Gebäudebetreiber, dass die Reinigungskosten fast so hoch wie die Energiekosten sind. Das Modell liefert Reinigungskosten mit ca. 4,156 M€ Die größten Anteile der Energiekosten sind die Kosten „Strom Verbraucher“ mit 1,724 M€, die Kosten „Strom Technik“ mit 0,982 M€ und die Heizungs- und Warmwasserkosten mit ca. 1,866 Mio €. Die gesamten Energiekosten mit 4,607 M€ sind nur um 0,451 M€ höher als die Reinigungskosten von 4,155 M€.

In den Energiekosten ist eine angenommene jährliche Preissteigerung von 6,0 % über 36 Jahre enthalten, d.h. dass der Barwert des Energiepreises im Jahre 36 immerhin 291,11% (=1,0301³⁶) des Energiepreises zum Fertigstellungszeitpunkt beträgt.

Der größte Folgekostentreiber ist jedoch die Gebäudetechnik. Die Investition für die Gebäudetechnik beträgt 1,022 M€, die der Gebäudetechnik direkt zugeordneten Folgekosten ergeben 7,53 M€ Barwert über die 36 Nutzungsjahre.

3.5.3 Variante 2: Ausführung des Gebäudes mit massiver Außenwand

3.5.3.1 Rechenannahmen – Variante 2

Das Gebäude wird genauso als ist als 3-geschoßiger quadratischer Verwaltungsbau mit offenem Innenhof gestaltet. Die Ausführung der Gebäudekubatur, die Dachausführung, der Keller und die Tiefgarage werden gleich ausgeführt. Die Innenwände sind (wie bei Variante 1) mittels Gipskarton bzw. Ziegel ausgeführt. Die Fundierung erfolgte mittels Stahlbetonfundamentplatte 40 cm. Das Heizungssystem, die Anordnung der Räume und die vorgesehene getrennte Nutzung mit einem Aufzug bleiben. Als Außenwand wird eine massive Ziegelwand mit außen liegendem Vollwärmeschutz (12 cm) ausgeführt, es werden Fenster mit einer Dreischeiben-Isolierverglasung angenommen. (Lochfassade)

Für die Basisparameter werden nun die folgenden Annahmen getroffen: Die allgemeinen Flächengrößen bleiben unverändert. Die Zeiten und Dauern, sowie die finanziellen Parameter bleiben gleich. Die Fensterfläche von knapp 900 m² wird auf die Hälfte reduziert, die Ausmaflflächen entsprechend erhöht. Die Jalousienflächen (nicht alle Fensterflächen haben Jalousien) werden auch um 50% reduziert angenommen. Der Heizwärmebedarf wird durch die hochwertige Verglasung und die verbesserte Fassadenisolierung mit 30 kWh/m² a halb so groß wie der ursprüngliche Wert angenommen. Für die Kühlung und Lüftung wird der Typ A mit 15 kWh/m² a angenommen.

Für die Errichtungskosten werden nun die folgenden Annahmen getroffen:

EG	OG1	OG2	
3485	3485	4100	Die vertikalen Gebäudeaußenflächen betragen beim gegenständlichen Gebäude 2010 m ² . (siehe Tabelle 23). Für die zusätzliche Errichtung der Lochfassade wurden etwa €250/m ² angesetzt, dadurch entstehen zusätzliche Kosten von €500.000,--. Für Kosten im Bauneben-gewerbe wurden noch zusätzlich €150.000,-- angesetzt. Dafür wurden die Kosten für die Stahlbau/Fassade in der Kostengruppe Bauwerk Rohbau von €126.941,-- auf 0 gesetzt. Für die HKL-Kosten wurden €50.000,-- weniger angesetzt, die Kosten von €1.029.876 für die Fassade
4100	4100	4100	
1460	3495	4100	
2705	844	4100	
2025	2035	1861	
1395	1861	1704	
400	2025	1704	
3485		1861	
19055	17845	23530	
3,6	3,2	3,2	
685,98 m ²	571,04 m ²	752,96 m ²	

entfallen.

Tabelle 23: Die vertikalen Gebäudeaußenflächen

3.5.3.2 Die Errichtungskosten des Gebäudes mit massiver Außenwand – Variante 2

Bezeichnung	Variable	Wert	Dimen- sion	Anteil der Herstellk	Anteilige Planungsk	Verände- rungen
0 Grund	GRD	0		0,00%	0	
Grundkosten	GRU	0	€	0,00%	0	
Sonstige	SON0	0	€	0,00%	0	
1 Aufschließung	AUF	28.679		0,49%	4.544	
Freimachen+Untersuchen	FREIK	0	€	0,00%	0	
Anschlusskosten	ANSCHK	27.948	€	0,47%	4.429	
Sonstige	SON1	731		0,01%	116	
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	2.311.676		39,20%	366.307	
Bauwerk-Bau	ROHK	1.924.535	€	32,63%	304.961	500.000
Stahlbau/Fassade	STBFASS		€	0,00%	0	-126.942
Baunebengewerbe	NEBK	387.141	€	6,56%	61.346	150.000
Sonstiges	SON2	0	€	0,00%	0	
3 Bauwerk-Technik	BWT	972.192		16,48%	154.053	
Elektrotechnik	ETK	402.123	€	6,82%	63.720	
Nachrichtentechnik	NTK	100.111	€	1,70%	15.864	
Sanitär-/Gasanlagen	SANK	185.203	€	3,14%	29.347	
HKL-Anlagen	HKLK	222.554	€	3,77%	35.266	-50.000
Förder- und Hebeanlagen	FÖRK	48.128	€	0,82%	7.626	
Sonstiges	SON3	14.073	€	0,24%	2.230	
4 Bauwerk-Ausbau	BWA	1.467.833		24,89%	232.592	
Dachverkleidung	DACHK	0	€	0,00%	0	
Fassade	FASSK	0	€	0,00%	0	-1.029.876
Innenausbau	INAK	1.467.833	€	24,89%	232.592	250.000
Sonstiges	SON4	0	€	0,00%	0	
5 Einrichtung	EIR	64.354	€	1,09%	10.197	
Einrichtung	EIRK	64.354	€	1,09%	10.197	
6 Außenanlagen	AAN	182.168	€	3,09%	28.866	
Befestigte Anlagen	BAK	182.168	€	3,09%	28.866	
Unbefestigte Anlagen	UBAK	0	€	0,00%	0	
Sonstiges	SON6	0	€	0,00%	0	
7 Planungsleistungen	PLL	796.560		13,51%		
Planungsleistungen	PLLK	796.560	€	13,51%		
8 Nebenleistungen	NBL	74.273		1,26%		
Nebenleistungen	NBLK	74.273	€	1,26%		
9 Reserven	RES	0		0,00%		
Reserven	RESK	0	€	0,00%		
Summe		5.897.733		100,00%	796.560	-306.818

Tabelle 24: Die Errichtungskosten für die Variante 2

Damit ergeben sich Errichtungskosten von 5.898 M€ für die Variante „Massive Außenwand“. Dies bedeutet eine geringfügige Kostenersparnis (4,946%) gegenüber den Errichtungskosten von 6,204 M€, der tatsächlich errichteten Variante mit der eingestellten Fassade.

