



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT **Master Thesis**

Evaluation von Software-Tools zur Lebenszykluskostenermittlung anhand eines realen Bauprojekts

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

unter der Leitung von

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

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Fachbereich Industriebau und Interdisziplinäre Bauplanung

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Philipp Zaar-Eckhofen

0013725

Wien, im November 2018

.....
(Philipp Zaar-Eckhofen)

KURZFASSUNG

Der Lebenszyklus eines Gebäudes besteht aus den Phasen Planung, Errichtung, Nutzung, Modernisierung sowie Verwertung. Auch wenn in der Errichtungsphase weder die höchsten Kosten noch Stoffströme zu verzeichnen sind, so hängen in der Regel doch alle Entscheidung unmittelbar von den Errichtungskosten ab. Der Grund für diesen Umstand ist allen voran die Tatsache, dass es bis vor kurzem noch keine Möglichkeiten gab, die zu erwartenden Kosten im Betrieb eines Gebäudes adäquat bzw. einigermaßen belastbar zu ermitteln. Seit einiger Zeit sind nun Softwarelösungen verfügbar, welche zur Berechnung von Gebäudelebenszyklen entwickelt wurden.

Das Forschungsziel dieser Arbeit bestand darin, ausgewählte LZK-Berechnungs-Programme im Hinblick auf die Eignung für die LZK-Bewertung vom Vorentwurf bis zur Ausführungsplanung zu testen.

Den Kern der Arbeit stellt eine Fallstudie dar, in welcher ein reales Bauprojekt unter Verwendung zwei unterschiedlicher Lebenszykluskosten-Berechnungs-Tools berechnet wird, anschließend werden die Ergebnisse gegenübergestellt und analysiert. Hierfür wurde einerseits die Software ABK-LEKOS und andererseits das **LZKTool**^{ÖKO} der Firma M.O.O.CON verwendet.

Das Resultat dieser Evaluierung ist, dass die betrachteten Werkzeuge zur Ermittlung der Lebenszykluskosten (LZK), welche beide auf der Barwertmethode basieren, gut anzuwenden sind und zufriedenstellende Ergebnisse liefern, des Weiteren wird klar welche Tragweite angewendete Prognosen bzgl. Zins etc. auf die Ergebnisse haben.

ABSTRACT

The life cycle of a building consists several phases: planning, construction, usage, modernization and recycling. Even if the highest costs and most material flows are recorded during the usage phase, all planning decisions generally depend directly on the investment costs. The reason for this circumstance is the fact that there were no possibilities to determine the expected lifecyclecosts (LCC) of a building adequately until recently. Now there are software solutions available, which have been developed to calculate life cycle costs of buildings.

The research aim of this thesis was to test choosen LCC software tools in terms of suitability for LCC assessment from early design stages till execution design.

The center of this thesis is about a case study in which a real project is calculated using two different LCC calculation tools. Then the results are compared and interpreted. The choosen softwaretools for this comparison are ABK-LEKOS and LZKTool^{ÖKO}.

The result of this evaluation is that the considered tools for the determination of the life cycle costs (both based on discounted cash flow method) are easy to apply and provide reliable results, furthermore it becomes clear which significance applied forecasts regarding interest etc. on the results have.

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	b
ABSTRACT	c
INHALTSVERZEICHNIS.....	d
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	f
1 Einleitung.....	1
1.1 <i>Problemstellung</i>	<i>3</i>
1.2 <i>Ziel der Arbeit.....</i>	<i>3</i>
1.3 <i>Aufbau der Arbeit</i>	<i>4</i>
2 Grundlagen.....	6
2.1 <i>Lebenszyklus von Immobilien</i>	<i>6</i>
2.2 <i>Lebenszyklusdauer.....</i>	<i>10</i>
2.3 <i>Lebenszykluskosten von Immobilien.....</i>	<i>12</i>
2.4 <i>Ökobilanz</i>	<i>21</i>
2.5 <i>Softwaretools zur Berechnung von Lebenszykluskosten</i>	<i>21</i>
3 Evaluation von Software-Tools.....	22
3.1 <i>DGNB Steckbrief Nr. 16.....</i>	<i>23</i>
3.2 <i>LEKOS ABK</i>	<i>30</i>
3.3 <i>LEGEP – Bausoftware</i>	<i>36</i>
3.4 <i>Vergleich an einem Beispielprojekt</i>	<i>43</i>
3.5 <i>Vergleich der Softwaretools</i>	<i>49</i>
3.6 <i>Fazit</i>	<i>51</i>
4 Fallstudie an einem realen Bauprojekt	52
4.1 <i>Beschreibung des Bauprojekts</i>	<i>52</i>
4.2 <i>Methode.....</i>	<i>72</i>
4.3 <i>LZK - Berechnung des Bauprojekts.....</i>	<i>74</i>
4.4 <i>Ergebnisse.....</i>	<i>85</i>

5 Zusammenfassung.....	106
5.1 <i>Conclusio</i>	106
5.2 <i>Aussicht</i>	107
Anhang.....	110
Literaturverzeichnis.....	169
Abbildungsverzeichnis.....	172
Tabellenverzeichnis	174

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AP	Versauerungspotenzial
BGF	Bruttogeschossfläche
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
etc.	et cetera
EnEV	Energieeinsparverordnung
GWP	Treibhausgaspotenzial
Hrsg.	Herausgeber
IGM	Infrastrukturelles Gebäudemanagement
KGM	Kaufmännisches Gebäudemanagement
lt.	laut
LCA	life-cycle-assessment
LCC	life-cycle-cost
LZK	Lebenszykluskosten
ÖBNB	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft

PEN	Primärenergiebedarf
PE	Projektentwickler
POCP	Ozonbildungspotenzial
stk.	Stück
TAM	Technology Acceptance Model
Tab.	Tabelle
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TGM	Technisches Gebäudemanagement
TQB	Total Quality Building
u.a.	unter anderen
vgl.	Vergleich
VoFi	Vollständiger Finanzplan
W-Lan	Wireless LAN
z.B.	zum Beispiel
zit	Zentrum für Innovation und Technik

1 EINLEITUNG

Mich interessiert vor allem die
Zukunft, denn das ist die Zeit,
ich der ich leben werde.

Albert Schweitzer

Wie die Wirtschaft an sich unterliegt auch die Baubranche einem steten Wandel. Im Baubereich hat dies in den letzten Dekaden vor allem die Material- und Maschinenentwicklung, sowie die Methoden der Bauverfahren betroffen. Durch diese Entwicklungen in der Branche, können Gebäude mit dem selben Verwendungszweck zu unterschiedlichen Qualitäten und damit verbunden, zu anderen Preisen angeboten werden.

Durch Einsparungen bei der Errichtung, werden häufig höhere Folgekosten verursacht. Bei der Betrachtung des Lebenszyklus einer Immobilie ist die Errichtungsphase jedoch nicht nur hinsichtlich der Dauer geringer als der Betrieb auch hinsichtlich der Kosten und Stoffströme bzw. ökologischen Auswirkungen übersteigt diese Phase die Errichtung um ein Vielfaches. Dennoch ist es so, dass die Entscheidung zu einem Bauvorhaben nach wie vor zumeist auf Basis der Herstellungskosten getroffen wird. Der Grund für diesen Umstand ist allen voran die Tatsache, dass es bis vor kurzem noch keine Möglichkeiten gab, die zu erwartenden Kosten im Betrieb eines Gebäudes adäquat bzw. einigermaßen belastbar zu ermitteln.

Die Betreiber bzw. Nutzer von Gebäuden verlangen zwar nach niedrigen Betriebskosten - die Mehrausgaben reduzieren jedoch zumeist die erwartete Rendite. Somit ist das beschriebene Problem häufig System-inhärent, da die Immobilien in den meisten Fällen von anderen Personen erbaut werden als dann in weiterer Folge betrieben werden. Bei Gebäudeentwicklern, welche ihre Immobilien selber betreiben handelt es sich zumeist um unterschiedliche Budgettöpfe und Personenkreise, welche diese verantworten. Naturgemäß liegt es somit jeweils nicht im Interesse des jeweiligen Personenkreises, Einsparungen welche sich auf der "anderen" Seite niederschlagen

herbeizuführen. Nachdem diese Einsparungen zunächst, in den meisten Fällen, mit Mehrausgaben verbunden sind.

Die Etablierung diverser Gütesiegel, wie "DGNB", bei welchen neben ökologischen Auswirkungen auch ökonomische Belange ganzheitlich betrachtet werden (siehe Kapitel 2.4), könnten Anreize schaffen die Lebenszykluskosten eines Gebäudes tatsächlich als Entscheidungsgrundlage für ein Bauvorhaben heranzuziehen.

Abgesehen von den bisher beschriebenen ökonomischen Betrachtungen, werden in Zukunft bei der Lebenszyklusanalyse von Gebäuden die ökologischen Faktoren weiter in den Fokus der Betrachtung rücken, bedingt durch die Auswirkungen des Klimawandels und weitere Verknappung der Rohstoffe.

Als Abschluss dieses einleitenden Kapitels möchte ich John Ruskin zitieren, der, meines Erachtens nach, für diesen Umstand mit seinem Text zu den Gesetzen der Wirtschaft passende Worte gefunden hat:

Es gibt kaum etwas auf dieser Welt, das nicht irgend Jemand ein wenig schlechter machen kann und etwas billiger verkaufen könnte, und die Menschen, die sich nur am Preis orientieren, werden die gerechte Beute solcher Menschen.

Es ist unklug, zu viel zu bezahlen, aber es ist noch schlechter, zu wenig zu bezahlen. Wenn Sie zu viel bezahlen, verlieren Sie etwas Geld, das ist alles. Wenn Sie dagegen zu wenig bezahlen, verlieren Sie manchmal alles, da der gekaufte Gegenstand die ihm zugedachte Aufgabe nicht erfüllen kann.

Das Gesetz der Wirtschaft verbietet es, für wenig Geld viel Wert zu erhalten. Nehmen Sie das niedrigste Angebot an, müssen Sie für das Risiko, das Sie eingehen, etwas hinzurechnen. Und wenn Sie das tun, dann haben Sie auch genug Geld, um für etwas besseres zu bezahlen.¹

¹ IPOSS: www.iposs.de/1/gesetz-der-wirtschaft, 21-09-2013

1.1 Problemstellung

Wie soeben aufgezeigt, sind die zu einer Bauentscheidung führenden bzw. die Kriterien welche bei gängigen Architekturwettbewerben herangezogen werden nicht mehr zeitgemäß. Häufig werden diese Entscheidungen auch aus Unwissenheit getroffen, da die Betrachtung der Kosten über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes in einer frühen Planungsphase schlicht nicht möglich ist, da hierfür die passenden Werkzeuge fehlen.

Die Fragen die sich konkret in Hinblick dieser Auseinandersetzung stellen sind, ob die auf den Markt erhältlichen Softwaretools den erwünschten Zweck erfüllen, also den Ansprüchen des Immobilienentwicklers genügen, ist der Ressourcenaufwand um diese Berechnung zu erhalten in einem vertretbaren Rahmen und welche Datengrundlage für eine Berechnung notwendig ist.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es ein für die Bedürfnisse eines konkreten Immobilienentwicklers geeignetes Lebenszykluskostenberechnungstool durch Anwendung an einem realen Bauprojekt, aus dem Portfolio des Entwicklers, zu finden.

Mit diesem Software-Tool soll zum einen eine objektive Bewertung der eingereichten Projekte (eines Architekturwettbewerbs) aus dem Vorentwurf möglich sein, zum anderen soll das "Gewinnerprojekt" in den weiteren Planungsphasen, zur Optimierung, begleitet werden können.

Des Weiteren soll analysiert werden, ob es sinnvoller ist eine Software zu kaufen und "selber" die Daten einzugeben und zu vergleichen oder ob es zweckmäßiger ist diese Leistung auszugliedern und einen Dienstleister zu beauftragen.

Außerdem wird untersucht werden welche Daten für einen objektiven „lebenszyklischen“ Vergleich des Projekte notwendig sind und ob der Entwickler über diese verfügt bzw. ob diese Daten, für die Eingabe aufzubereiten sind.

1.3 Aufbau der Arbeit

Diese Diplomarbeit setzt sich, wie in Abbildung 1-1 dargestellt im Wesentlichen aus drei Phasen zusammen.

Phase 1: Einleitung/Grundlagen/Evaluierung der Softwaretools

Das **Kapitel 1** enthält neben der Problemstellung das Formulierte Ziel der Arbeit und die Gliederung.

Kapitel 2 widmet sich den Grundlagen, hier werden die Begriffe Lebenszyklus, Lebenszyklusdauer und Lebenszykluskosten von Immobilien und deren Einflussfaktoren beschrieben.

Kapitel 3 befasst sich mit einer Evaluation der am Markt befindlichen Softwarelösungen zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Immobilien. Hierzu wurden 3 Programme an einem fiktiven Projekt getestet und die Programme und deren Ergebnisse gegenübergestellt.

Phase 2: Fallstudie an einem realen Bauprojekt

In **Kapitel 4** wird zunächst das Bauprojekt detailliert beschrieben, im Anschluss wird die Methode der Fallstudie aufgezeigt. Dem folgt eine Beschreibung der, für die Berechnungen, gewählten Softwaretools. Im Weiteren folgt ein Vergleich der Softwaretools, welcher Aufschluss über die Potenziale und Anwendungsgrenzen geben soll, und eine Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse der Tools mit jenen des Projektentwicklers. Den Abschluss des Kapitels stellt eine Diskussion über die erzielten Ergebnisse dar.

Phase 3: Zusammenfassung

Den Schlusspunkt dieser Arbeit stellt das **Kapitel 5** dar, hier wird im Conclusio zunächst über die Erkenntnisse, aus der Anwendung der Softwarelösungen, resümiert, gefolgt von einer Aussicht möglicher Entwicklungen auf diesem Gebiet.

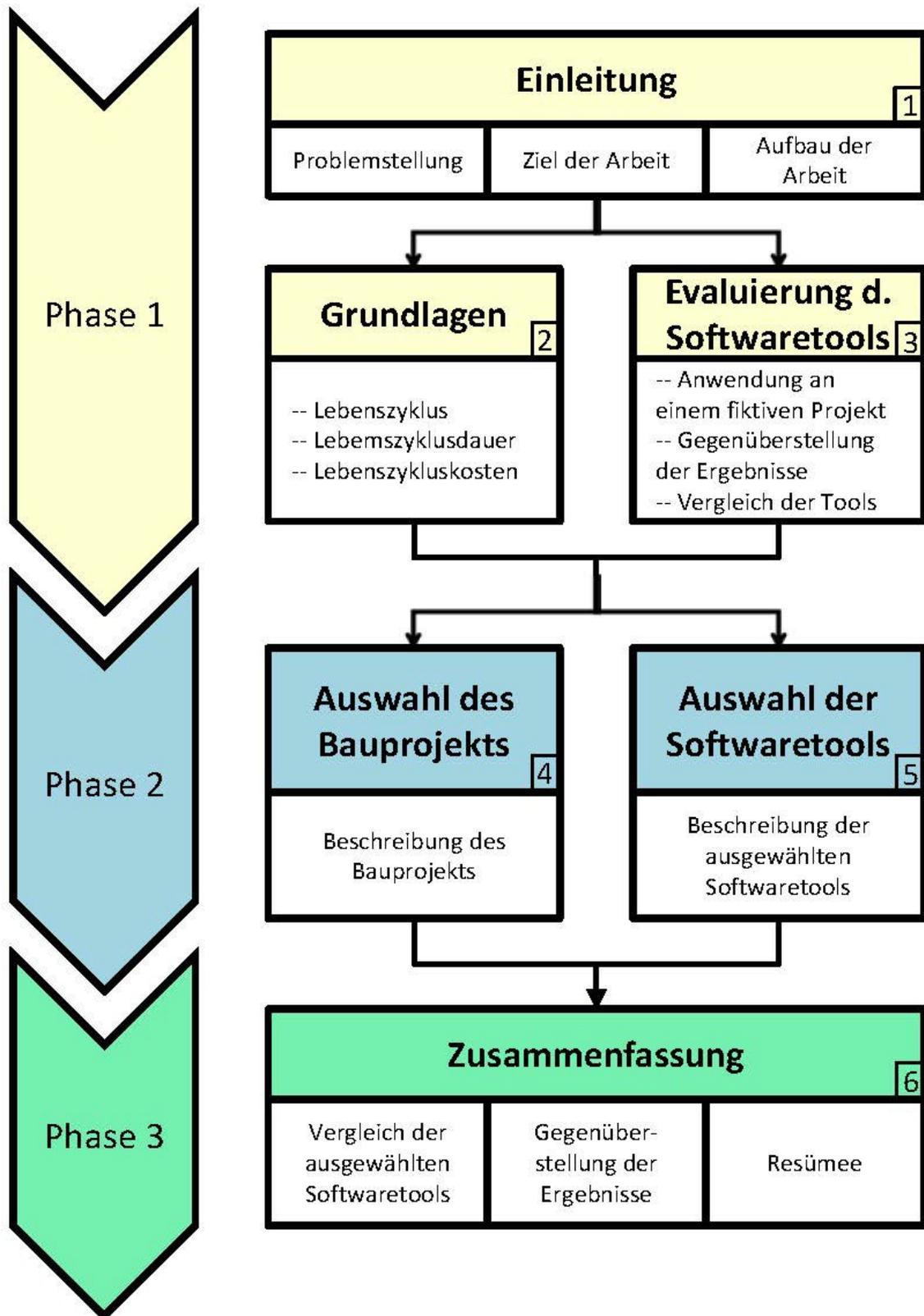


Abbildung 1-1 Aufbau der Arbeit

2 GRUNDLAGEN

In diesem Kapitel werden die Grundlagen rund um die Themen Immobilien-Lebenszyklus und Immobilien-Lebenszykluskosten und die damit verbundenen Begrifflichkeiten und Definitionen beschrieben.

2.1 Lebenszyklus von Immobilien

Der Lebenszyklus einer Immobilie ist mit anderen Produktlebenszyklen durchaus vergleichbar, zumeist ist er jedoch wesentlich länger als jener anderer Produkte. Die Entwicklung und Erstellung des Gebäudes benötigt zwar nur etwa 2 bis 5 Jahre, die Nutzung hingegen meist mehrere Jahrzehnte.² Durch seinen organischen Bezug ist der Begriff leicht verständlich, es handelt sich um eine zeitliche Abfolge aller Prozesse eines Bauwerks, von der Errichtung über die Nutzung bis zum Abbruch.³

In der Literatur existiert eine Vielzahl von unterschiedlichen Gliederungsansätzen für die Lebenszyklusphasen von Gebäuden, im Weiteren werden diese an einem relativ einfachen Modell erläutert.

In diesem ist der Lebenszyklus in die vier Phasen Entstehung, Nutzung, Erneuerung und Rückbau strukturiert, wobei die Phasen Nutzung und Erneuerung einen eigenen Zyklus haben können, welcher mehrere Male durchlaufen werden kann, bevor es zum Rückbau oder zur Kernsanierung kommt.



Abbildung 2-1 Lebenszyklus von Immobilien

² Vgl. Bruhnke, Kübler 2002, S. 497.

³ Vgl. Rottke, Wernecke 2008, S. 211.

2.1.1 Phase 1 - Entstehung

Die Phase der Entstehung gliedert sich in die Prozessschritte Entwicklung und Realisierung. In der Entwicklungsphase liegt noch eine sehr hohe Entscheidungsfreiheit vor, die Gestaltung und die Kosten der Immobilie können noch aktiv gesteuert werden. In den darauf folgenden Phasen werden die Steuerungsmöglichkeiten zunehmend abnehmen (siehe auch Kapitel 2.3.1). In diesem ersten Abschnitt des Lebenszyklus werden die Voraussetzungen für die weiteren Phasen und die Grundlage für den wirtschaftlichen Erfolg der Immobilie geschaffen. Nach den Wirtschaftlichkeitsberechnungen wird der nächste Prozessschritt mit der Grobplanung des Projekts vorbereitet.⁴

Die Realisierungsphase beginnt mit der Detailplanung und endet mit der Übergabe an den Nutzer bzw. dem Anfang der Nutzung. Bei dem Übergang in die Nutzungsphase können, sofern der Entwickler nicht gleich Nutzer ist, entscheidende immobilienbezogene Informationen verloren gehen. Daher muss sichergestellt sein, dass dem Betreiber bzw. Nutzer der Immobilie alle relevanten Informationen zur Verfügung gestellt werden.⁵

2.1.2 Phase 2 - Nutzung

Die Nutzungsphase nimmt im Regelfall nicht nur den größten Zeitraum im Lebenszyklus einer Immobilie ein, in ihr entstehen auch die mit Abstand höchsten Kosten.

Die wesentlichsten Aufgaben in dieser Phase sind die Einhaltung von Wartungszyklen, Betriebsoptimierung, sowie die laufende Überwachung (monitoring) des Ressourcenverbrauchs und der Abgleich mit Zielwerten (Benchmarks). Des Weiteren muss die ständige Verfügbarkeit der Anlagen und Sicherheit im Betrieb gewährleistet werden.⁶

Das Gebäudemanagement, als ein Teil des Facility Management, ist in der DIN 32736 als die Gesamtheit aller Leistungen zum Betreiben und Bewirtschaften von Gebäuden definiert.⁷

⁴Vgl. Bruhnke, Kübler 2002, S. 499 f.

⁵Vgl. Bruhnke, Kübler 2002, S. 501 f.

⁶Vgl. König, Kohler, Kreißing 2009, S. 27.

⁷Vgl. Hellerforth 2006, S. 109.

operatives Gebäudemanagement (GM)		
technisches GM	infrastrukturelles GM	kaufmännisches GM
Betreiben	Verpflegungsdienste	Beschaffungsmgmt.
Dokumentieren	Hausmeisterdienste	Kostenplanung
Energiemgmt.	innere Postdienste	Kostenkontrolle
Informationsmgmt.	Kopierdienste	Objektbuchhaltung
Modernisieren	Druckereidienste	Vertragsmgmt.
Umbauen	Reinigungsdienste	
Sanieren	Pflegedienste	
	Sicherheitsdienste	
	Umzüge	
	Winterdienste	
	Versorgung	
	Entsorgung	

Tabelle 2-1 Gliederung des operativen Gebäudemanagements⁸

Technisches Gebäudemanagement (TGM)

Das technische Gebäudemanagement umfasst alle anfallenden Tätigkeiten, welche Bestandpflege, Instandhaltung und Modernisierung des Gebäudes betreffen.⁹ Ziel des technischen Gebäudemanagements ist es, die Funktionsfähigkeit nicht nur in Hinblick des technischen Fortschritts zu sichern, sondern auch auf Veränderungen der Nutzungsanforderungen zu reagieren.¹⁰

Infrastrukturelles Gebäudemanagement (IGM)

Unter dem Begriff infrastrukturelles Gebäudemanagement sind geschäftsunterstützende Dienstleistungen zu verstehen, welche von technischen oder baulichen Komponenten der Immobilie abhängig sind, wie zum Beispiel Reinigungs-, Sicherheits- oder Hausmeisterdienste.¹¹

Flächenmanagement, nach GEFMA 100 dem IGM zugeordnet¹², bedeutet die Bestandsaufnahme der vorhandenen Flächen betreffend ihrer Struktur, Zusammensetzung und Belegung, sowie die Ermittlung des optimalen Flächenbedarfs eines Unternehmens. Ziel ist es, durch räumliche Organisation von Arbeitsprozessen und Arbeitsplätzen eine qualitative, sowie quantitative Optimierung der Flächen, also die optimale Flächenproduktivität, zu erreichen.¹³

⁸ Vgl. König, Kohler, Kreißing 2009, S. 26.

⁹ Vgl. Hellerforth 2006, S. 241.

¹⁰ Vgl. Pierschke, Pelzeter 2008, S. 377.

¹¹ Vgl. Pierschke, Pelzeter 2008, S. 379 f.

¹² Vgl. Hellerforth 2006, S. 109.

¹³ Vgl. Hellerforth 2006, S. 216 f.

Kaufmännisches Gebäudemanagement (KGM)

Alle Maßnahmen und Tätigkeiten des IGM und TGM werden im kaufmännischen Gebäudemanagement abgebildet. Die Hauptaufgabe des KGM ist die Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit des Gebäudes und der in ihm ablaufenden Prozesse.¹⁴

2.1.3 Phase 3 - Erneuerung/Wartung

Die Phase der Erneuerung fängt nicht zwangsläufig erst nach der Abnutzung der Immobilie bis zur Gebrauchsunfähigkeit an, sondern kann auch durch eine angestrebte Umnutzung eingeleitet werden.

Durch Erneuerung bzw. Umnutzung wird verhindert, dass der Immobilienlebenszyklus in die Verwertungsphase übergeht,¹⁵ so können sich mehrere Nutzungs-Erneuerungs-Zyklen (siehe Abb. 2-1) ergeben bevor die nächste Phase des Lebenszyklus erreicht wird.

Unterschiedliche Erhaltungsstrategien¹⁶

- Werterhaltungsstrategie
In dieser Strategie soll unter Beibehaltung der ursprünglichen Nutzung die Gebrauchstauglichkeit auf dem Niveau des ursprünglichen Komforts gehalten werden. Durch das Stagnieren des Standards kann der Nutzwert des Gebäudes sinken.
- Wertsteigerungsstrategie
Bei der Wertsteigerungsstrategie wird durch umfassende Eingriffe versucht die Nutzungsqualität den steigenden Ansprüchen anzupassen.
- Low-Level-Unterhaltsstrategie
Diese Strategie stellt ausschließlich eine Interimslösung dar und wird gewählt, wenn keine Finanzmittel für eine Werterhaltungsstrategie vorhanden sind oder Unsicherheit über die weitere Entwicklung besteht.

¹⁴ Vgl. Hellerforth 2006, S. 117.

¹⁵ Vgl. Bruhnke, Kübler 2002, S. 503.

¹⁶ Vgl. König, Kohler, Kreißing 2009, S. 27.

- Verlotterungsstrategie
Die Bewirtschaftung auf Abbruch wird häufig bei Grundstücksspekulation mit Neubauabsicht gewählt.

2.1.4 Phase 4 - Verwertung

Wird zum Ende der Nutzungsphase die Entscheidung getroffen, dass eine Erneuerung oder Umbau des Gebäudes nicht sinnvoll oder möglich ist, geht der Lebenszyklus in die Verwertungsphase über. Im wesentlichen besteht diese Phase aus der Entscheidung, wie die Immobilie verwertet wird - Verkauf, Rückbau oder neue Projektentwicklung stehen zur Auswahl.¹⁷

Rückbau

Im Vergleich zum konventionellen Gebäudeabbruch erfordert der Rückbau eines Gebäudes einen gewissen Planungsaufwand, außerdem ist eine detaillierte Analyse des Bauwerks notwendig. Das Ziel des Rückbaus sollte sein, dass alle Bestandteile eine Weiterverwendung auf möglichst hoher Stufe erfahren.¹⁸

Das Vorgehen hierfür ist wie folgt hierarchisch gegliedert:¹⁹

- Weiterverwendung auf Elementebene (z.B. Fenster)
- Weiterverwendung auf Komponentenebene (z.B. Ziegel, Parkett)
- Baustoffrecycling
- thermische Verwertung
- Deponie

2.2 Lebenszyklusdauer

Der Lebenszyklus einer Immobilie erstreckt sich über die tatsächliche Lebensdauer eines Gebäudes, also dem Zeitraum von der Entstehung bis zum Rückbau bzw. der Kernsanierung.²⁰

¹⁷ Vgl. Bruhnke, Kübler 2002, S. 504.

¹⁸ Vgl. König, Kohler, Kreißing 2009, S. 28 f.

¹⁹ Vgl. König, Kohler, Kreißing 2009, S. 29.

²⁰ Vgl. Rottke, Wernecke 2008, S. 212.