3.5.4 Die Ergebnisse - Gebäude mit massiver Außenfassade Variante 2

3.5.4.1 Übersicht über die Lebenszykluskosten für ausgewählte Jahre

	Kostenarten	Variable	$I = \text{INT}[\frac{n}{k}] \quad K_n = K_0 \left(\frac{q}{d}\right)^k \frac{\left(\frac{q}{d}\right)^k - 1}{\left(\frac{q}{d}\right)^k - 1}$							
			nach 0 Jahren	nach 5 Jahren	nach 10 Jahren	nach 15 Jahren	nach 20 Jahren	nach 25 Jahren	nach 30 Jahren	nach 36 Jahren
0	Grund	GRD	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	Grundkosten	GRU	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	Sonstige	SON0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Aufschließung	AUF	28.679	28.679	28.679	28.679	28.679	28.679	28.679	28.679
1.1	Freimachen+Untersuchen	FREIK	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2	Anschlusskosten	ANSCHK	27947,53	27947,53	27947,53	27947,53	27947,53	27947,53	27947,53	27947,53
1.3	Sonstige	SON1	731,2	731,2	731,2	731,2	731,2	731,2	731,2	731,2
2	Bauwerk-Rohbau	BWR	2.311.676	2.377.941	2.441.358	2.502.050	2.560.134	2.615.722	3.532.054	3.697.971
2.1	Bauwerk-Bau	ROHK	1.924.535	1.990.800	2.054.217	2.114.909	2.172.993	2.228.581	2.713.347	2.879.263
2.2	Stahlbau/Fassade	STBFASS	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3	Baunebengewerbe	NEBK	387.141	387.141	387.141	387.141	387.141	387.141	818.707	818.707
2.4	Sonstiges	SON2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Bauwerk-Technik	BWT	972.192	1.413.106	1.862.003	2.684.739	3.348.711	4.173.195	4.842.873	6.013.436
3.1	Technik allgemein		82.480	171.431	268.177	374.242	491.382	621.621	977.491	
3.2	Elektrotechnik	ETK	402.123	451.085	497.942	904.676	947.593	1.314.348	1.353.656	1.691.699
3.3	Nachrichtentechnik	NTK	100.111	208.109	311.467	410.382	505.047	595.644	682.348	767.149
3.4	Sanitär-/Gasanlagen	SANK	185.203	286.636	383.710	476.612	565.522	650.611	875.595	968.709
3.5	Klimatisierung			539	1.164	1.889	2.731	3.706	4.838	6.438
3.6	HKL-Anlagen	HKLLK	222.554	314.141	418.180	536.759	858.988	1.014.278	1.192.567	1.442.205
3.7	Förder- und Hebeanlagen	FORK	48.128	56.043	64.036	72.170	80.515	89.153	98.175	145.672
3.8	Sonstiges	SON3	14.073	14.073	14.073	14.073	14.073	14.073	14.073	14.073
4	Bauwerk-Ausbau	BWA	1.467.833	1.467.833	1.499.343	1.499.343	1.536.111	3.134.732	3.177.633	3.338.453
4.1	Dachverkleidung	DACHK	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	Fassade	FASSK	0	0	0	0	0	0	0	0
4.3	Innenausbau	INAK	1.467.833	1.467.833	1.467.833	1.467.833	1.467.833	3.066.453	3.066.453	3.066.453
4.4	Ausmalen+Sonstiges	AUSM	0	0	31.511	31.511	68.279	68.279	111.181	272.000
5	Einrichtung	EIR	64.354	64.354	64.354	64.354	64.354	135.263	135.263	135.263
5.1	Einrichtung	EIRK	64.354	64.354	64.354	64.354	64.354	135.263	135.263	135.263
6	Reinigung	REIN		588.980	1.154.670	1.698.233	2.220.795	2.723.447	3.207.250	3.764.380
6.1	Unterhaltsreinigung	UHRK		495.960	970.606	1.424.856	1.859.584	2.275.631	2.673.799	3.129.080
6.2	Fenster- Glasflächenreinigung	FENR		76.617	149.941	220.115	287.273	351.544	413.054	483.387
6.3	Fassadenreinigung	FASRK		1.571	3.269	5.103	7.083	9.223	11.534	14.553
6.4	Sonderreinigung	SONRK		14.832	30.854	48.160	66.855	87.049	108.863	137.360
7	Energie Strom Nutzer	ENST		225.384	480.358	769.137	1.096.569	1.468.234	1.890.553	2.474.693
7.1	Strom Verbraucher	STVK		144.315	311.718	505.903	731.155	992.444	1.295.536	1.723.914
7.2	Licht Verbraucher	LICHTK								
7.3	Müllentsorgung	MULLK		81.069	168.640	263.234	365.414	475.789	595.017	750.779
8	Gebäudedienste	GBD		59.165	115.788	169.977	221.838	271.470	318.969	373.282
8.1	Sicherheitsdienste	SIDK		0	0	0	0	0	0	0
8.2	Empfang/Rezeption	EMPK		0	0	0	0	0	0	0
8.3	Informations- und Kommt	IKTK		0	0	0	0	0	0	0
8.4	Umzüge - interne Transporte	UZK		59.165	115.788	169.977	221.838	271.470	318.969	373.282
9	Außenanlagen	AAN	182.168	239.152	300.707	367.199	439.023	516.608	600.416	709.903
9.1	Befestigte Anlagen	BAK	182.168	204.214	228.029	253.753	281.541	311.557	343.981	386.339
9.2	Unbefestigte Anlagen	UBAK	0	34.938	72.679	113.446	157.483	205.051	256.435	323.564
9.3	Sonstiges	SON6	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Planungsleistungen	PLL	796.560	826.923	855.982	998.482	1.084.264	1.742.055	2.051.478	2.179.110
10.1	Bauwerk-Bau	ROHK	309.505	309.505	309.505	309.505	309.505	309.505	412.286	412.286
10.2	Stahlbau/Fassade	STBFASS	0	0	0	0	0	0	0	0
10.3	Baunebengewerbe	NEBK	61.346	61.346	61.346	61.346	61.346	61.346	198.118	198.118
10.4	Sonstiges	SON2	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	Elektrotechnik	ETKIP	63.720	63.720	63.720	178.410	178.410	281.625	281.625	374.513
10.6	Nachrichtentechnik	NTKIP	15.864	46.227	75.286	103.096	129.711	155.182	179.559	202.888
10.7	Sanitär-/Gasanlagen	SANKIP	29.347	29.347	29.347	29.347	29.347	29.347	74.841	74.841
10.8	HKL-Anlagen	HKLIP	35.266	35.266	35.266	35.266	94.433	94.433	94.433	94.433
10.9	Förder- und Hebeanlagen	FORKIP	7.626	7.626	7.626	7.626	7.626	7.626	7.626	19.040
10.10	Sonstiges	SON3IP	2.230	2.230	2.230	2.230	2.230	2.230	2.230	2.230
10.11	Dach	DACHKIP	0	0	0	0	0	0	0	0
10.12	Fassade	FASSKIP	0	0	0	0	0	0	0	0
10.13	Innenausbau	INAKIP	232.592	232.592	232.592	232.592	232.592	739.225	739.225	739.225
10.14	Sonstiges	SON3IP	0	0	0	0	0	0	0	0
10.15	Einrichtung	EIRPK	10.197	10.197	10.197	10.197	10.197	32.670	32.670	32.670
10.16	Außenanlagen	AANP	28.866	28.866	28.866	28.866	28.866	28.866	28.866	28.866
11	Nebenleistungen	NBL	74.273	74.273	74.273	74.273	74.273	74.273	74.273	74.273
11.1	Nebenleistungen	NBLK	74.273	74272,62	74272,62	74272,62	74272,62	74272,62	74272,62	74272,62
12	Reserven	RES	0							
12.1	Reserven	RESK	0							
	Summe		5.897.733	7.365.790	8.877.516	10.856.466	12.674.752	16.883.678	19.859.441	22.789.441

Tabelle 25: Das Lebenszykluskostenprofil – Variante 2

3.5.4.2 Übersicht über den Anstieg der Lebenszykluskosten – Variante 2

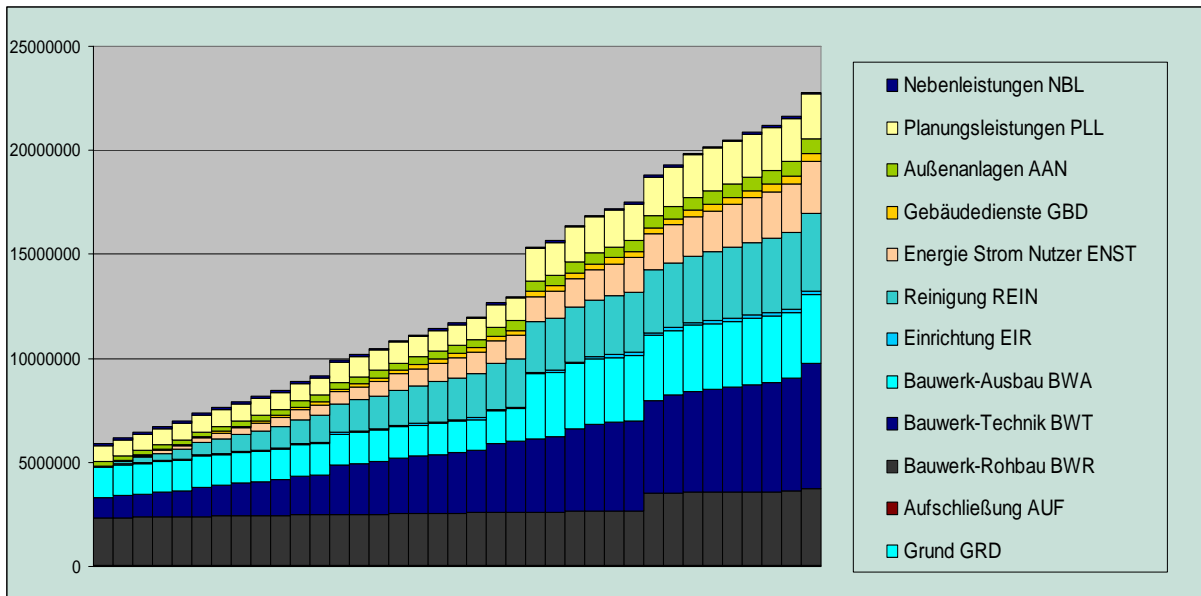


Abbildung 21: Die Barwerte der Lebenszykluskosten über 36 Jahre – aufgeschlüsselt nach den Kostengruppen

Die Errichtungskosten von 5,898 M€ verursachen über eine rechnerische Lebensdauer von 36 Jahren knapp über 22,789 M€ auf den Errichtungszeitpunkt abgezinste Gesamtkosten, diese Kosten entsprechen dem 3,864-fachen der Errichtungskosten. Vergleicht man die Gesamtlebenszykluskosten der beiden Varianten, so ergibt sich für die Variante 2 „Massive Außenwand“ eine Einsparung von 11,89% bezogen auf die Lebenszykluskosten.

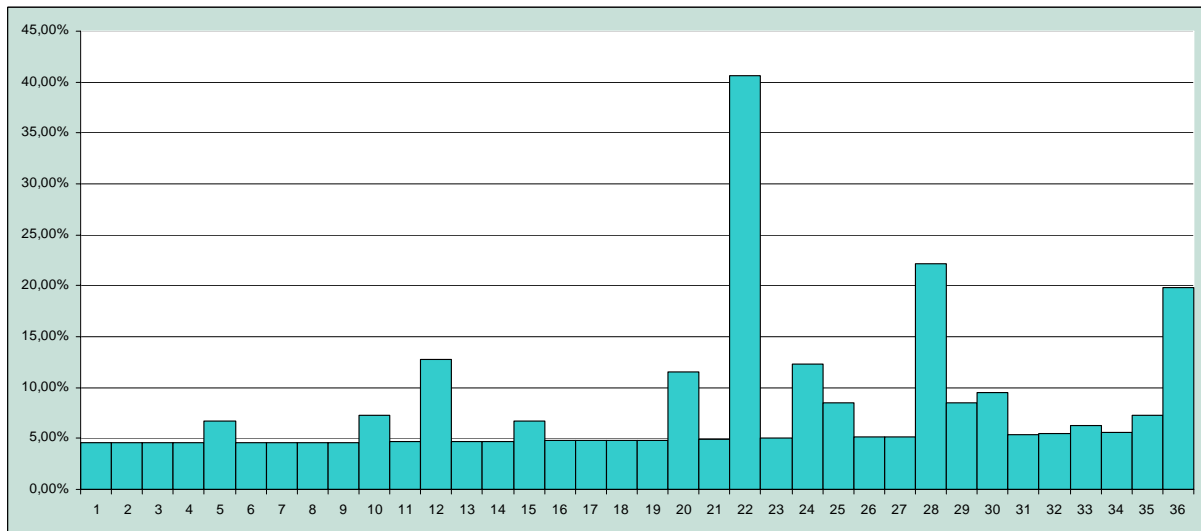


Abbildung 22: Der Barwert der jährlichen Zuwächse der Lebenszykluskosten

Interessant ist auch die Darstellung der Zuwächse der Barwerte der Folgekosten über die Jahre der Nutzung (Abbildung 22). Das Modell errechnet für das gegenständliche Bürogebäude mit 2 Nutzern in den ersten Jahren jährliche Folgekosten von 4,53% der Errichtungskosten. Dieser Kostenanteil aus den jährlichen Folgekosten steigt bis zum 36. Jahr auf 5,55% an.

Die mehrjährigen Kosten zeigen bei den gewählten Bauteillebensdauern eine hohe Spitze um das 22., und 28. Lebensjahr der Immobilie. Im Wert des 36. Jahres sind die Entsorgungskosten enthalten.

3.5.4.3 Darstellung der Folgekostentreiber – Variante 2

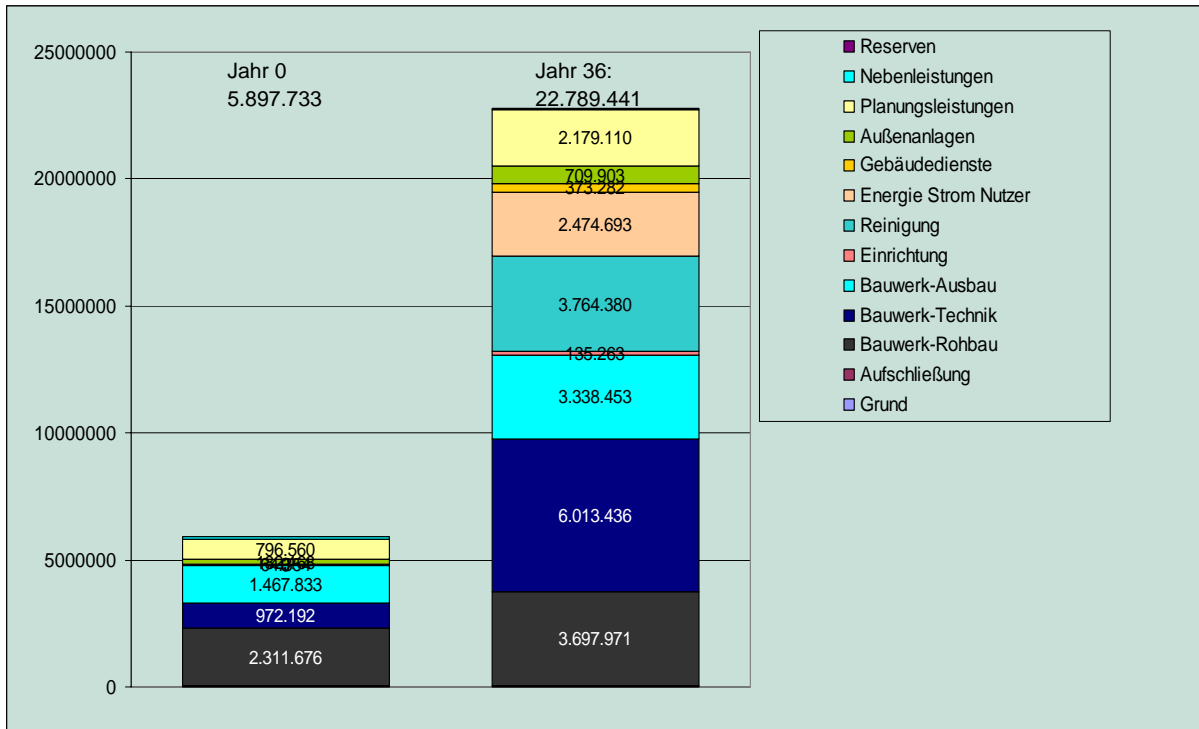


Abbildung 23: Errichtungskosten und der Barwert der gesamten Lebenszykluskosten

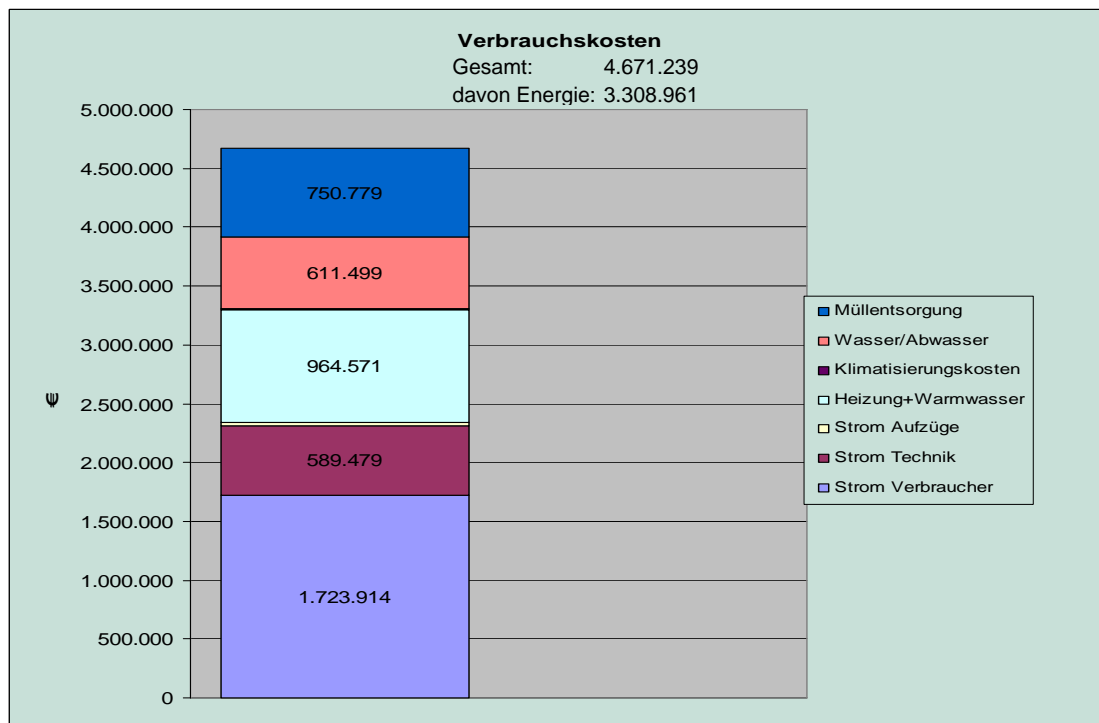


Abbildung 24: Barwert der Verbrauchskosten des gesamten Lebenszyklus – Variante 2