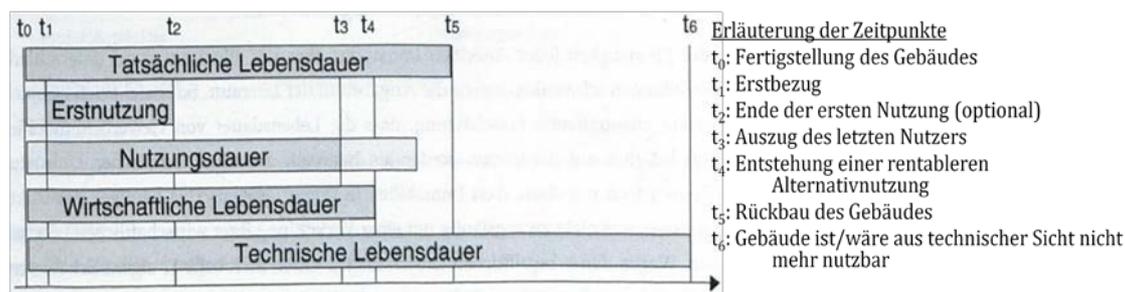


Abbildung 2-2 Immobilien-Lebensdauer²¹

Technische Lebensdauer

Die technische Lebensdauer ist beendet, wenn ein Gebäude seine Funktion nicht mehr erfüllen kann und dies auch durch Reparatur oder Sanierung nicht mehr möglich sein würde.²² Der Zeitraum bis zum Eintreten dieses Ereignisses steht in einem starken Bezug mit der gewählten Erhaltungsstrategie, siehe Kapitel 2.1.3. Die verwendeten Bauteile und Einbauten eines Gebäudes können sehr unterschiedliche technische Lebensdauern haben, siehe Tabelle 2-2.

Außerdem muss bedacht werden, dass die "realisierbare" Lebensdauer jedes Bauteils auch von der Bauteilkonstruktion abhängig ist. Die Lebensdauer einer so genannten Schicksalsgemeinschaft kann nur so lange anhalten, wie jene der kurzlebigsten Komponente.²³

Bezeichnung	Bauart/-stoff	technische Lebensdauer (Jahre)
Fundament		80 - 150
Außenwände, -stützen	Beton, Ziegel (bekleidet)	100 - 150
	Stahl	60 - 100
Decken	Beton	100 - 150
⋮	⋮	⋮
Außenputze		20 - 50
Außenanstriche	Kalkfarbe	6 - 8
	Kunststoffdispersion	10 - 25
Sanitär		20 - 30
Fenster/ Türen		30 - 60
MSR - Anlagen		12 - 15
Lüftungsgeräte		10 - 25

Tabelle 2-2 technische Lebensdauer verschiedener Bauteile²⁴

²¹ Vgl. Rottke, Wernecke 2008, S. 213.

²² Vgl. Rottke, Wernecke 2008, S. 212.

²³ Vgl. Agethen, Frahm, Renz 2008, S. 3.

²⁴ Vgl. SwissBauCo: www.swissbauco.com, 05-01-2014

Wirtschaftliche Lebensdauer

Die wirtschaftliche Lebensdauer ist meist kürzer als die technische, sie endet wenn das Grundstück, unter Berücksichtigung aller Kosten, durch eine alternative Nutzung eine höhere Rendite erwirtschaften würde.²⁵ Je nach Immobilientypologie kann die Zeitspanne bis zu einer vollständigen Revitalisierung, um weiterhin rentabel zu bleiben, stark variieren, siehe Tab. 2-3. Die wichtigsten Kenngrößen in diesem Zusammenhang sind Nutzungsflexibilität und Drittverwendungsfähigkeit. Beide nehmen mit zunehmender Spezialisierung ab, was sich auch negativ auf die wirtschaftliche Lebensdauer auswirkt.²⁶

Immobilienart	wirtschaftliche Lebensdauer
Büroimmobilien	20 - 50 Jahre
Wohnimmobilien	30 - 50 Jahre
Einzelhandelsimmobilien	
Solitäre	10 - 25 Jahre
Innerstädtisch	20 - 50 Jahre
Industrieimmobilien	
klassisch produzierend	> 50 Jahre
Logistikzentren, etc.	10 - 30 Jahre
Hotelimmobilien	20 - 50 Jahre

Tabelle 2-3 wirtschaftliche Lebensdauer unterschiedlicher Immobilientypen²⁷

Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer ist jener Zeitraum, welcher die tatsächliche Nutzung angibt. Da die Immobilien-Betreiber nicht zwangsläufig ökonomisch handeln, kann die Nutzungsdauer den Zeitraum der wirtschaftlichen Nutzung sowohl unter- als auch überschreiten. Bei einem ökonomisch optimierten Betrieb wird jedoch die tatsächliche Lebensdauer der wirtschaftlichen entsprechen.²⁸

2.3 Lebenszykluskosten von Immobilien

Lebenszykluskosten (LZK) stellen die Summe aller über den Lebenszyklus einer Immobilie anfallenden Kosten dar, von der Planung/Realisierung über die Bewirtschaftung bis zu den Prozessen am Ende des Lebenszyklus.

²⁵ Vgl. Rottke, Wernecke 2008, S. 212.

²⁶ Vgl. Rottke, Wernecke 2008, S. 214.

²⁷ Vgl. ebenda.

²⁸ Vgl. Rottke, Wernecke 2008, S. 213.

Die LzK-Berechnung dient der Optimierung von Systemen. Ziel ist es, die gesamten Kosten über den Lebenszyklus eines Systems und den damit verbundenen Prozessen abzubilden, zu prognostizieren, zu analysieren und schlussendlich zu optimieren.²⁹

Mögliche Einsatzgebiete der LZK-Analyse:³⁰

- Vergleich von konkurrierenden Projekten
- Controlling bei laufenden Projekten
- Langfristige Planung und Budgetierung

Der Vergleich verschiedener Alternativen setzt jedoch ein funktionales Gleichgewicht voraus. Sollten Abweichungen, z.B. bezüglich des Komforts, bestehen, so müssten zusätzlich zu den Kosten auch der Nutzen, bzw. der Erlös, in der Betrachtung berücksichtigt werden.³¹

So wird zwischen den "LzK im weiteren Sinn" (whole-life cost) und den "LzK im engeren Sinn" (life-cycle cost) unterschieden, dieser Zusammenhang ist in Abb.2-3 dargestellt. Kern der weiteren Auseinandersetzungen und Basis der Berechnungen stellt der in der Abbildung grau hinterlegte Bereich dar.

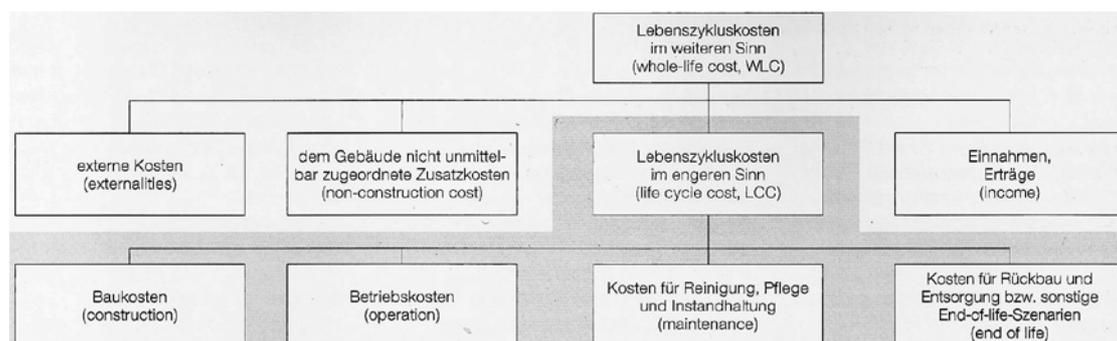


Abbildung 2-3 Definition whole-life cost und life-cycle cost³²

Im folgenden Diagramm (Abb. 2-4) sind die LzK (LCC) eines konventionellen, durchschnittlichen Gebäudes prozentuell den jeweiligen Lebenszyklusphasen zugeordnet, wobei die Baukosten hier in Errichtungs- und Planungskosten aufgeschlüsselt sind. Es ist unschwer zu erkennen, dass die Betriebskosten und Pflege & Wartung die wesentlichsten Kostentreiber darstellen.

²⁹ Vgl. Herzog 2005, S. 18.

³⁰ Vgl. Geissler, Keiler, Neumann 2010, S. 11.

³¹ Vgl. IFMA Schweiz (Hrsg.) 2011, S. 10.

³² König, Kohler, Kreißing 2009, S. 60.

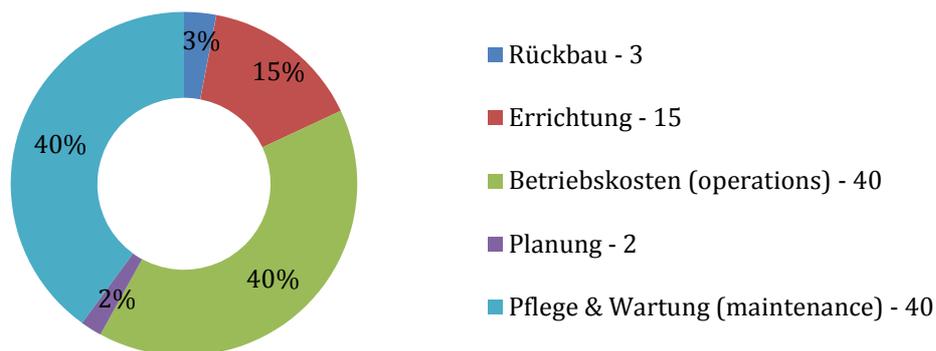


Abbildung 2-4 Gliederung der Lebenszykluskosten³³

In der Abbildung 2-5 wird dieser Zusammenhang nochmals verdeutlicht. Hier ist die Entwicklung der Baufolgekosten einiger Gebäudetypen dargestellt, wobei die Folgekosten die Höhe der Baukosten erreicht haben, wenn die jeweilige Gerade die 100% Marke schneidet. So überschreitet die Summe der Folgekosten die der Errichtungskosten z.B. bei dem Gebäudetyp Schulen und Kindergärten bereits nach 3-4 Jahren. Dies würde bei einer 50jährigen Lebensdauer der Immobilie bedeuten, dass die Baukosten etwa 14 Mal ausgegeben werden.

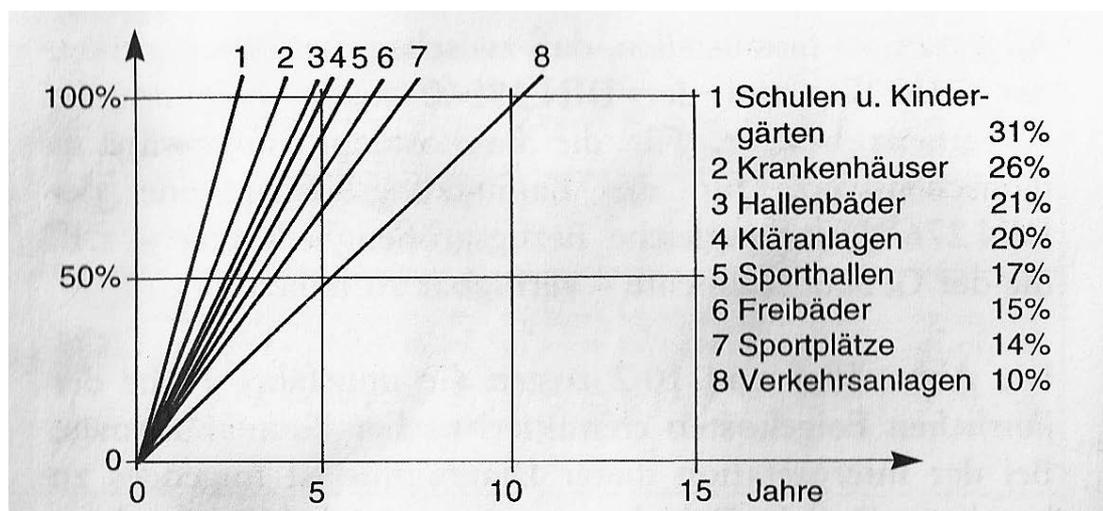


Abbildung 2-5 Baufolgekosten verschiedener Gebäudetypen³⁴

2.3.1 Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten

*"Bereits bevor der erste Spatenstich getan ist, stehen 80% der geplanten Kosten fest, mit Beginn der Nutzung sind es 90%."*³⁵

³³ Vgl. Kovacic 2012, S. 15.

³⁴ Keller 1995, S. 68.

³⁵ Hellerforth 2006, S. 35.

Um ein Gebäude "lebenszykluskostenoptimiert" herstellen zu können, ist also die Auseinandersetzung mit den Lebenszykluskosten bereits in den frühesten Projektphasen unbedingt erforderlich. In der folgenden Abbildung ist über die Planungs-, Bau- und Nutzungsphase hinweg die Entwicklung der Kosten und die Entwicklung der Einflussmöglichkeit auf diese gegenübergestellt.

Deutlich wird hier, dass die Einflussmöglichkeiten auf die Kostenentwicklung während der allerersten Leistungsphase noch am größten ist³⁶ und dann sukzessive abnimmt.

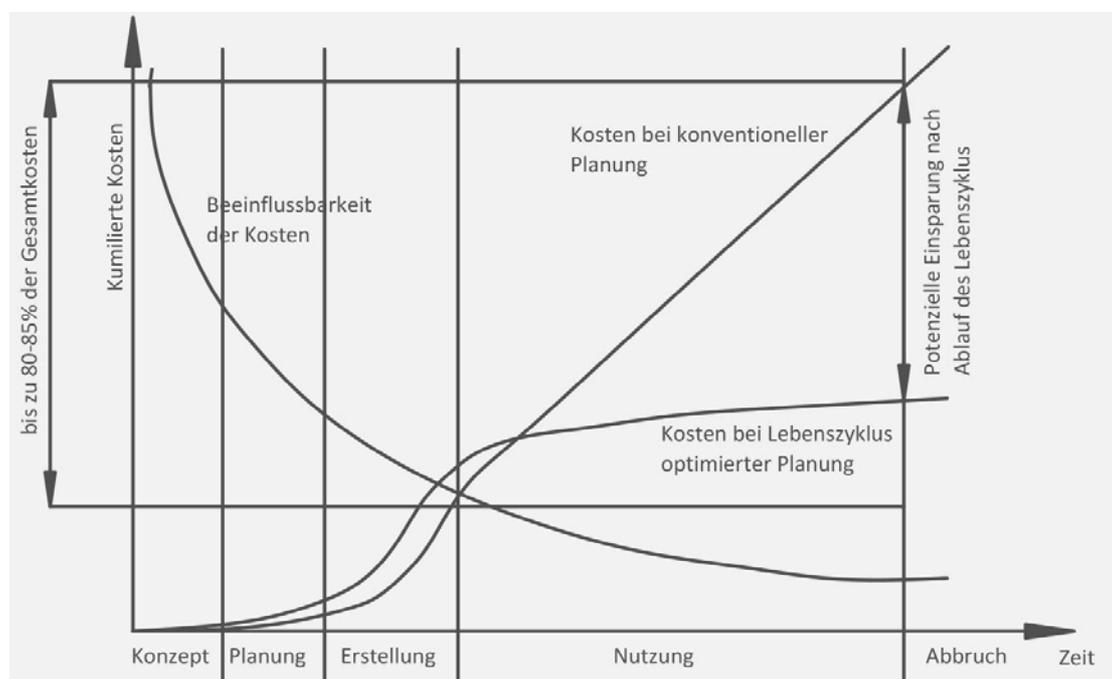


Abbildung 2-6 Kostenbindung im Projektverlauf³⁷

Dass die im Betrieb entstehenden Kosten in der Planungsphase tatsächlich noch aktiv gesteuert werden können, wird in der Tabelle 2-4 an dem Beispiel der Gebäudereinigung verdeutlicht. Zu sehen sind hier potenzielle Auswirkung auf die Reinigungskosten z.B. aufgrund der Beschaffenheit des Bodenbelags oder der Positionierung der Putzräume.