Das Ergebnis (Abbildung 25) zeigt in eindrucksvoller Weise, dass die massive Ausführung eine beachtliche Reduktion der Heizungs- und Klimatisierungskosten (-48,3%) sowie eine Reduktion der gebäudetechnikbezogenen Stromkosten (-39,0%) gegenüber der ausgeführten Variante mit dem Fassadenband darstellt

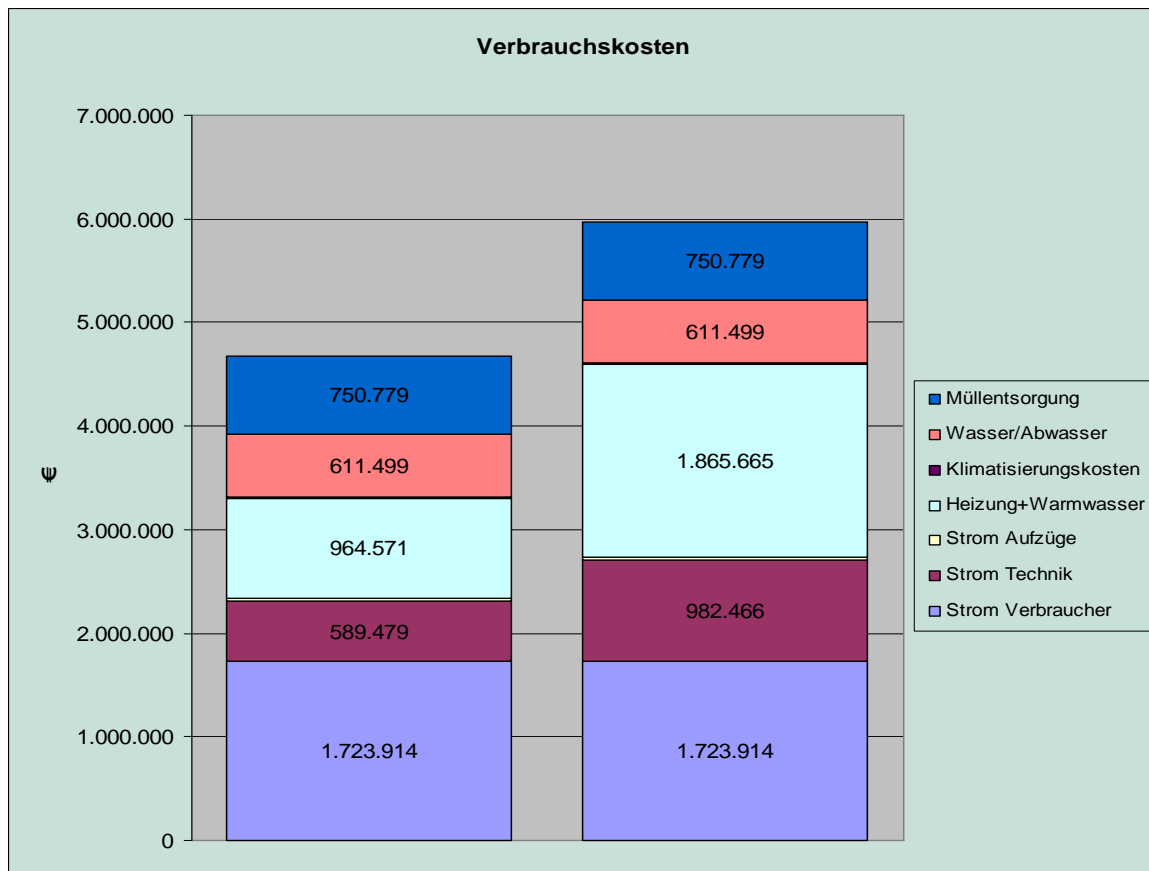


Abbildung 25: Verbrauchskosten der Variante 2 mit massiver Außenwand und der ausgeführten Variante 1

3.5.5 Energiepreisszenarien, 6% und 7% jährliche Steigerung

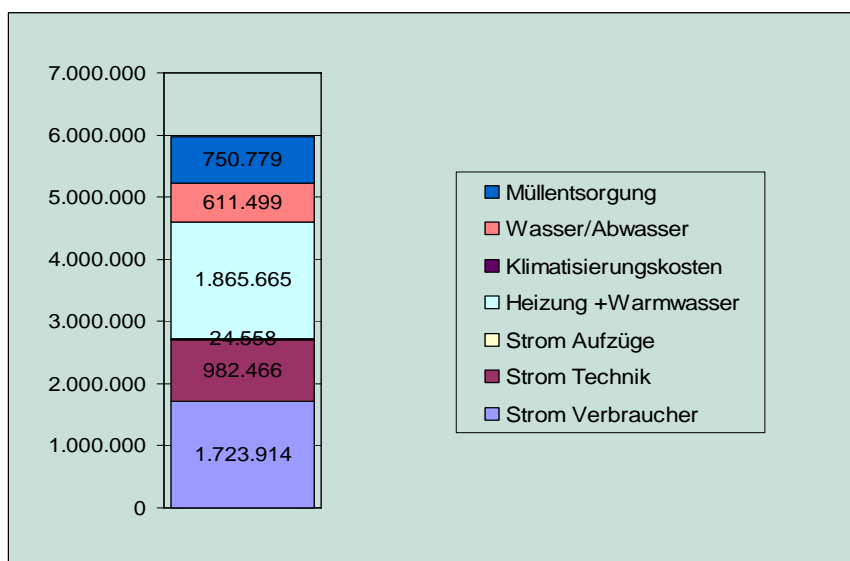
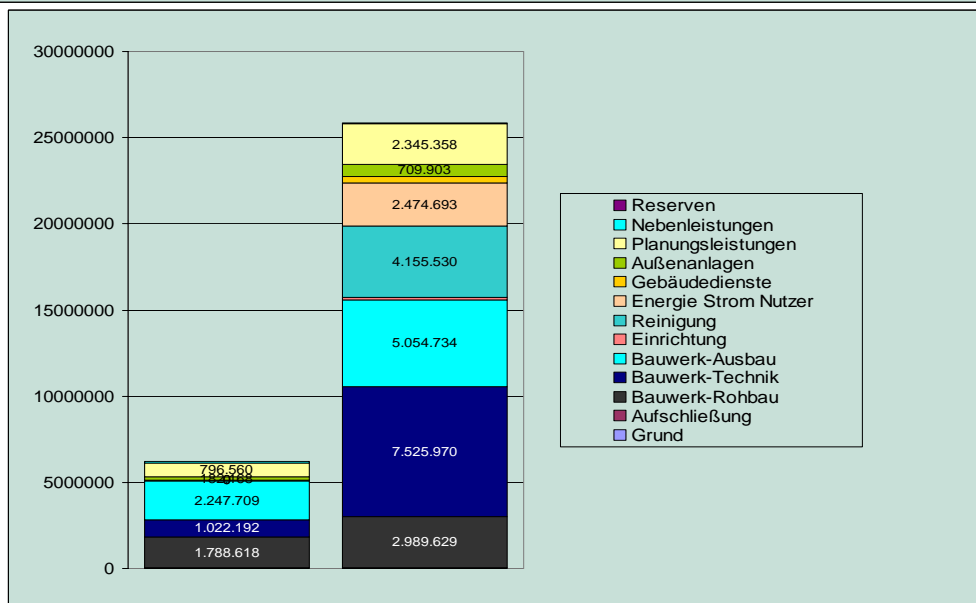
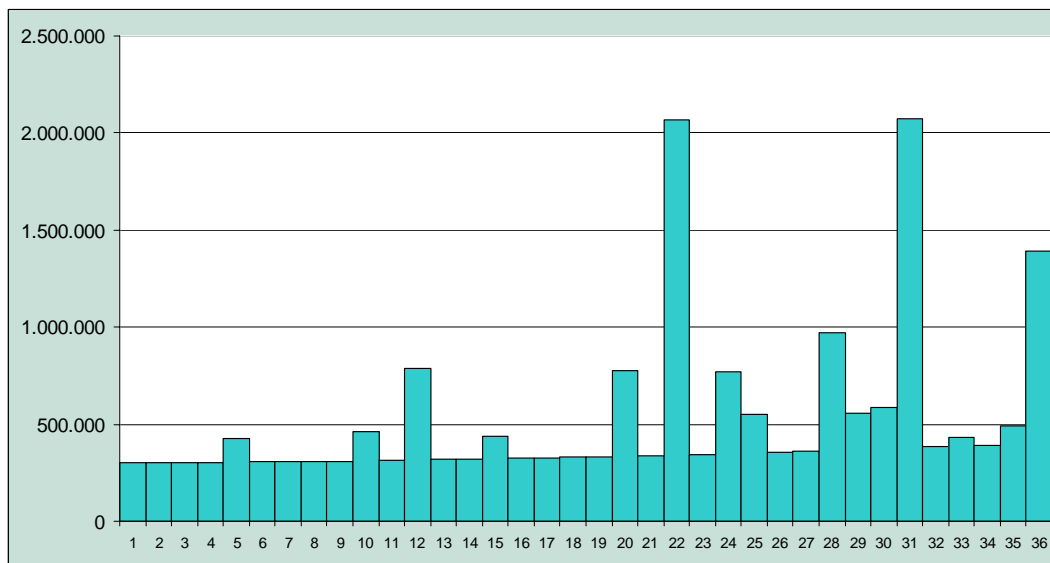


Abbildung 26: — Ergebnisse bei 6% jährlicher Energiepreissteigerung) – Variante 1

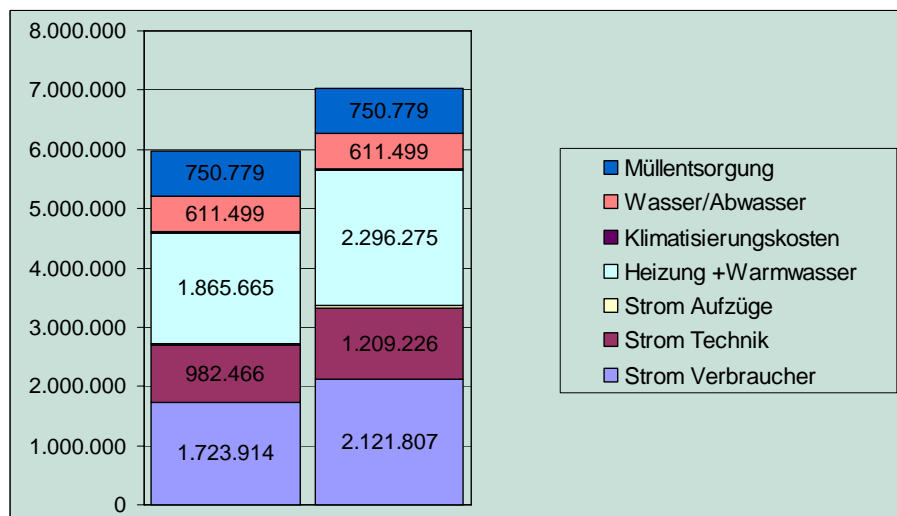
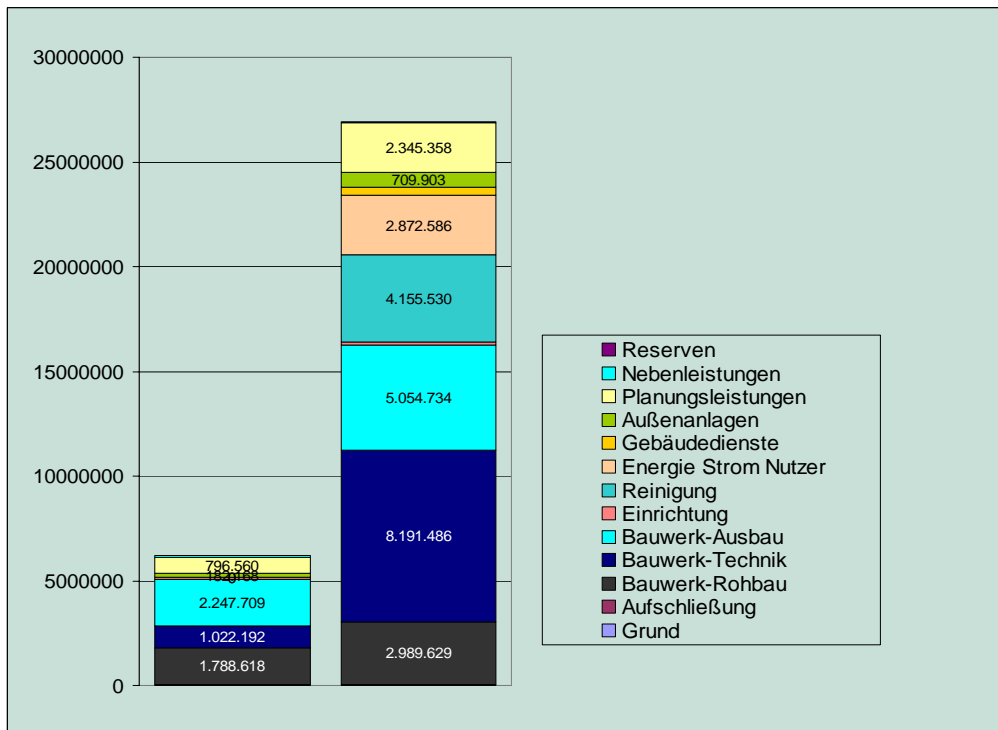
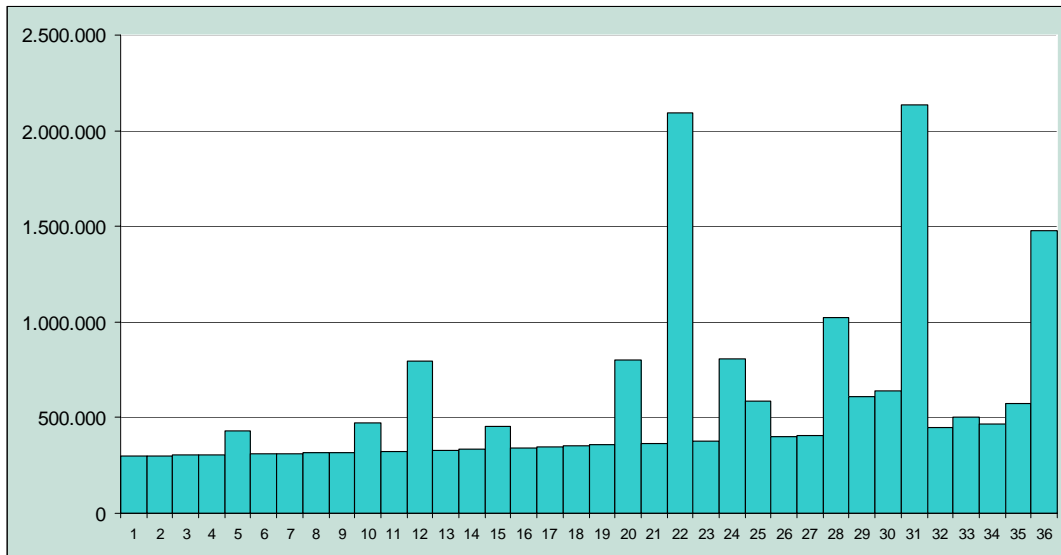


Abbildung 27: — Ergebnisse bei 6%iger und 7% jährlicher Energiepreissteigerung) – Variante 2

Die Ergebnisse der Energiepreisszenarien zeigt, dass für Bürogebäude, selbst bei einer Erhöhung der jährlichen Energiepreise von 6% auf 7% (bzw. einer Erhöhung von 3,01% auf 3,98% der Barwerte) der Barwert der Verbrauchskosten von 5,970 M€ auf 7,033 M€, um 17,8% steigt. .