³⁶ Vgl. Dahlhaus, Meisel 2009, S. 11.

³⁷ ClimaDesign 2.0: www.climadesign2.de, 17-01-2018

Einflussfaktor in Prozent der Reinigungskosten	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Möbliering Erhöhung bis zu 20 %	Zwischenräume gut zugänglich	Zwischenräume mit Schwierigkeiten zugänglich	größere Flächen verstellt und unzugänglich, viele Gegenstände wie Kabel, Kleinmöbel, Blumentöpfe usw.
Architektur Erhöhung bis zu 30 %	gute Schmutzschleuse, keine freistehenden Säulen, keine Nischen und unzugänglichen Ecken	einige Vor- und Rücksprünge	viele Vor- und Rücksprünge, Niveauunterschiede, schlechte Erschließung
Bodenbelag Erhöhung bis zu 500 %	erdfarbene, leicht gemusterte Textilien oder Hartbeläge	Textilbeläge mit ungünstiger Farbe oder Grauwert, teilweise offenporige Hartbeläge	ungünstige Textilien, unifarben, helle und kalte Farben, hoher Velours, offenporige Hartbeläge, raue Oberflächen, vertiefte Fugen
Benutzerverhalten Erhöhung bis 40 %	Benutzer ist gut informiert, leert Papierkorbe selbst, räumt Pult auf, gießt Pflanzen selbst	Benutzer hat geringes Interesse oder ist mäßig informiert, Verhalten unterschiedlich	Benutzer eher nachlässig, überlässt alles dem Reinigungspersonal
Lage Putzraum Erhöhung bis 20 %	dezentral in den Geschossen	zentral	zentral

Tabelle 2-4 Faktoren für Reinigungskosten³⁸

2.3.2 Modellierung der Lebenszykluskosten

Zu Beginn der Lebenszykluskostenrechnung ist es sinnvoll sich über die der Berechnung zu Grunde liegenden Parameter Gedanken zu machen bzw. festzulegen welche Aspekte berücksichtigt und welche ausgeschlossen werden.

So muss unter anderem der Zeitraum der Betrachtung definiert werden, die Genauigkeit der Prognose wird jedoch abnehmen, umso weiter der Betrachtungszeitpunkt entfernt liegt bzw. je größer der Zeitraum ist.

Auch die Grenzen des betrachteten Systems können variieren, so wird vermutlich ein anderes System herangezogen werden, wenn der Entwickler bzw. Erbauer auch Nutzer ist als wenn ein Mieter den größten Teil der Betriebskosten tragen wird.

Prognoseansatz

Die Prognose der künftigen Ereignisse im Lebenszyklus stützt sich auf Kennzahlen und Erfahrungen der Vergangenheit, aus ihnen wird mit Hilfe von Berechnungsalgorithmen ein mögliches Szenario künftiger Zahlungen und Prozesse modelliert. Des Weiteren werden Aussagen über die Entwicklung von

³⁸ Hellerforth 2006, S.74.

Verbräuchen und Preisen, sowie zum zeitlichen Rhythmus eines Ereignisses (z.B. der Erneuerung) erfordert.³⁹

Berechnungsmethoden

Für die Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden stehen verschiedene Berechnungsmodelle zur Verfügung, in der Abb. 2-7 ist eine grobe Gliederung dieser verschiedenen Methoden dargestellt.

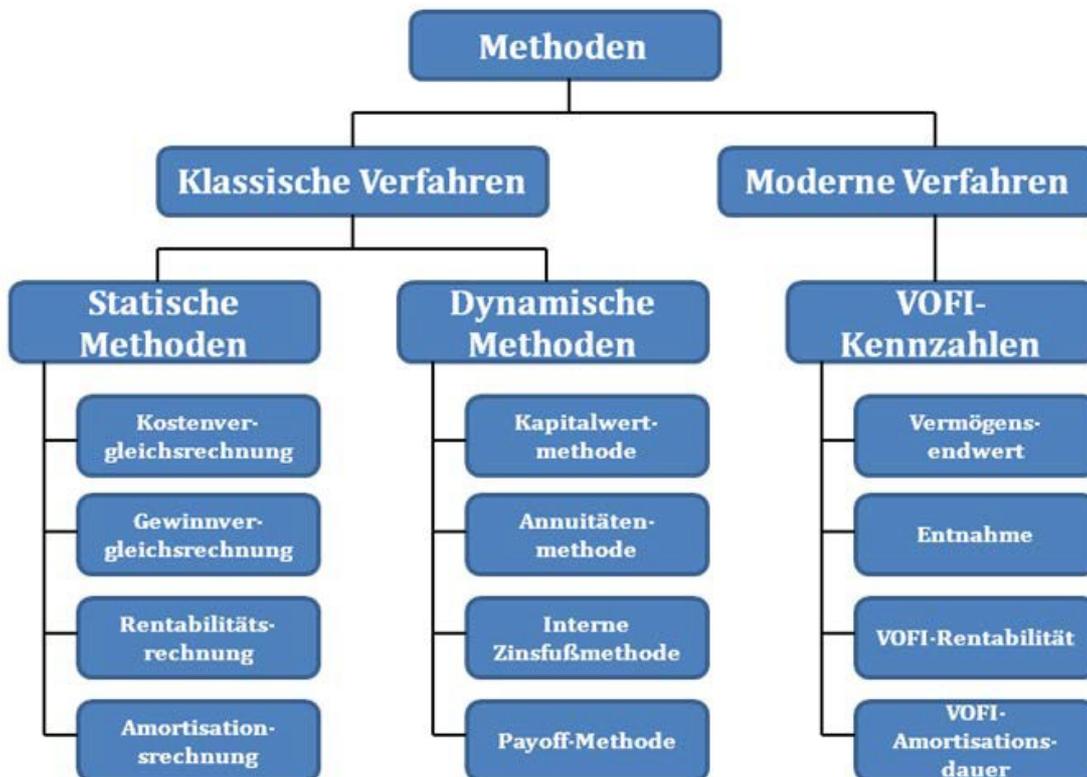


Abbildung 2-7 Methoden der Lebenszykluskostenberechnung⁴⁰

Statische Methoden

Bei den statistischen Methoden werden betriebswirtschaftliche Kennzahlen ohne Berücksichtigung des tatsächlichen Zahlungsanfalls verwendet. Da sie weder Preissteigerungen noch Finanzierung oder Diskontierung berücksichtigen, werden diese Methoden in der Regel für kurze Zeiträume angewandt.⁴¹

³⁹ Vgl. IFMA Schweiz (Hrsg.) 2011, S. 17.

⁴⁰ Vgl. Bone-Winkel, Schulte, Sotelo 2008, S. 641.

⁴¹ Vgl. IFMA Schweiz (Hrsg.) 2011, S. 18.

Dynamische Methoden

Bei allen dynamischen Methoden werden die künftigen Zahlungen, im Gegensatz zu den statischen Methoden, auf den Bezugspunkt diskontiert (Abzinsung). Je weiter also eine Einnahme oder Ausgabe in der Zukunft liegt, desto kleiner ist ihr Barwert.⁴² Der gewählte Kalkulationszinssatz beeinflusst das Ergebnis signifikant, je höher er angesetzt wird, desto weniger tragen spätere Zahlungen zum Gesamtbetrag bei.

Beispiel: Für eine im Jahr 10 des Lzk fällige Zahlung von € 100,-, werden im Jahr 0 des LZK bei einem Zinssatz von 5% € 61,- kalkuliert.

Für die dynamische Lebenszykluskostenberechnung wird häufig die Kapitalwertmethode angewendet, der Kapitalwert wird hier durch die Summe aller Barwerte der Zahlungen, die im Lebenszyklus anfallen, ermittelt.

$$K = I + \sum_{t=0}^n Z * (1 + i)^{-n} + R * (1 + i)^{-n}$$

Formel 1 Kapitalwertmethode

Bedeutung der verwendeten Symbole:

K Kapitalwert

I Erstellungskosten

Z Δ der jährlichen Ein- und Auszahlungen

i Kalkulationszinssatz

n Anzahl der Jahre des Betrachtungszeitraums

R Restwert (bzw. Grundstückswert - Rückbaukosten)

Durch den Zinseszineffekt wird aus dem Kapitalwert eine jährlich gleichbleibende Zahlung berechnet, die Annuität (A). Sie wird vor allem bei der Betrachtung von Varianten mit unterschiedlichen Lebensdauern herangezogen.⁴³

$$A = K * \frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1}$$

Formel 2 Anuitätenmethode

⁴² Vgl. Bone-Winkel, Schulte, Sotelo 2008, S. 643.

⁴³ Vgl. IFMA Schweiz (Hrsg.) 2011, S. 19.

Moderne Methoden

Als moderne Methoden werden all jene Methoden bezeichnet, welche auf dem so genannten „Vollständigen Finanzplan“ (VoFi) basieren. Der wesentlichste Unterschied zu den klassischen Methoden besteht darin, dass alle mit der Investition verbundenen Zahlungen genau abgebildet werden, so ist eine vergleichsweise exakte und transparente Erfassung der Zahlungsreihen möglich. Das Ergebnis des VoFi stellt das Endvermögen des Investors bei Durchführung der Immobilieninvestition dar, sie wird zur Entscheidungsfindung dem Endvermögen bei alternativen Investitionen gegenübergestellt.⁴⁴

Berechnungsparameter

Für die LZK-Berechnung nach den dynamischen und modernen Methoden werden folgende Parameter benötigt:

- **Kalkulationszinssatz**

Der Kalkulationszinssatz soll den Zeitwert des Geldes abbilden, so könnte er z.B. entsprechend der erwarteten Verzinsung des eingesetzten Kapitals oder der zu zahlenden Kreditzinsen gewählt werden. Er kann auch analog zu durchschnittlichen Renditen in der Branche oder der Rendite risikoarmer Geldanlagen angenommen werden.

Der Kalkulationszinssatz beeinflusst sowohl das absolute als auch das relative Ergebnis, d.h. Ergebnisse von Alternativen-Vergleichen können sich durch einen hohen oder niedrigen Zinssatz verändern.⁴⁵

- **Allgemeine Inflationsrate**

Die Inflationsrate gibt die Entwicklung der Kosten und Erlöse an, sie sollte mit dem gewählten Kalkulationszinssatz stimmig sein, da er einen Inflationsanteil hat. Wenn also die Inflation z.B. mit 2% angenommen wird, könnte der Kalkulationszinssatz z.B. bei 4-5% liegen (nominaler Zinssatz), wenn nun 0% für die Inflation angenommen wird, sollte der

⁴⁴ Vgl. Bone-Winkel, Schulte, Sotelo 2008, S. 653.

⁴⁵ Vgl. IFMA Schweiz (Hrsg.) 2011, S. 20.

Kalkulationszinssatz auch ohne Inflationsanteil gewählt werden, dem vorherigen Beispiel entsprechend etwa 3% (realer Zinssatz).⁴⁶

- **Spezifische Inflationsrate**
Eine von der allgemeinen Inflationsrate abweichende, spezifische Inflationsrate wird für Güter angenommen, deren Preissteigerung sich deutlich von anderen unterscheidet. So könnte z.B. bei einer allgemeinen Inflationsrate in Höhe von 2% die Preissteigerung für fossile Energie mit 4%, also 2 Prozentpunkte über der allgemeinen Inflationsrate liegend, angenommen werden.⁴⁷
- **Restwert**
Der Restwert kann aus einem Verkaufswert oder dem Grundstückswert abzüglich der Kosten für den Rückbau und Entsorgung bestehen. Er ist stark vom Zeitpunkt im Lebenszyklus der Immobilie abhängig.⁴⁸

Qualität der Ergebnisse

Durch die Betrachtung des Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus kommt mit den zyklisch wiederkehrenden Betriebskosten die zeitliche Komponente in der Berechnung hinzu, hier werden (wie zuvor beschrieben) die dynamischen Methoden benötigt. Der dort verwendete Zinssatz stellt eine neue Variable dar, die schwer prognostizierbar ist, das Ergebnis jedoch maßgeblich beeinflusst. Ähnlich verhält es sich mit der Inflationsrate oder den Preisschwankungen, so hatten z.B. Lohnkosten oder der Ölpreis in den letzten Jahren eine sehr unterschiedliche Kostenentwicklung.⁴⁹

Abschließend ist noch auf den Einfluss der menschlichen Komponente hinzuweisen, denn zu einem großen Teil ist die Höhe der Betriebskosten nicht von objektiven Kriterien wie z.B. der Gebäudeausstattung abhängig, sondern vom Nutzer, welcher bis zu 50% der Kostenvariation erklärt.⁵⁰

⁴⁶ Vgl. IFMA Schweiz (Hrsg.) 2011, S. 20 f.

⁴⁷ Vgl. IFMA Schweiz (Hrsg.) 2011, S. 21.

⁴⁸ Vgl. ebenda.

⁴⁹ Vgl. Geissler, Keiler, Neumann 2010, S. 55.

⁵⁰ Vgl. Geissler, Keiler, Neumann 2010, S. 56.

2.4 Ökobilanz

Die Ökobilanzierung (life cycle assessment, LCA) ist das ökologische Pendant zur Lebenszykluskostenrechnung, sie stellt also eine ganzheitliche Betrachtung aller Lebenszyklusphasen einer Immobilie dar. Hierzu werden alle Umweltwirkungen wie Emissionen in Luft, Wasser und Boden, Ressourcenverbrauch, sowie Naturrauminanspruchnahme, nicht nur während der Nutzungsphase, sondern auch bei der Rohstoffgewinnung, Recycling und Entsorgung der Baustoffe erfasst. Durch Ökobilanzierung wird es möglich Umweltaspekte als Entscheidungsgrundlage mit zu berücksichtigen.⁵¹

Durch die Etablierung diverser Gütesiegel für nachhaltiges Bauen, wie das der „Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen“ (DGNB) oder dem der „Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft“ (ÖGNI), wird versucht das Erreichen einer guten Ökobilanz attraktiver zu gestalten. Auch wenn die Ökobilanzierung von Gebäuden in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen wird, ist sie nicht Gegenstand der weiteren Betrachtungen in dieser Arbeit.