4 Ausblick und Empfehlungen

4.1 Das Lebenszykluskostenmodell

4.1.1 Erkenntnisse aus dem Modell

a- Mit dem Konzept dieses Modells ist es gelungen, eine detaillierte Lebenszykluskostenprognoserechnung mit 12 Hauptgruppen und 54 (bzw. 39 „echten“) Kostengruppen zu schaffen. Darüber hinaus ist noch eine detaillierte Betrachtung der jährlichen und mehrjährigen Kosten gesondert möglich, diese Ergebnisse bringen weitere 31 echte Kostengruppen, so dass jeweils 70 Kostengruppenergebnisse als Basis zu detaillierten Varianten und Szenarienberechnungen zur Verfügung stehen.

b- Das Modell hat sinnvolle Modelannahmen, deren Basisdaten schon zum Zeitpunkt der Erstellung einer Einreichplanung vorhanden sind und fußt auf einigen Parametern, die daraus Folgekosten prognostizieren können. Dabei sind wenige geometrische Annahmen, die aus einem guten Entwurfs- und Einreichplan herausgemessen werden können, ausreichend.

c- Für verlässliche Werte der Gebäudetechnik und Folgekosten sollte das grobe Gebäude-technikkonzept festgelegt worden sein.

d- Die Reinigungskosten werden in dem Modell detailliert aus den vorhandenen Angaben gerechnet.

e- In Diskussionen und rechnerischen Abschätzungen und Vergleichen mit realen Zahlenwerten hat sich ergeben, dass selbst die einfachen Folgekostenansätze brauchbare Ergebnisse liefern.

f- Das Modell stellt sich robust dar. Die Ergebnisse bestätigen den Eindruck, dass sich die abgeschätzten, dahinter liegenden komplexen Kostenstrukturen gutmütig verhalten und die Kosten mit den gewählten einfachen Ansätzen vernünftig abgeschätzt werden können. Unterschiedliche Annahmen bei den Parametern für die einfachen Formeln zur Berechnung der laufenden jährlichen Kosten ergeben erstaunlich kleine Schwankungsbreiten. Z.B. bringt auch eine angenommene 6%ige jährliche Energiepreissteigerung keinen signifikanten Zuwachs des Barwertes der Lebenszykluskosten

g- Nur systematische Eingaben, wie z.B. eine jährliche Energiepreissteigerung von 7% liefern über einen Betrachtungszeitraum von 36 Jahren erst gegen Ende des Lebenszyklus einen erkennbaren Zuwachs an Lebenszykluskosten. (Eine jährliche 6%ige Energiepreissteigerung ergibt 25,867 Mio €, eine 7%ige Steigerung ergibt 26,931 Mio € Lebenszykluskosten).

4.1.2 Einschränkungen

a- Aufgrund der gewählten Kostenstruktur kann das Modell keine Bauteillebenszykluskostenberechnung durchführen, d.h. z.B. Ergebnisse für die Planungsvarianten beim Einsatz verschiedener Heizungskessel oder verschiedener Heizungssysteme geben. Hier ist eine weiterführende genaue bauteilbezogene Analyse erforderlich.

b- Ähnliches gilt für die Wahl von Bodenbelägen und Wandverkleidungen.

c- Das Modell kann keinerlei Aussagen über eine Anordnung von Speichermassen machen und beinhaltet auch keine thermische Berechnung. Die Heizungskosten werden nur aus dem eingegebenen HWB hochgerechnet.

d- Das Modell berechnet alle Folgekosten basierend auf der Kostengliederung gemäß dem Vorschlag ÖNORM B1801-7. Diese Gliederung macht keine Zuordnung der Kosten auf den oder die Eigentümer und den oder die Nutzer. Eine getrennte Kostenbetrachtung für Eigentümer und Nutzer kann daher im Lebenszykluskostenmodell nicht dargestellt werden.

e- Das Modell ermöglicht Berechnungen exklusive oder inklusive Mehrwertsteuer, Die Kosteneingabe für die Energiepreise bzw. den Arbeitsstundensatz und die Errichtungskosten muss dann konsistent exklusive oder inklusive Mehrwertsteuer erfolgen.

4.1.3 Empfehlungen für weitere Forschungsarbeiten

a- Es erscheint sinnvoll, das Modell an vielen Gebäuden zu testen. Interessant wäre auch, für bereits errichtete und in Betrieb befindliche Gebäude eine Lebenszykluskostenprognoserechnung im Nachhinein durchzuführen und die Prognoseergebnisse mit den echten Kosten zu vergleichen.

Erschwerend für diesen Vergleich ist die Tatsache, dass die Folgekosten spezieller Gebäudetechnikgewerke (z.B. die Wartungskosten für Aufzüge oder Lüftungsanlagen) je nach Gebäude und Jahr stark schwanken kann. Das Lebenszykluskostenprognosemodell liefert für solche Kostengruppen nur Mittelwerte.

b- eine Verfeinerung des Modells speziell für die Prognose von Folgekosten aus der Gebäudetechnik wäre sehr erstrebenswert. Die Modellierung der komplexen Möglichkeiten gebäudetechnischer Anlagen und das Hochrechnen der Folgekosten ist im vorliegenden Modell einfach – und die Ergebnisse sind daher mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Dieser Bereich muss noch intensiv beforscht werden.

b-1 Lassen sich für die wichtigsten Konzepte für die wichtigsten Gebäudetechnikgewerke (Heizung, Lüftung, Klima, Solartechnik, Sanitär, Elektrotechnik, Beleuchtung Gebäudeautomation, IuK-Technik) allgemein gültige Formeln für die Errichtungs- und Folgekosten und Lebensdauern aufstellen?

b-2 Welche Gebäudeparameter steuern die Ergebnisse in diesen Formeln?

c-2 Lassen sich spezielle Lebenszykluskostenbetrachtungen von Bodenbelägen und Oberflächenmaterialien durch die Angabe einfacher Parameter und klarer Formelbeziehungen entwickeln, die Entscheidungen für Planungsvarianten unterstützen können?

d-2 Lassen sich die Einflüsse der vorhandenen Speichermasse entsprechend ihrer Verteilung auf den Heizwärmebedarf und auf die erforderlichen Lüftungs- und Klimaanlage formelmäßig darstellen und damit entsprechende Errichtungs- und Folgekosten daraus berechnen?

Viele Fragen, die genauere Forschungskonzepte erfordern und die Chance bieten, differenzierter die Lebenszykluskosten vor allem von Bauteilen zu prognostizieren, die sich im gegenständlichen Forschungsprojekt als Folgekostentreiber herauskristallisiert haben.

Krems, 10.01.2010

5 Verzeichnisse

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Struktur der Bauwerkskosten	10
Tabelle 2: Errichtungskostenstrukturen nach ÖNORM B1801-1 Kostengruppierung nach.....	17
Tabelle 3: Kostenstrukturen für Folgekosten nach der „alten“ ÖNORM B1801-2:1995	19
Tabelle 4: Kostenstrukturen für Folgekosten nach dem Vorschlag ÖNORM B1801-2].....	20
Tabelle 5: Vollkosten im Büro – Mittelwerte umgerechnet auf monatliche m ² -Kosten 1 Büroarbeitsplatz 20 m ² direkte Nutzfläche, 8 m ² anteilige Verkehrsfläche.....	22
Tabelle 6: allgemeine Flächengrößen	24
Tabelle 7: Zeiten und Dauern.....	24
Tabelle 8: Finanzielle Parameter.....	24
Tabelle 9: Flächenwerte	27
Tabelle 10: Besondere Parameter	28
Tabelle 11: Die Struktur der Errichtungskosten.....	30
Tabelle 12: Die Struktur der jährlichen Folgekosten	32
Tabelle 13: Die Rechenannahmen für die Reinigung	33
Tabelle 14: Die Berechnungsformeln für die jährlichen Reinigungs- und Pflegekosten	34
Tabelle 15: Die Struktur der mehrjährigen Folgekosten mit beispielhaften Annahmen	36
Tabelle 16: Berechnung der Entsorgungskosten – vereinfachtes Modell.....	37
Tabelle 17: Die Struktur der Lebenszykluskosten.....	38
Tabelle 18: Die Flächenwerte.....	40
Tabelle 19: Die Basisparameter des Bürogebäudes mit zwei getrennten Nutzern.....	42
Tabelle 20: Die Errichtungskosten des Bürogebäudes mit zwei getrennten Nutzern	44
Tabelle 21: Die Errichtungskosten des Bürogebäudes mit zwei getrennten Nutzern	45
Tabelle 22: Das Lebenszykluskostenprofil für die ausgeführte Variante 1	46
Tabelle 23: Die vertikalen Gebäudeaußenflächen	50
Tabelle 24: Die Errichtungskosten für die Variante 2.....	50
Tabelle 25: Das Lebenszykluskostenprofil – Variante 2	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Modell mit der Kostenstruktur erster Ordnung.....	9
Abbildung 2: Verbrauchskosten der ausgeführten Variante 1 und der Variante 2.....	11
Abbildung 3: Gliederungssystem nach ÖNORM B1801-1:2009	15
Abbildung 4: Errichtungskostenstrukturen nach ÖNORM B1801-1 Kostengruppierung nach.....	17
Abbildung 5: Übersicht über die erste Ebene der Kostenstrukturen nach ÖNORM B 1801-1 und -2 ..	18
Abbildung 6: Vollkosten eines Büroeignennutzers versus Lebenszykluskosten.....	21
Abbildung 7: Das Modell mit der Kostenstruktur erster Ordnung – Darstellung in Anlehnung an die grafische Darstellung des norwegischen Lebenszykluskostenmodells nach Svein Bjørberg	23
Abbildung 8: Sekundärmarktrendite Juli 2004-Juli 2009	25
Abbildung 9: Verbraucherpreisindex (VPI) Österreich 1998-2008	26
Abbildung 10: Instandhaltung, Energie, Wohnungsmieten 1998-2008 ²⁵	27
Abbildung 11: Modellbetrachtung mehrjähriger Kosten.....	35
Abbildung 12: Bürogebäude mit 2 getrennten Nutzern	40
Abbildung 13: Untergeschoß mit Tiefgarage – Maße in cm.....	41
Abbildung 14: Erdgeschoß und erstes Obergeschoß – Maße in cm	41
Abbildung 15: Orthofoto.....	41
Abbildung 16: zweites Obergeschoß – Maße in cm.....	41
Abbildung 17: Die Barwerte der Lebenszykluskosten über 46 Jahre – aufgeschlüsselt nach den Kostengruppen	47
Abbildung 18: Der Barwert der jährlichen Zuwächse der Lebenszykluskosten, bezogen auf die Errichtungskosten	47
Abbildung 19: Errichtungskosten und der Barwert der gesamten Lebenszykluskosten	48
Abbildung 20: Barwert der Verbrauchskosten des gesamten Lebenszyklus	48
Abbildung 21: Die Barwerte der Lebenszykluskosten über 36 Jahre – aufgeschlüsselt nach den Kostengruppen	52
Abbildung 22: Der Barwert der jährlichen Zuwächse der Lebenszykluskosten	52
Abbildung 23: Errichtungskosten und der Barwert der gesamten Lebenszykluskosten	53
Abbildung 24: Barwert der Verbrauchskosten des gesamten Lebenszyklus – Variante 2	53
Abbildung 25: Verbrauchskosten der Variante 2 mit massiver Außenwand und der ausgeführten Variante 1	54
Abbildung 26: — Ergebnisse bei 6% jährlicher Energiepreissteigerung) – Variante 1	55
Abbildung 27: — Ergebnisse bei 6%iger und 7% jährlicher Energiepreissteigerung) – Variante 2.....	56