2.5 Softwaretools zur Berechnung von Lebenszykluskosten

Unter Softwaretools zur Berechnung von Lebenszykluskosten versteht man Programme, welche durch Angabe diverser Gebäudeparameter ein digitales Gebäudemodell erstellen und auf Basis dessen, je nach Programm, Auskunft über die Errichtungskosten, die Lebenszykluskosten und die Ökobilanz geben können.

⁵¹ Vgl. König, Kohler, Kreißing 2009, S. 38.

3 EVALUATION VON SOFTWARE-TOOLS

Das Kapitel 3 wurde in Zusammenarbeit mit Veronika Zoller und Benjamin Gänsbacher erarbeitet, welche parallel im selben Themenbereich ihre Diplomarbeiten verfassen. Ziel war eine erste Auseinandersetzung mit dem Thema Lebenszykluskosten und den spezifischen am Markt verfügbaren Softwarelösungen.

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

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

Es wurde analysiert wie praxistauglich die Softwaretools sind und wo deren Anwendungsgrenzen liegen. Um eine möglichst praxisnahe Berechnung durchführen zu können, wurden die Programme an einem Beispielprojekt angewendet, die Ergebnisse der Berechnungen werden in dem Kapitel 3.4.4 gegenübergestellt. Anschließend werden die 3 getesteten Tools, anhand diverser Kriterien, miteinander verglichen.

3.1 DGNB Steckbrief Nr. 16

3.1.1 Allgemeines

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

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

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

3.1.2 Berechnungsparameter

Der DGNB Steckbrief Nr. 16 ermittelt die Lebenszykluskosten mit der Barwertmethode. Der Betrachtungszeitraum ist auf 50 Jahre festgelegt. Die jährliche Preissteigerung wird mit 2% und der Kapitalzins mit 5,5% angenommen. Abweichend von der allgemeinen Teuerungsrate wird für Heiz-

und Elektroenergie eine jährliche Preissteigerung von 4% angesetzt. Das Ergebnis wird auf den m² BGF bezogen.

3.1.3 Programmaufbau

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

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

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

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

Abbildung 3-1 Steckbrief Nr. 16, Eingabe Bezugsgröße⁵²

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

⁵² DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

Zu den unregelmäßigen Zahlungen gehören die Herstellungskosten, welche sich aus den Kostengruppen 300 und 400 nach DIN 276 zusammensetzen. Nach Ablauf der rechnerischen Nutzungsdauer der Bauteile sind für die Instandsetzung Ersatzinvestitionen vorzusehen. Die Aufwendungen für Ersatzinvestitionen werden für das betreffende Jahr unter Beachtung vorgegebener Preissteigerungsraten berechnet. Die angenommenen Nutzungsdauer der Bauteile der Baukonstruktion können dem Internetportal "Nachhaltiges Bauen" des BMVBS entnommen werden (siehe unter <http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten.html>). Die Ersatzinvestitionen werden für folgende Bauteile der Baukonstruktion berücksichtigt:

- Anstriche und Beschichtungen
- Bodenbeläge
- Sonnenschutzeinrichtungen
- Außenputz und Wärmedämmverbundsysteme
- Fenster
- Flachdächer
- Lichtkuppeln
- Dachrinnen

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

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

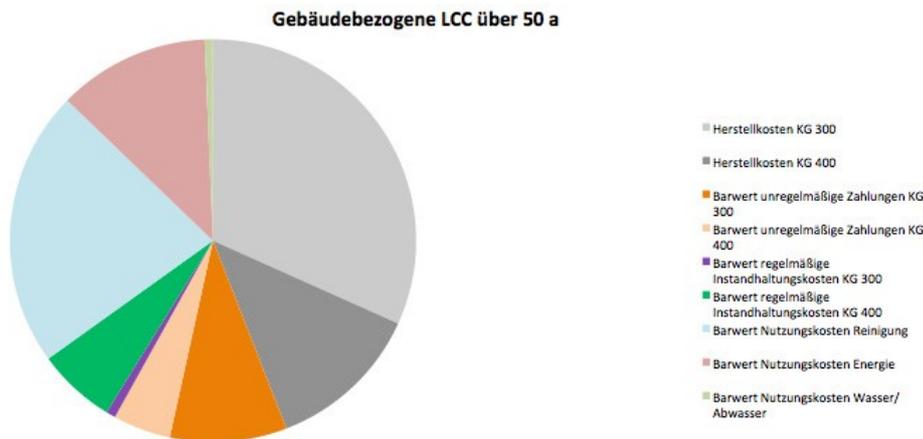
unregelmäßige Zahlungen						1	2	3	4	
1	Kostengruppe 300		Nutzungs-dauer	Ersatz-häufigkeit	Herstellkosten					
			Jahre	Anzahl	€					
									Erneuerungsinvestition wird automatisch eingetr.	
	300	Instandsetzungsrelevante Bauteile KG300 auflisten	20	2	1,00 €					
	3xx	Nutzungsdauern aus Leitfaden Nachhaltiges Bauen eingeben	20	2	0,00 €					
		Herstellkosten (nominal) des jeweiligen Bauteils eingeben	20	2	0,00 €					
			20	2	0,00 €					
		Alternativ 0,6% der Herstellkosten KG300 pro Jahr ansetzen	1	49	0,00 €					
			50	0	0,00 €					
	xxx		50	0	0,00 €					
	xxx		50	0	0,00 €					
		AUDITOR: Kontrolle, dass Wert mit Summe KG300 übereinstimmt!	Unregelmäßige Zahlungen KG 300			1,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
			Barwert Erneuerung KG 300			0,77 €	0 €	0 €	0 €	0 €
2	Kostengruppe 400		Nutzungs-dauer	Ersatz-häufigkeit	Herstellkosten	1	2	3	4	
			Jahre	Anzahl	€					
			aus VDI 2067						Erneuerungsinvestition wird automatisch eingetr.	
	400	Elemente der KG 400 entsprechend Anlage auflisten	25	1	1,00 €					
	4xx		25	1	0,00 €					
			25	1	0,00 €					
			25	1	0,00 €					
	xxx		25	1	0,00 €					
		AUDITOR: Kontrolle, dass Wert mit Summe KG400 übereinstimmt!	Unregelmäßige Zahlungen KG 400			1,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
			Barwert Erneuerung KG 400			0,71 €	0 €	0 €	0 €	0 €

Abbildung 3-4 Steckbrief 16, unregelmäßige Zahlungen für Herstellung und Ersatzinvestitionen⁵⁵

Die Ausgabe des Ergebnisses erfolgt als Barwert (netto) und wird auf den m² BGF bezogen. Zusätzlich werden noch die Summen der einzelnen Kostenarten aufgelistet und grafisch dargestellt.

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

Abbildung 3-5 Steckbrief 16, Ergebnisausgabe⁵⁶



⁵⁵ DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

⁵⁶ DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

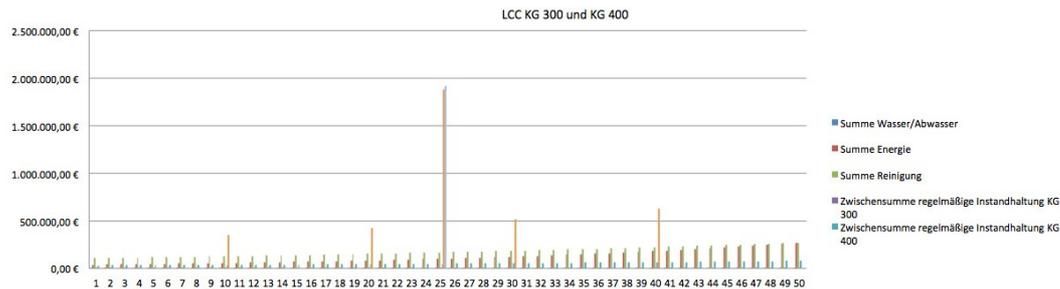


Abbildung 3-6 DGNB Steckbrief Nr. 16, grafische Darstellung der Ergebnisse⁵⁷

3.1.4 Fazit

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

⁵⁷ DGNB – Kriteriensteckbrief NBV09-16

3.2 LEKOS ABK

Das Software-Tool LEKOS ist ein Programmtool das von Dipl.-Ing. Dr. Floegl (Donau-Universität Krems) entwickelt und in die Ausschreibungs-, Abrechnungs- und Kalkulationssoftware ABK integriert wurde. ABK bietet lt. eigenen Angaben einen einfachen und schnellen Weg der Ermittlung von LZK schon in der Entwurfsphase. Das Tool ist auf die ÖNORM B1801 aufgebaut und bietet sich daher für einen Einsatz in Österreich besonders an. Die Software ist als Datenbank-Anwendung aufgebaut und muss daher beim abändern von Werten mittels Klick auf den Berechnen-Button aktualisiert werden.

3.2.1 Gliederung

Die Kostengliederung erfolgt nach österreichischen Normen. Errichtungskosten werden gegliedert nach der ÖNORM B 1801-1 und die Folgekosten nach ÖNORM B1801-2. Betrachtet werden alle Kostenbereiche von Grund bis Reserven. Es gibt für nahezu alle Parameter Voreinstellungswerte (meist aus BKI), die aber nur als Vorlage dienen und unbedingt kontrolliert und an das jeweilige Projekt angepasst werden müssen.

3.2.2 Berechnungsmodell

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

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

ABK-VA ABK Version 7 - Verwaltung (Schullicenz, gültig bis 9/30/2013)

Datei Bearbeiten Ansicht Start Extras Aktionen ?

[Kontaktsuche]

Eckdaten **Berechnen-Button** **Projektauswahl**

► Eckdaten | Version 1 **Auswertung** **Berechnen** **Kostenplanung übernehmen...**

Parameter und Kosten Auswertungen

Bereichsauswahl

- Basisparameter
 - Objektkenndaten
 - Errichtungskosten
 - Alle Kostenbereiche
 - E0 - Grund
 - E1 - Aufschließung
 - E2 - Bauwerk - Rohbau
 - E3 - Bauwerk - Technik
 - E7 - Planungsleistungen
 - E8 - Nebenleistungen
 - E9 - Reserven
 - Parameter Folgekosten
 - Finanzielle Parameter
 - Parameter Verwaltung + Tec...
 - Parameter Ver- und Entsorgung
 - Parameter Reinigung
 - Parameter Gebäudedienste
 - Parameter Instandsetzung
 - Parameter Abbruch/Entsorgung
 - Folgekosten
 - Alle Kostenbereiche
 - F1 - Verwaltung
 - F2 - Technischer Gebäudebet...
 - F3 - Ver- und Entsorgung
 - F4 - Reinigung und Pflege**

Werte in Jahresspalten: (Keine)

Hiera	Nummer	Bezeichnung	Anmerk	Variable	Wert	EH	Geprüft	Gesamt	Mittelwert/Jahr	Frequ	Index
▷ KHG	F4	Reinigung und Pflege			0.00	€/J...	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00		
KJUG	F4.1	Unterhaltsreinigung			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00		
KOA	F4.1.a	Büro/Wohnflächenreini...			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PALLG
KOA	F4.1.b	Sanitärreinigungskosten			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PALLG
KOA	F4.1.c	Gang+Stiegenreinin...			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PALLG
KOA	F4.1.d	Tiefgaragen+Nebenflä...			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PALLG
KJUG	F4.2	Fenster- und Glasfläch...			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00		
KOA	F4.2.a	Fensterreinigungskosten			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PALLG
KOA	F4.2.b	Innenglasflächenreini...			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PALLG
KOA	F4.3	Fassadenreinigung			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PLOHN
KJUG	F4.4	Sonderreinigungen			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00		
KOA	F4.4.a	Sonnenschutzreinigung...			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PLOHN
KOA	F4.5	Winterdienste			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PLOHN
KOA	F4.6	Reinigung Außenanlagen			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PALLG
KOA	F4.7	Gärtnerdienste			0.00	€/Jahr	<input type="checkbox"/>	0.00		1	PLOHN

Werte Eingabe

1/15

Details **Checkliste (96)** **Prüfprotokoll (25)**

Reinigung und Pflege

= 0 €/Jahr **Checkliste/ Prüfprotokoll**

Kommentar des Modellerstellers:

3.2.3 Programmaufbau

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

So wird zum Beispiel das Volumen der Baugrube über einen Faktor (z.B. 1,05) der BGF ermittelt. Das Volumen Baugrube ist somit $1,05 * BGF$. Die Kosten für die Baugrube werden dann über einen Kennwert €/m³ (Baugrube) berechnet.

Die Eingabe der Daten gliedert sich in vier Bereiche:



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

Die „Errichtungskosten“ sind nach ÖNORM B1801-1 gegliedert. Hat man schon genauere Kostenschätzungen zur Verfügung können sie hier eingegeben werden. Ansonsten werden sie über Faktoren, Flächen und Kostenkennwerten berechnet.

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

Im Bereich „Folgekosten“ werden die Folgekosten mittels der „Parameter Folgekosten“ berechnet und nach ÖNORM B1801-2 dargestellt.

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

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

Vorgeschriebene Flächen-Parameter sind u.a.:

- Grundstücksfläche (in m²)
- Brutto-Grundfläche (in m²)
- Brutto-Rauminhalt (in m³)
- Netto-Grundfläche (in m²)
- Nutzfläche (in m²)
- Brutto-Grundfläche beheizt (in m²)
- Brutto-Grundfläche klimatisiert (in m²)
- Grünfläche (in m²)
- Befestigte Außenflächen (in m²)

Empfohlene Flächen-Parameter sind u.a.:

- Fenster/Glasflächen außen (in m²)
- Glasfassadenfläche außen (in m²)
- Glasfläche innen (in m²)
- Jalousienflächen (in m²)
- Gangflächen (in m²)
- Garagenflächen (in m²)

Darüber hinaus sind auch sämtliche Errichtungskosten einzugeben wie u.a.:

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

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

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

The screenshot shows the LEKOS software interface with three tabs: 'Details', 'Checkliste (96)', and 'Prüfprotokoll'. The main window displays a table with the following columns: Zeile, Bereich, Bezeichnung, Wert, EH, and Prüfung/Eingabe. The table lists various building parameters and their values. To the right, a summary box shows the number of points for 'vorgeschrieben' (29) and 'empfohlen' (67) items.