Literaturverzeichnis

- ¹ Röhrich, Petra: (2007), *Lebenszykluskosten-Ansätze für Planung und Betrieb von Gebäuden*, Master-Thesis, Department für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems, AT 3500 Krems.
- ² GEFMA 220, 2006, Entwurf, *Lebenszykluskostenrechnung im FM*, p. 1, Pkt. 1 Anwendungsbereich.
- ³ Riegel, Gert Wolfgang: (2004), *Ein softwaregestütztes Berechnungsverfahren zur Prognose und Beurteilung der Nutzungskosten von Bürogebäuden*, Dissertation, Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt, 64287 Darmstadt, Eigenverlag, ISBN 3-9808875-4-5.
- ⁴ „Nordic Project for LCC, 2004, [http://193.215.253.57/lcprofit/default_en.asp – 28.10.2008]
- ⁵ Floegl, Helmut: (2001), *Lebenszykluskostenberechnung für ein großes Bürogebäude in der Planungsphase*, unveröffentlichte Auftragsarbeit
- ⁶ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*
- ⁷ ÖNORM B 1801-2:1997, *Kosten im Hoch- und Tiefbau Objektdaten – Teil 2:Objektnutzung*
- ⁸ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009 Bild 6 p.13.
- ⁹ NS 3454, 2.utgave mars 2000, *Livssyklusostnader for byggverk – Prinsipper og struktur*
- ¹⁰ ISO 15686-5:2008(E) *Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing*, First Edition, 2008-06-15
- ¹¹ DIN 276, 2006, *Kosten im Hochbau*.
- ¹² ISO 15686-5:2008(E) *Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing*, First Edition, 2008-06-15
- ¹³ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009, Bild 4 p.10.
- ¹⁴ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009, p.15.
- ¹⁵ ÖNORM B 1801-1:2009, *Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1:Objekterrichtung*, 2009, Bild 4 p.10.
- ¹⁶ ÖNORM B1801-2:1997-06 *Kosten im Hoch- und Tiefbau Objektdaten – Objektnutzung*
- ¹⁷ Floegl, Helmut: (2008), *Lebenszykluskosten, Folgekosten, Arten, Umfang* Skriptum für den Master-Lehrgang FM, Department für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems, A-3500 Krems, p.4.
- ¹⁸ AG 240-01, Vorschlag ÖNORM B 1801-7, *Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 7: Folgekosten*, 16.09.2009
- ¹⁹ DIN 18960, Februar 2008, *Nutzungskosten im Hochbau*.
- ²⁰ ÖNORM B1801-2:1997-06 *Kosten im Hoch- und Tiefbau Objektdaten – Objektnutzung*
- ²¹ die Basisverteilung der Kosten ist die Abbildung 3 der Studie²²
- ²² Eigendarstellung in Anlehnung an Harting, Christian, Klee, Henk, 2003, *GEFMA-Handbuch, 4.3. Management einer professionellen FM-Organisation*
- ²³ Bjørberg, Svein, „*Life Cycle Cost Experience and State of art in Norway*“, März 2008, p.12
- ²⁴ http://kurse.banking.co.at/023/Default.aspx?action=chartDetail&id=tts-2237706&menuId=7_2&pathName=Sekund%C3%A4rmarktrendite%20Bund&lang=de [Zugriff 12.07.2009]
- ²⁵ http://www.statistik.at/web_de/static/pressekonferenz_15.1.2009_praesentation_034875.pdf [Zugriff: 01.06.2009]
- ²⁶ Forum Energie Zürich, Gruenberg + Partner AG, (2006), *Klimaanlagen und Raumkonzepte in Bürogebäuden im Kanton Zürich*, im Auftrag der Baudirektion Kanton Zürich

²⁷ Johann Domej, *persönliches Gespräch vom 19.07.2009*

²⁸ O. RENTZ, A. SEEMANN, F. SCHULTMANN: *Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden- Handlungsanleitung*, Abschlußbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, erschienen unter: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Reihe „Kreislaufwirtschaft und Abfallbehandlung“, Nr. 17, publiziert durch: Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim [http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13512/abbruch_von_gebaeuden.pdf?command=downloadContent&filename=abbruch_von_gebaeuden.pdf, Zugriff: 30.07.2009]

6 Anhang – die Kostenstrukturen der NS 3454 und ISO 15686-5:2008

6.1 Die Kostenstrukturen der NS 3454 der Errichtungskosten

	Main Item	Activity/ Cost Categories
1	Capital Costs	Sum of project- and remaining costs - Errichtungskosten
11	Project Costs	Includes all investments up to the finished construction. It can be subdivided contractors costs (similar to enterprise costs), employee costs (fees, etc) and special costs (taxes, etc). It will be outlined that the contractor's costs can be divided into groups with the same rate of depreciation (see attachments). Land cost shall be included. If this is a yearly fixed fee then it should be calculated to net present value.
111	Mutual Costs	Gemeinschaftliche Kosten
112	Building	Bauwerk-Rohbau
113	HVAC and Plumbing	Bauwerk-Technik HKLS
114	Electricity	Bauwerk-Technik E
115	Telephone Automation	Bauwerk-Technik IT
116	Other installations	Einrichtung
117	Outdoor	Außenanlagen
118	General Costs	Planungsleistungen
119	Special Costs	Nebenleistungen
19	Remaining Costs	Reserven Costs for elimination of construction at the end of its useful lifetime. This can also be the period of use. In some circumstances the remaining costs can be income. For example, the sale of the used construction materials for new projects or the whole building for new use.

2	Administration Costs	Verwaltungskosten
21	Taxes and Fees Steuern und Gebühren	Property tax and other required official fees (and independent expenditures) even if the structure is not in use.
22	External Fees Externe Vergütungen	Includes external assistance fees to the management, f.ex. condition survey, legal assistance etc.
23	Administration and Management Kosten für Verwaltung und Management	Salary to administrative employees. Also includes rent of space for the use of management department, documentation of the construction inclusive the management of data-based system for MOMD, the service desk, marketing, internal control, etc.
24	Insurance Versicherungen	Includes fire and burglary. Also insurance for necessary building equipment to the management department. Casualty insurance and personal property of user is not included under this insurance.
29	Various Sonstiges	Example equipment for operation department

3	Operation Costs	Betriebskosten
31	Operation and inspection executed by own Employees Interne Betriebskosten inkl. Verbrauchsmaterial	Salary and all payments to employees (excluded are administration, see account 2) including work clothing, materials and equipment (includes car costs, trailers, etc), tools, etc. Work assignments worth mentioning: lubrication, adjustments and regulations of technical systems, fire protection, etc including filters, bulbs, straps etc
32	Operation and inspection executed by external companies Kosten der Wartungs- und Inspektionsverträge	Includes all external agreements (service agreements) for operation and supervision of elevators, fire alarms, sprinkler systems, ventilation systems, etc.
37	Outdoor operation and inspection executed	Salary and all payments to employees (excluded are administration, see account 2) including work clothing, materials and equipment

	by own employees Pflege Außenanlagen – Interne kosten	(includes car costs, trailers, etc), tools, etc. for snow removal, landscape services, operation of technical construction and systems, etc. (does not include parking buildings)
38	Outdoor operation and inspection executed by external companies Pflege Außenanlagen – Externe Kosten	Includes all outdoor works and agreements like snow removal, landscape services, operation of technical construction and systems, etc. (does not include parking buildings)
39	Various - Sonstiges	