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

Summary box on the right:

Anzahl offener Punkte zur Prüfung/Eingabe:

- 29 vorgeschrieben
- 67 empfohlen

Abbildung 3-7 Checkliste LEKOS

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

The screenshot shows the LEKOS software interface with three tabs: 'Details', 'Checkliste (96)', and 'Prüfprotokoll (25)'. The main window displays a table with the following columns: Zeile, Bereich, and Meldung. The table lists error messages related to formula calculations.

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

Abbildung 3-8 Prüfprotokoll LEKOS

3.2.4 Ergebnisdarstellung

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

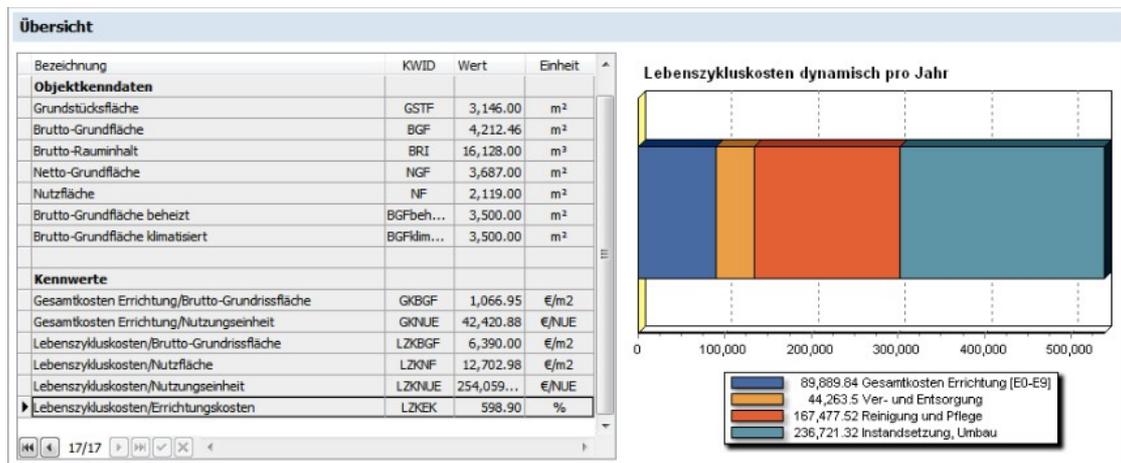


Abbildung 3-9 Ergebnisdarstellung LEKOS I

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

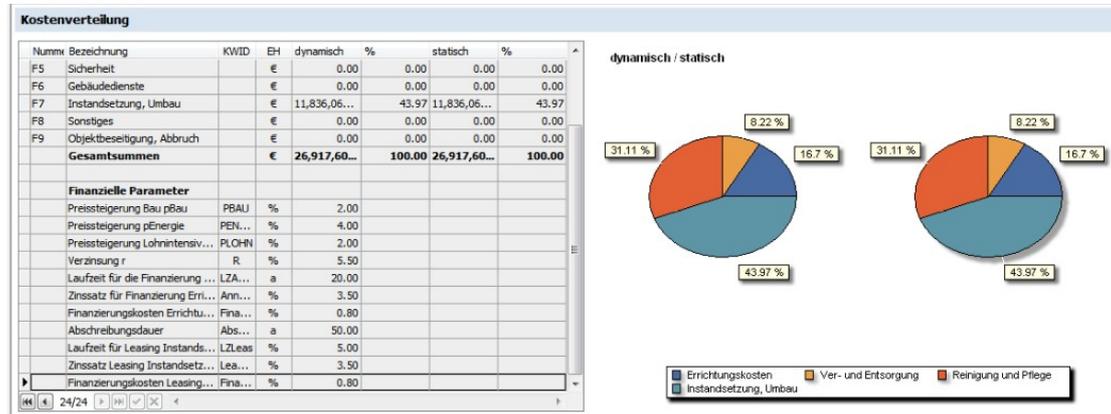


Abbildung 3-10 Ergebnisdarstellung LEKOS II

3.2.5 Fazit

LEKOS ist geeignet für die frühe Planungsphase, mittels weniger Eingabeparameter kann eine Prognose der Lebenszykluskosten vorgenommen

werden. Die Basisvorlage mit der gearbeitet wurde, wurde von Dr. Floegl erstellt und ist auf Bürogebäude mittleren Standards abgestimmt. Bei anderen Gebäudearten ist eine demensprechende Anpassung vorzunehmen, die leider mit sehr viel Programmieraufwand verbunden ist.

3.3 LEGEP-Bausoftware

Das Programm LEGEP (Lebenszyklus-Gebäude-Planung) wurde in einem dreijährigen Forschungsprojekt von 1997 bis 2000 entwickelt und durch die "Deutsche Bundesstiftung Umwelt" gefördert.⁵⁸ Leiter dieses Forschungsprogramms war Architekt Holger König, der jetzige Geschäftsführer der LEGEP Software GmbH.⁵⁹

Dem Nachhaltigkeitsgedanken im Immobiliensektor und in der Bauwirtschaft wurde mit diesem Forschungsprojekt Rechnung getragen. So wurde auf die neuen Entwicklungen reagiert und erkannt, dass sich die Rahmenbedingungen für Investoren, Planer, Bauherren und Nutzer von Gebäuden ändern werden und Green Building, Sustainable Property, Zukunftsfähigkeit und Wertstabilität von Immobilien wichtige Begrifflichkeiten sind, die in die Zukunft verweisen. Waren bis dato für die Bauentscheidungen lediglich die Herstellungskosten ausschlaggebend, werden nun die Folgekosten, welche in der Nutzungsphase entstehen, für die Entscheidung immer essentieller. Daher wurde LEGEP als Berechnungstool für die integrale Planung nachhaltiger Gebäude entwickelt, das unter anderem auch Gebäudeinformationen zu Medienbedarf, Reinigung, Wartung und Instandsetzung berücksichtigt.⁶⁰

3.3.1 Aufbau und Beschreibung des Programms

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

⁵⁸ Vgl. LEGEP Software GmbH: www.legep.de, 14-10-2013

⁵⁹ Vgl. Fa.Ascona: www.koenig-holger.de, 14-10-2013

⁶⁰ Vgl. König: LEGEP-Handbuch für die Gebäudezertifizierung, www.legep.de, 14-10-2013, S.1

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

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

- **Beschreibung**

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

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

Die Bewertung des Bauwerkes ist nur notwendig, wenn eine Gebäudezertifizierung angestrebt wird, hierzu werden die Ergebnisse vorher definierten Grenz-, Ziel- oder Orientierungswerten gegenübergestellt. Somit kann die Performance des Gebäudes beurteilt und gegebenenfalls optimiert werden.⁶¹

⁶¹ Vgl. WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: Legep-Broschüre, S.2

Projekt test (Schreibgeschützt)

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

Speichern

Allgemein

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

Angaben zur ENEV

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

Weitere Flächenangaben

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

Anzahl Wohnungen

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

Abbildung 3-11 Programmstruktur LEGEP

3.3.2 Beschreibung der Module⁶²

Modul Projekt

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

Modul Kostenplanung

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

Modul Wärme/Energie

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

Modul Wirtschaftlichkeit

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

Modul Lebenszykluskosten

In diesem Modul können alle entstehenden Kosten zu einem Bauwerk, wie zum Beispiel Reinigung oder Wartung, in einem selber definierten

⁶² Vgl. WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: <http://www.weka-bausoftware.de>, 14-10-2013

Betrachtungszeitraum errechnet werden. Die Berechnungen können wahlweise nach der DIN 267 oder nach der DIN 18960 durchgeführt werden.

Modul Ökologie

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

Modul Bauteilvergleich

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

3.3.3 Datenquellen

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

Übersicht der Datenquellen:

- **sirAdos-Baudaten**
- **DIN 4108**
- **Tabelle: Nutzungsdauer von Bauteilen des BBSR**
- **Ökobau.dat**
- **VDI 2067** ⁶³

3.3.4 Ergebnisdarstellung

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

⁶³ Vgl. WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: Legep-Broschüre, S.3