4	Maintenance Costs	Instandhaltungskosten
41	Periodical maintenance of Exterior of the building Laufende Instandhaltungs- kosten - Gebäudehülle	Includes work on the façade and roof that is necessary to prevent decay of normal wear and tear.
42	Periodical maintenance of Internal of the building Laufende kosten der Instandhaltung im Gebäudeinneren	Includes work on the interior of the building to prevent decay with normal wear and tear. For example, painting.
43	Replacement of Exterior Erneuerung außen	Includes replacement of exterior building components (roofs and facades), i.e. work and efforts that are necessary in order to accomplish replacement, as a consequence that periodic maintenance no longer satisfy maintaining technical and functional demands (parts of the building that have shorter lifetime than the rest of the building)
44	Replacement of interior Erneuerung Innen	Includes replacement of the interior of the building, for example, work and efforts that are necessary in order to accomplish replacement as a consequence that periodic maintenance no longer satisfy maintaining technical and functional demands (parts of the building that have shorter lifetime than the rest of the building)
45	Emergency Repair Work for Exterior Reparaturarbeiten außen	Includes work and efforts that are necessary to correct unforeseen situations. Includes emergency efforts to the façade and roof and aligning of damages.
46	Emergency Repair Work for Interior Reparaturarbeiten innen	Includes work and efforts that are necessary to correct unforeseen situations. Includes emergency efforts to the interior and aligning of damages.
49	Outdoor Instandhaltung Außenanlagen	Periodic maintenance and replacement of building components including technical systems i.e. fountains, asphalt, trees and bushes, fences and retaining walls. (Does not include parking buildings)

5	Developing Costs	Verbesserungs-/Renovierungskosten
51	Development and upgrading of Exterior of the building Verbesserung der Gebäudehülle	Includes costs for ongoing efforts caused by new demands from the authority or core business related. For example, new fire or environment regulations or core business related. Does not include total refurbishment*
52	Development and upgrading of Internal of the building Sanierung im Gebäudeinneren	Includes costs for ongoing efforts caused by new demands from the authority or core business related. For example, new fire or environment regulations that gives retrospective force and thereby includes all buildings and simple rebuilding (moving doors, spatial walls, etc). Does not include total refurbishment*
59	Development and upgrading outdoor – Sanierung der Außenanlagen	outdoor Includes costs as followed by demands from activity, the authority or in connection with total renovating that will elevate the quality. Does not include total refurbishment*

* Total refurbishment (renovation) to accommodate new demands, new users, modernization, etc. is to be seen as new capital costs (a new project).

6	Consumption Costs	Verbrauchskosten
61	Energy Energie	Energy All costs related to energy supplies including oil, electric and heating.
62	Water and Drainage Wasser und Abwasser	62 All costs related to water consumption including intake water, waste water including cleaning
63	Waste Handling Müllentsorgung	63 Includes all costs from internal transport, compression, source separation, collecting (hired container), transporting related to waste and taxes for landfill.
69	Various – Sonstiges	

7	Cleaning Costs	Reinigungskosten
71	Daily/Periodic Unterhaltsreinigung	Includes daily and weekly cleaning of all surfaces, including accessories and equipment.
72	Main cleaning Hauptreinigung	Includes costs to periodic main cleaning, including accessories and equipment.
73	Special cleaning Spezialreinigung	Includes, for example, floor waxing, etc. and includes accessories and equipment.
74	Window cleaning Fensterreinigung	Periodic interior and exterior window cleaning when this usually gets charged to the owner of the building or respective user.
75	Façade cleaning Fassadenreinigung	Costs for façade cleaning inclusive all necessary help. Usually performed in connection with exterior window cleaning.
79	Outdoor cleaning Reinigung Außenflächen	Includes cleaning of cultivated areas (Maintenance of the green areas is not included). (See 3 Operation)

8	Service Costs	Interne Dienste Kosten
81	Security and Safety Sicherheitsdienste	Security outside the reception area during normal working hours. Boundary protection of the building includes operation of entry points, production of entry cards, etc.
82	Reception / switchboard Empfang – Rezeption	Total salary costs include social benefits, uniform and service agreements.
83	Mail Hauspost	Total salary costs, postage, local transportation, operation and maintenance of the postal equipment.
84	IT-Service	Total salary costs, operation and maintenance of all equipment.
85	Moving – Umzüge	Total salary costs, transportation, extra maintenance and renovation
86	Catering - Gastroservice	Total salary cost to in-house and/or contract personnel, operation of automated machines, products and articles of consumption of the kitchen and rent of space.
87	Accessories / Copying Zubehör - Kopierservice	Total salary costs, office and data accessories, internal and external copying, machines and equipment (for example rentals and service) papers, etc.
88	Administrative Support Hausdiener	Total salary costs for in-house or support personnel (doesn't include administrative personnel in main activities (core business)).
89	Furniture and Inventories Einrichtungen	Total salary costs, purchasing and depreciation of furniture and inventory. Also include rent of storage room

Abbildung 1. — Die relevanten Kostenstrukturen der NS3454

6.2 Die Kostenstrukturen der der ISO 15686-5:2008

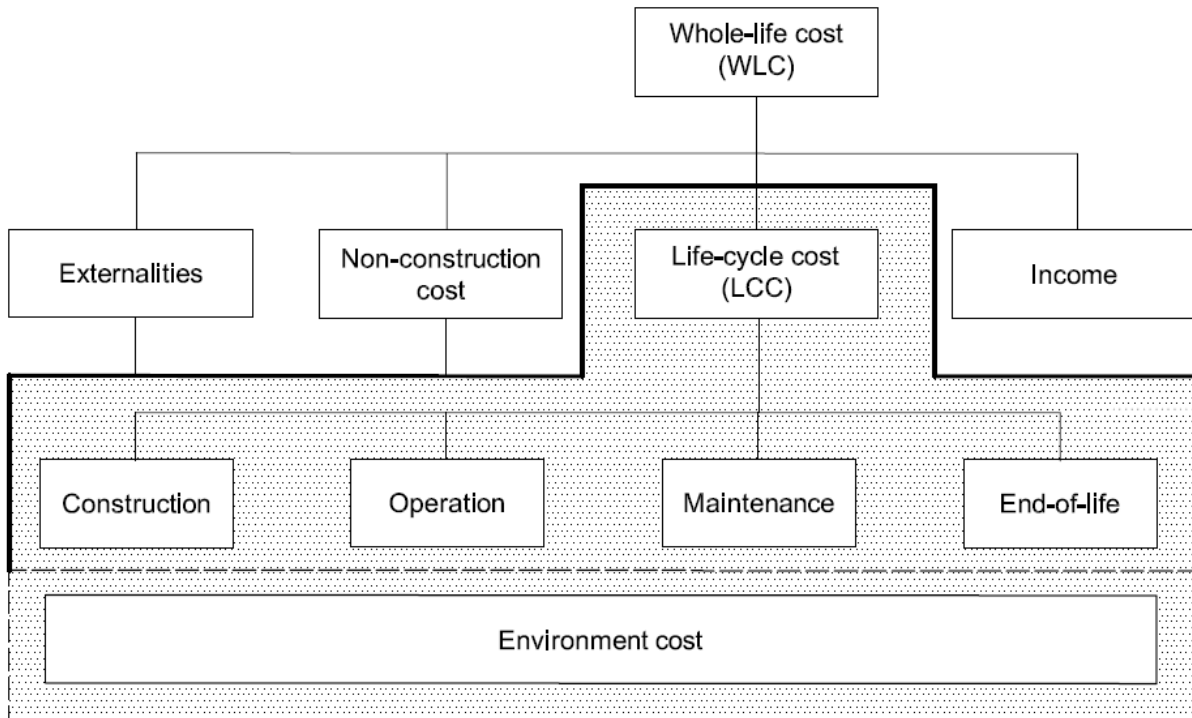


Abbildung 2. — WLC und LCC Elemente²⁹

²⁹ ISO 15686-5:2008(E) Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing, First Edition, 2008-06-15, p.6

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

Abbildung 3. — Typical scope of costs (to select some, or all, for LCC analysis)³⁰

³⁰ ISO 15686-5:2008(E) Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing, First Edition, 2008-06-15, p.7