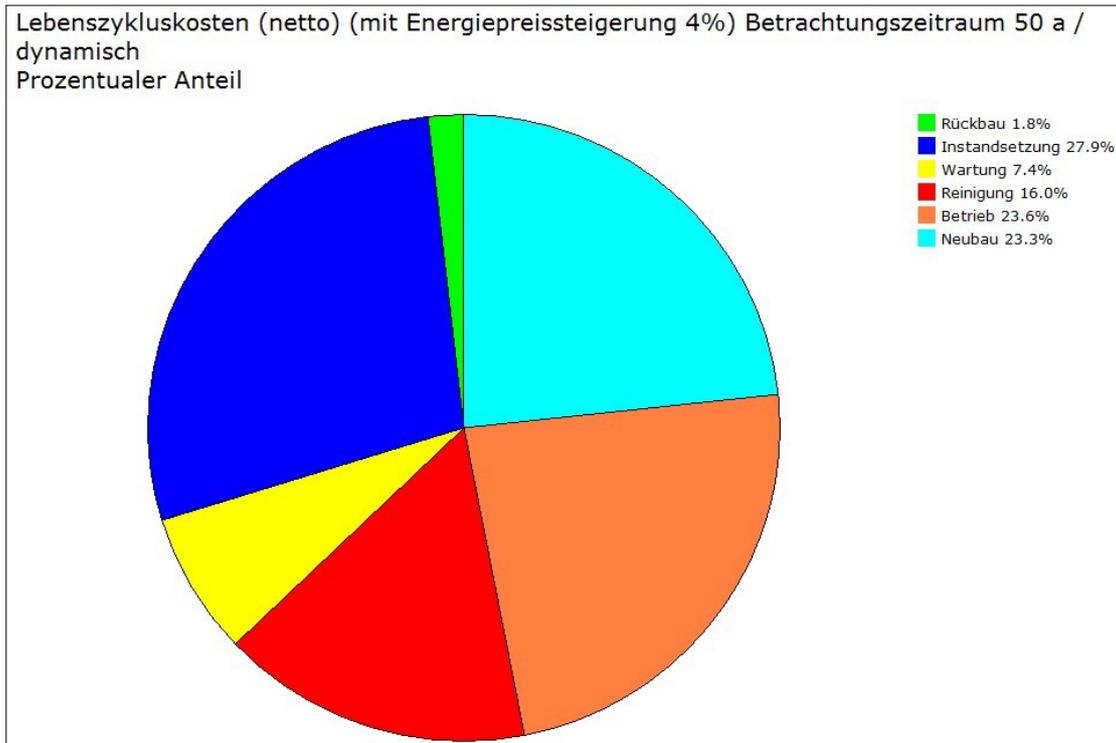


Abbildung 3-12 Lebenszykluskosten Kreisdiagramm

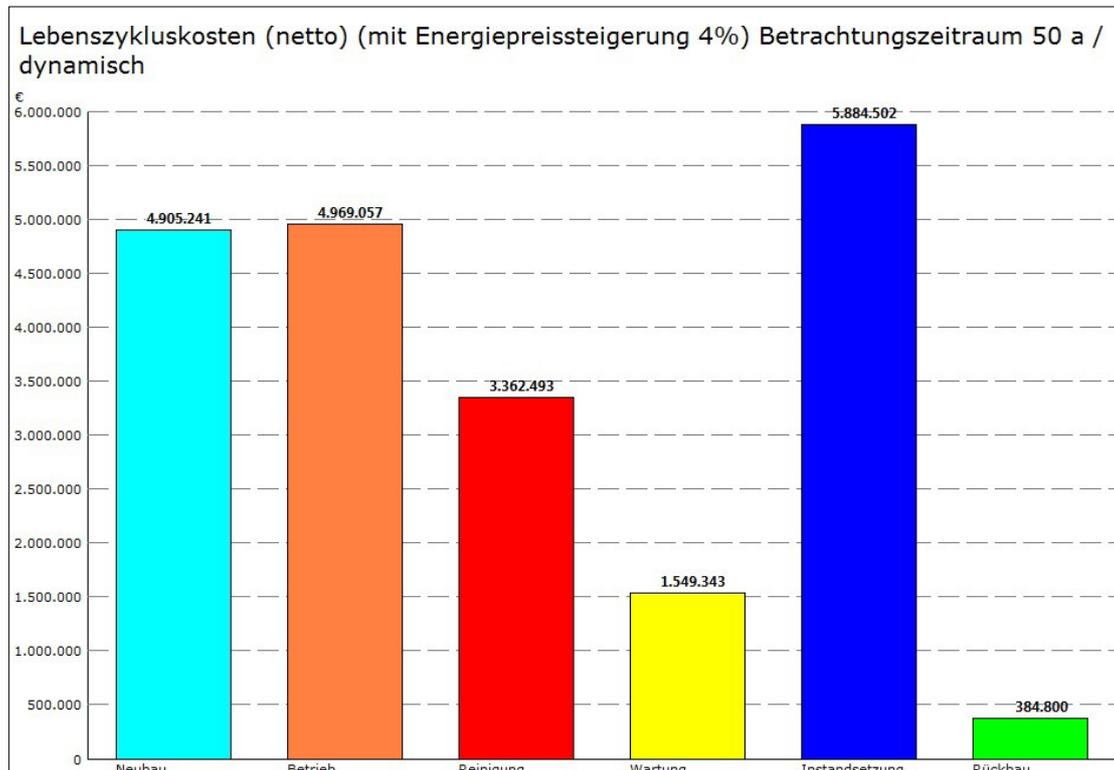


Abbildung 3-13 Lebenszykluskosten Balkendiagramm

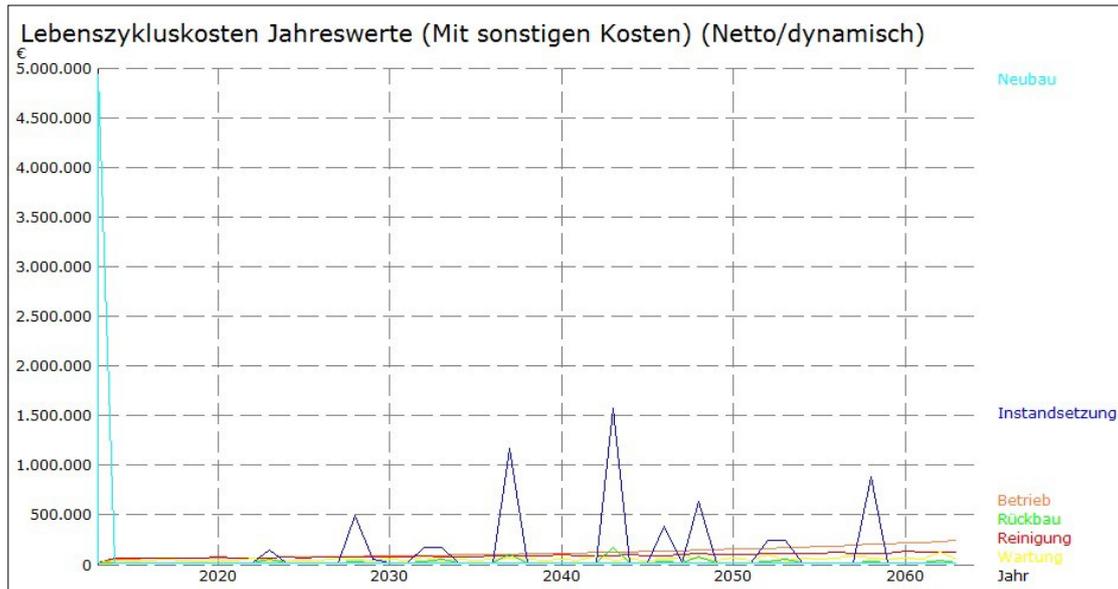


Abbildung 3-14 Lebenszykluskosten als jährliche Entwicklung

3.3.5 Fazit

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

3.4 Vergleich an einem Beispielprojekt

3.4.1 Gebäudebeschreibung des Beispielprojektes

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



Abbildung 3-15 3D-Schnitt



Abbildung 3-16 Grundriss Erdgeschoss



Abbildung 3-17 Grundriss Regelgeschoss

3.4.2 Gebäudedaten

Gebäudeabmessungen	
Grundstücksfläche	3185m ²
Gebäudeabmessungen	Länge, Breite: 24m
BGF	4212,46m ²
NGF	3687m ²
NF	2119m ²
Fensterfläche	727m ²
Fassadenfläche	2352 m ²
Geschoßhöhe	4,0m
Gebäudehöhe	24m
Gebäudevolumen	16.128m ³
Stahlbetonwände	947 m ³
Wärme- und Kältebedarf	
Heizwärmebedarf Nettofläche	63,83 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf Bruttofläche	40,53 kWh/m ² a
Kältebedarf Nettofläche	5,61 kWh/m ² a
Kältebedarf Bruttofläche	4,35 kWh/m ² a

Tabelle 3-1 Gebäudeeckdaten

3.4.3 Berechnungsparameter

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wurden bei allen drei Berechnungen die Selben Berechnungsparameter verwendet:

- Betrachtungszeitraum: 50 Jahre
- Kapitalverzinsung: 5%
- Allg. Preissteigerung: 2%
- Preissteigerung Energiekosten: 4%

Außerdem wurden jeweils die Selben Kostenarten berücksichtigt:

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

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

3.4.4 Gegenüberstellung der Ergebnisse

Vergleich der Ergebnisse

Bürogebäude
Bruttogrundfläche: 4.212

	Steckbrief 16		LEKOS		LEGEp	
	mit Valorisierung	ohne Valorisierung	mit Valorisierung	ohne Valorisierung	mit Valorisierung	ohne Valorisierung
KHG E0	-	-	-	-	-	-
KHG E1	-	-	-	-	-	-
KHG E2	3.478.185,97	3.478.185,97	1.357.536,56	1.357.536,56	3.592.574,00	3.592.574,00
KHG E3	-	-	1.465.111,80	1.465.111,80	-	-
KHG E4	1.355.774,94	1.355.774,94	1.671.843,60	1.671.843,60	1.312.666,00	1.312.666,00
KHG E5	-	-	-	-	-	-
KHG E6	-	-	-	-	-	-
KHG E7	-	-	-	-	-	-
KHG E8	-	-	-	-	-	-
KHG E9	-	-	-	-	-	-
SKG	4.833.960,91	4.833.960,91	4.494.491,96	4.494.491,96	4.905.240,00	4.905.240,00
SKG	-	-	-	-	-	-
SKG	-	-	-	-	-	-
SKG	-	-	-	-	-	-
SKG	-	-	-	-	-	-
KHG F1	-	-	-	-	-	-
KHG F2	-	-	-	-	-	-
KHG F3	1.395.722,00	2.018.634,15	1.499.902,73	2.213.175,00	1.665.693,00	4.969.057,00
KHG F4	2.434.702,90	5.225.125,00	3.977.385,49	8.373.876,00	2.709.064,00	4.911.836,00
KHG F5	-	-	-	-	-	-
KHG F6	-	-	-	-	-	-
KHG F7	2.292.744,47	5.078.012,15	4.403.065,71	11.836.065,79	3.288.348,00	5.884.502,00
KHG F8	-	-	-	-	-	-
KHG F9	-	-	-	-	-	-
SKG	3.830.424,90	7.243.759,15	5.477.288,22	10.587.051,00	4.374.757,00	9.880.893,00
SKG	8.664.385,81	12.077.720,06	9.971.780,18	15.081.542,96	9.279.997,00	14.786.133,00
SKG	6.123.169,37	12.321.771,30	9.880.353,93	22.423.116,79	7.663.105,00	15.765.395,00
SKG	6.123.169,37	12.321.771,30	9.880.353,93	22.423.116,79	7.663.105,00	15.765.395,00
SKG	10.957.130,28	17.155.732,21	14.374.845,89	26.917.608,75	12.568.345,00	20.670.635,00

Kannwerte

Lebenszykluskosten / BGF	2.601,12	4.072,62	3.412,46	6.390,00	2.983,61	4.907,02
Errichtungskosten / BGF	1.147,54	1.147,54	1.066,95	1.066,95	1.164,46	1.164,46

3.4.5 Grafischer Vergleich der Ergebnisse

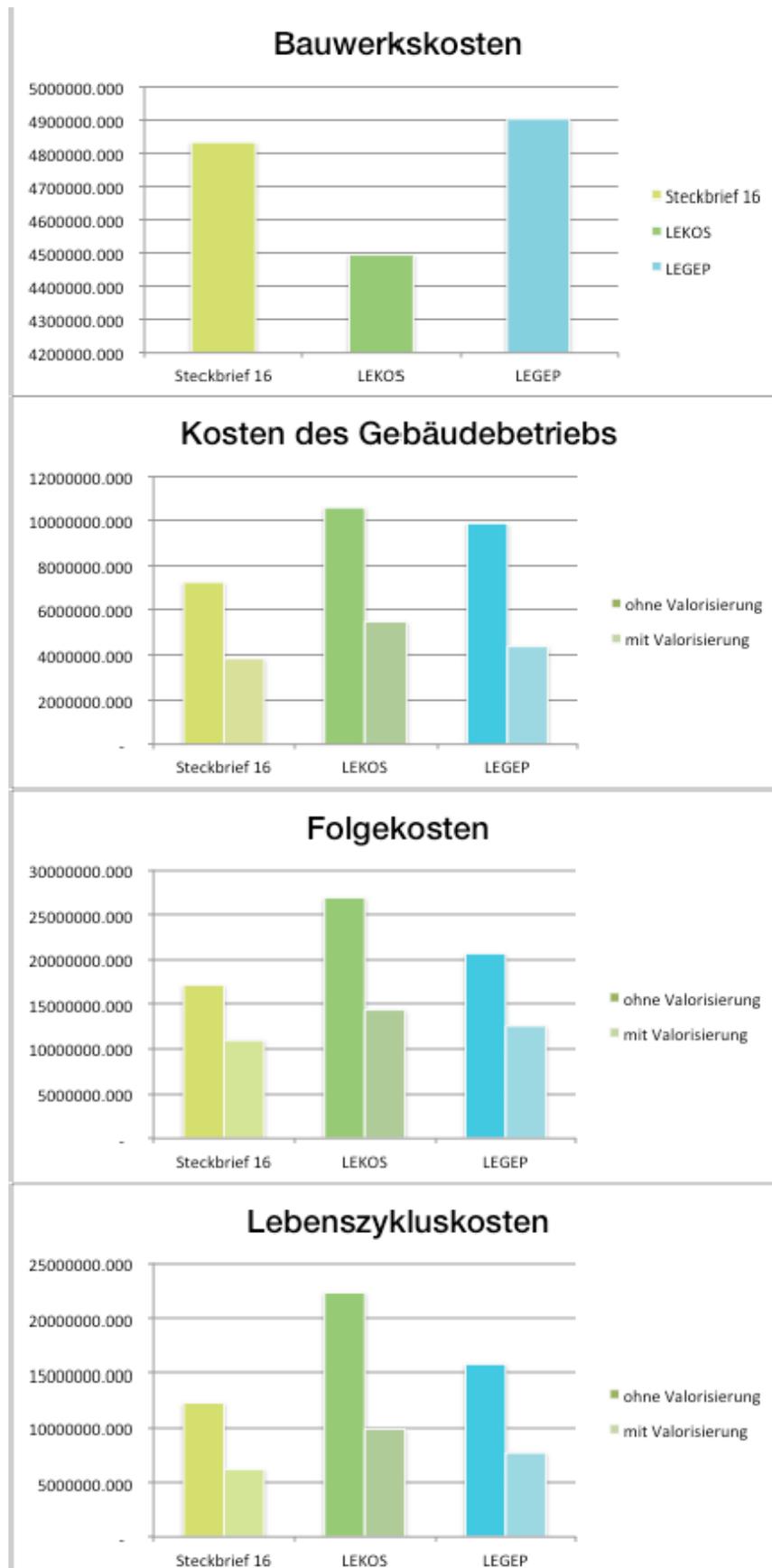


Abbildung 3-18 Graphischer Vergleich der Ergebnisse

3.4.6 Prozentuelle Abweichungen

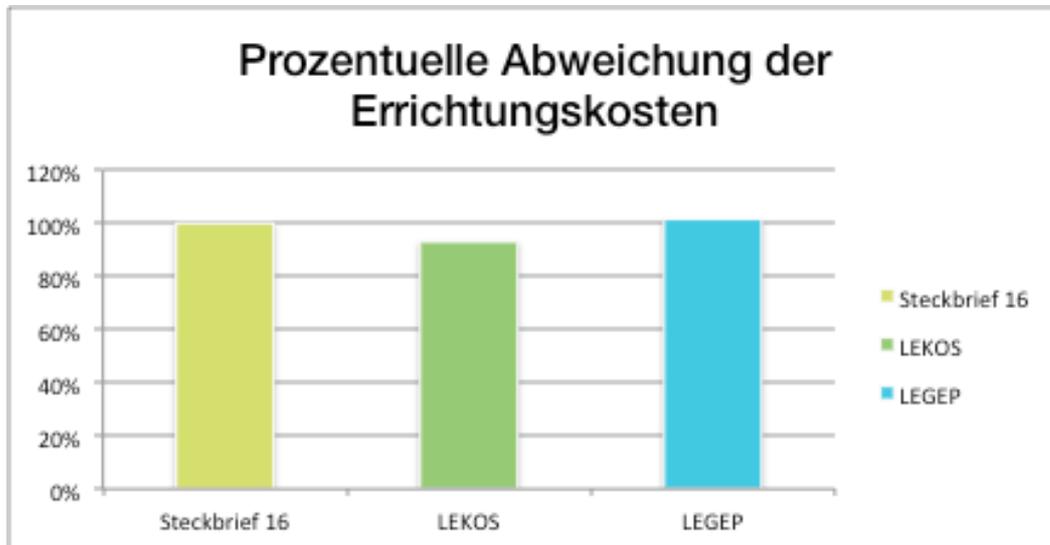


Abbildung 3-19 Prozentuelle Abweichung der Errichtungskosten

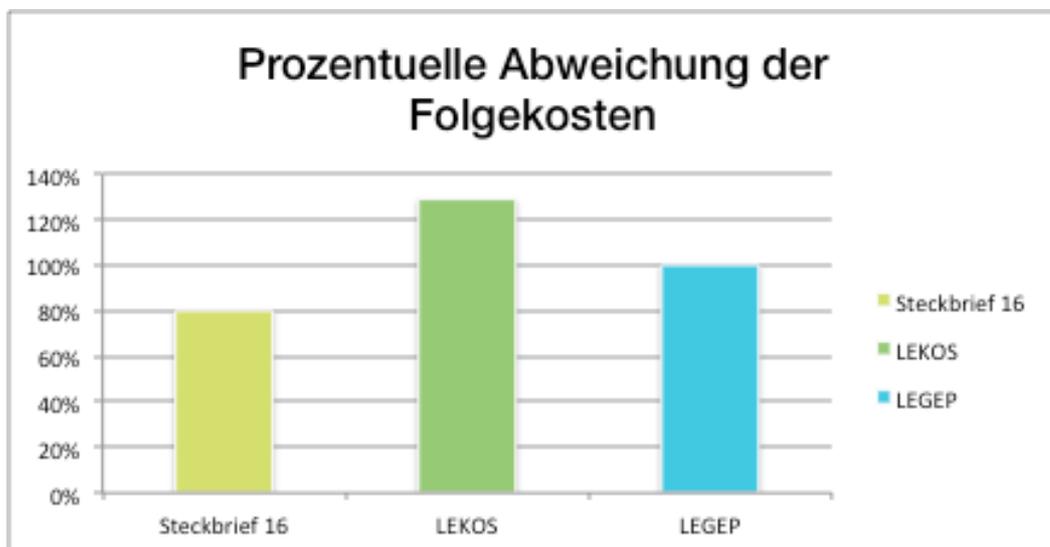


Abbildung 3-20 Prozentuelle Abweichung der Folgekosten

3.5 Vergleich der Softwaretools

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

Kriterium	DGNBSteckbrief Nr. 16	LEGE P	ABKLEKOS
Anwendungsphase	Zertifizierung	ab Entwurf bis Ausführung	○ Vorentwurf ○ Entwurf
Datenbank	Alle erforderlichen Datengrundlagen sind vorgegeben.	○ sirAdos-Baudaten ○ DIN 4108 ○ Ökobau.dat ○ Tabelle: Nutzungsdauer von Bauteilen des BBSR ○ VDI 2067	Es ist keine Datenbank hinterlegt, als Voreinstellungen wurden Daten des BKI genommen.
Normen	DIN 276, DIN 18960	DIN 276, DIN 18960	ÖNORM 1801-1, ÖNORM 1801-2
Umstellung der Steueransicht Netto/Brutto	Nein, nur Netto.	Ja, eine Umstellung ist möglich.	Ja, aber es wird davon abgeraten, die Steueransicht zu ändern
Preissteigerung	Ja, wird berücksichtigt. Alle Zinssätze sind vorgegeben.	Ja, es bestehen Voreinstellungen, diese können jedoch nach Bedarf abgeändert werden.	Ja, es bestehen Voreinstellungen, aber alle Werte können geändert werden.
Kapitalverzinsung	Ja, wird berücksichtigt. Alle Zinssätze sind vorgegeben.	Ja, so kann der Barwert ermittelt werden.	Ja, auch Voreinstellungen vorhanden, aber alle Werte können geändert werden.
Nachvollziehbarkeit	Ja, ist für das Berechnungsmodell und den Programmaufbau gegeben.	Nein, die Berechnung findet im Hintergrund statt, die Berechnungsschritte können nicht überprüft werden.	Ja, auch im Kommentarfeld können eigene Anmerkungen festgehalten werden
Anpassbarkeit an Projekt	Nein. Da alle Kostenarten, Kostenkennwerte und Berechnungsparameter festgelegt sind.	Ja, ist möglich.	Ja, jedoch viel Aufwand
Auswertung	Die wichtigsten Ergebnisse werden aufgelistet und grafisch dargestellt.	Alle relevanten Ergebnisse werden als Tabellen und Diagramme aufbereitet	Gute Aufbereitung der Ergebnisse, schöne Übersicht mit Diagrammen
Vergleich	Nein. Ist nicht möglich.	Ja, Vergleich von Bauteilen und Projekten möglich.	Nein, man muss manuell vergleichen
Variantenstudie	Nein. Ist nicht möglich.	Ja, wird angeboten	Ja, es können Versionen angelegt werden.
Anwendungsgebiete	Bürogebäude, Verwaltungsgebäude	Das Programm deckt den gesamten Hochbau ab. Bei Sonderbauten und Sonderausstattungen stößt es an seine Grenzen.	Basisvorlage bezieht sich auf Bürogebäuden mittleren Standards Für Schulgebäude, Wohngebäude muss die Basisvorlage angepasst werden.

Tabelle 3-2 Vergleich der getesteten Tools

3.6 Fazit

Bei dem Vergleich der Softwaretools gab es einige Punkte in denen sich die Programme wesentlich unterschieden haben und den Vergleich der Ergebnisse erschwerten. Die zugrundeliegenden Normen der einzelnen Tools waren entweder die österreichischen Normen B1801 oder die DIN 276, DIN 18960.

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

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

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

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

Bei allen drei Programmen wurden dieselben Daten eingegeben. Bei den Errichtungskosten wird erkennbar, dass die Ergebnisse der Kostenberechnung eine Abweichung von maximal 7% haben. Bei den Folgekosten jedoch wurde - trotz derselben Datengrundlage - eine Abweichung von rund 38% festgestellt.

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

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

4 FALLSTUDIE AN EINEM REALEN BAUPROJEKT

In diesem Kapitel erfolgt zunächst eine detaillierte Beschreibung des Bauprojekts, im Anschluss wird die Methode der Fallstudie aufgezeigt, dem folgt eine Beschreibung der, für die Berechnungen, gewählten Softwaretools. Im Weiteren folgt ein Vergleich der Softwaretools, welcher Aufschluss über die Potenziale und Anwendungsgrenzen geben soll und eine Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse der Tools mit jenen des Projektentwicklers (PE). Den Abschluss des Kapitels stellt eine Diskussion über die erzielten Ergebnisse dar.

4.1 Beschreibung des Bauprojekts

Das in diesem Kapitel beschriebene Bauprojekt wurde in Rücksprache mit dem Immobilienentwickler aus seinem aktuellen Projekt-Katalog gewählt, da es die Auswahlkriterien am ehesten erfüllte.

- Repräsentativ für das Portfolio des Entwicklers.
Das Gebäude sollte sowohl in der Funktion, wie auch im Volumen einer Vielzahl der im Portfolio befindlichen Projekte des Entwicklers entsprechen, um die gewonnenen Erkenntnisse an möglichst vielen weiteren Projekten anwenden zu können bzw. die im Weiteren festgestellte Eignung einer Software zu gewährleisten.
- Datengrundlage für die Berechnung ausreichend
Nachdem sich die, für eine Berechnung, zur Auswahl stehenden Projekte stark bzgl. Datentiefe unterschieden, u. A. weil sich die Projekte in unterschiedlichen Stadien befanden - kamen für einen weiterführenden Vergleich nur wenige Projekte in Frage. Zum einen, um für alle Programme die notwendigen Daten verfügbar zu haben (Quantität/Qualität der eingesetzten Baustoffe, Ausrichtung, Prognose der Nutzung), zum anderen, um die Ergebnisse der verglichenen Software mit konventionell ermittelten Prognosen gegenüberstellen zu können. (Baukosten ÖN B1801-1 und Folgekosten ÖN B1801-2)

Der im weiteren behandelte Entwurf basiert auf dem Siegerprojekt eines Architekturwettbewerbs für ein Schulgebäude in einem Stadtentwicklungsgebiet der Stadt Wien aus dem Jahre 2012 und wurde im Rahmen von Besprechungen an die Bedürfnisse des künftigen Nutzers angepasst.⁶⁴

Aus Gründen des Datenschutzes werden der Projektbeschreibung weder Planmaterial noch Visualisierungen oder Ähnliches beigefügt. Daher fällt die im Anschluss folgende Bau- und Ausstattungsbeschreibung sehr detailliert aus, um das Gebäude dennoch verstehen zu können. Des Weiteren befindet sich im Anhang (ab S.110) eine Tabelle mit einer quantitativen Erfassung des Gebäudes.

4.1.1 Grundlagen

Allgemeine Beschreibung

Der Baukörper soll die Landschaft auf Terrassen fortführen und bildet zum Stadtteil eine Kante. So entsteht ein starker Kontrast zwischen der südlichen Gartenfassade und der zur Stadt hin orientierten. Ziel des Entwurfs ist es, dass das Gebäude nicht mehr als solches wahrgenommen wird, sondern viel mehr als Teil der Landschaft. Eine Landschaft, welche als Garten und Spielraum genutzt werden kann/soll. Es soll der Landschaft kein Raum genommen werden, sie soll lediglich eine Verformung erfahren.⁶⁵

Beschreibung der Nutzung

Das entstehende Gebäude soll Bildungseinrichtungen der Stadt Wien auf einer Nett Nutzfläche von ca. 8600m² Platz bieten, einem Kindergarten mit 11 Gruppen, 8 Klassen einer Schule für Kinder mit besonderen motorischen Bedürfnissen, sowie einer Ganztagesvolksschule mit 17 Klassen. Der Bau soll räumliche, organisatorische und soziale Synergien schaffen.⁶⁶

Weitere Anforderungen

Besonderes Augenmerk wird auf die Aspekte des nachhaltigen Bauens gelegt, so soll ein nach ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Gesichtspunkten optimiertes Gebäude entstehen. Neben der Energieeffizienz wurden in dem

⁶⁴ Vgl. Kern 2013, S. 4.

⁶⁵ Vgl. ebenda.

⁶⁶ Vgl. ebenda.

Entwurf auch Themen wie Flexibilität und Adaptabilität für eventuelle spätere Nutzungen berücksichtigt. Durch den Betrieb des Gebäudes soll nicht zuletzt eine Sensibilisierung der Kinder für Nachhaltigkeit erfolgen. Im Weiteren sollen bei der angestrebten Nachhaltigkeitsbetrachtung durch die österreichische Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (ÖGNB) nach den Total Quality Building (TQB) Kriterien mindestens 750 von 1000 Punkten erreicht werden.⁶⁷

Äußere Gestaltung

Auf der eingeschossigen großzügigen Eingangszone liegt ein zweigeschossiges Volumen mit horizontalen Fensterbändern. Nach Norden wird dieses Volumen als klarer geometrischer Körper wahrgenommen, welcher sich nach Süden hin über die Ost- und Westfassade abtreppt. Zusätzlich zu der Abstufung ist der Baukörper mit der im Süden liegenden Landschaft verzahnt. So stellt sich das Gebäude hier in einer völlig anderen Form dar, was sich auch in unterschiedlichen Materialitäten widerspiegelt. Die südliche, zum Garten gerichtete Holzfassade, orientiert sich an der Erscheinung einer erdigen Landschaftsterrasse und stellt so einen starken Kontrast zu der sonst verwendeten glatten leicht schimmernden Metallfassade dar.⁶⁸

Innere Gestaltung

Die Zweiteilung in eine Nord- und Südseite ist auch im Inneren des Gebäudes wahrnehmbar. So befinden sich nördlich alle allgemein genutzten Bereiche, wie Verwaltungen, Therapieräume, Werkräume oder Personalräume und südlich der Ost-West-Achse, welche sich an zwei Bereichen zu großzügigen Aufenthaltszonen öffnet, alle Unterrichtsräume.⁶⁹

Funktions- und Erschließungskonzept⁷⁰

Das Gebäude wird von Norden, über einen großzügigen Haupteingang, erschlossen. Zwei Hauptachsen gliedern das Gebäude in drei nach Süden gerichtete Baukörper und verbinden das Eingangsgeschoss mit dem im Süden liegenden Landschaftsraum.

⁶⁷ Vgl. Kern 2013, S.4.

⁶⁸ Vgl. Kern 2013, S. 9.

⁶⁹ Vgl. ebenda.

⁷⁰ Vgl. Kern 2013, S.9 f.

Im Erdgeschoss befinden sich die gemeinschaftlich genutzten Funktionen wie Administration, Medienräume, Schulbibliothek und Küchenbereich mit Speisesaal. Der Küchenbereich wird über einen im Westen gelegenen Nebeneingang beliefert.

Die weiteren Geschosse des Gebäudes sind über 3 Haupttreppenhäuser zu erreichen, das westliche Treppenhaus ist außerdem als externe Erschließung für den Turnsaalbereich im Untergeschoss konzipiert.

In den beiden oberen Etagen sind die gemeinschaftlichen Funktionen, wie Administration der beiden Schulen, Therapie- oder Sonderunterrichtsräume im nördlichen Gebäudebereich angeordnet. In den nach Süden orientierten Flächen befinden sich die Klassen-, Kleingruppen- und Freizeiträume, je Baukörper bilden sie eine Art Gruppencluster, wobei jeder Cluster über seinen eigenen Garderoben- und WC-Bereich verfügt. Desweiteren ist jeder Gruppe ein großer nach Süden zur Landschaft offener Freizeitraum zugeordnet. Von diesen Freizeitzonen aus gelangt man direkt auf die vorgelagerten Dachterrassen, die untereinander über Treppen verbunden sind. So kann das gesamte Gebäude von Süden begangen werden. Bei der Erschließungszone an der Ost-West-Achse befinden sich weitere Freizeitbereiche, so sind jeweils zwischen den einzelnen Clustern großzügige Aufenthalts- und Arbeitsbereiche angeordnet, welche sich nach Süden öffnen. Sie dienen als Treffpunkt für Schüler der unterschiedlichen Bildungseinheiten.

Die vier Cluster des Kindergartens sind im Erdgeschoss und Untergeschoss, welches sich auf dem Niveau des Landschaftsraums befindet, untergebracht. Eine großzügige Freitreppe verbindet die beiden Etagen miteinander und führt direkt in den Gartenbereich. Über die Freizeiträume dieser vier Cluster gelangen die Kinder direkt in den Außenraum und zu dem kontrollierten Kleinstkinderspielplatz. Die Freizeiträume im Untergeschoss führen direkt in den Gartenbereich zwischen den beiden Baukörpern, die Gruppenräume sind um den Freizeitraum angeordnet. Im Erdgeschoss befinden sich die Freizeiträume im südlichsten Bereich der Baukörper mit direktem Zugang zu den Gartenböschungen.

Der Turnsaalbereich befindet sich im Untergeschoss des westlichen Baukörpers und ist über einen eigenen Zugang auch für externe Vereine erschließbar. Der nördliche Turnsaal kann bei Bedarf durch einen Trennvorhang in zwei unabhängige Einheiten unterteilt werden, wobei jede der beiden Einheiten über eine eigene Umkleeeinheit verfügt. Desweiteren kann er als Veranstaltungssaal genutzt werden.

Die Personalräume befinden sich verteilt auf alle Etagen des Gebäudes, so sind an jeder Stelle Personen verfügbar und nicht zentralisiert angeordnet.

4.1.2 Aufschließung⁷¹

Erdarbeiten

Eine Bodenstabilisierung mittels Kalk-Zement-Mischung bis ca. 3m unter der derzeitigen Geländeoberkante wird empfohlen.

Kanal, Abwasser

Der Schmutzwasserkanal wird Richtung Norden an den geplanten öffentlichen Kanal angeschlossen. In den Küchen wird das Abwasser über Fettabscheider in den öffentlichen Kanal geleitet.

Strom

Die Stromversorgung erfolgt aus dem Hochspannungsnetz der Wien Energie mit einer eigenen Trafostation.

Wasser

Die Wasserversorgung erfolgt aus dem öffentlichen Trinkwassernetz der Stadt Wien. Der Anschluss erfolgt im Wasserzählerraum im Untergeschoss.

Sonstige Anschlüsse

Für das Gebäude ist weder ein Fernwärmeanschluss noch ein Anschluss an das Gasnetz vorgesehen.

⁷¹ Vgl. Kern 2013, S. 12.

4.1.3 Rohbau⁷²

Tragkonstruktion

Als Gesamtsystem des Gebäudes wurde ein Stahlbeton-Skelettbau mit massiven Tragwänden zur horizontalen Lastabtragung gewählt. Die durchgehenden Wandscheiben des Gebäudes und die Treppenhauskerne bilden die aussteifenden Elemente für die horizontalen Belastungen, wie Wind, Erdbeben, etc. Über die Stützen werden ausschließlich Vertikallasten abgetragen, sie werden als "Pendelstützen" ausgeführt.

Gründung

Auf Grundlage des geotechnischen Gutachtens wird eine Flachgründung (Fundamentplatte) als Gründung ausgeführt.

Decken

Alle Decken werden als Stahlbetondecken hergestellt. Im Bereich der Turnsäle, sowie bei der nordseitigen Auskragung sind lastverteilende Stahlbetonträger vorgesehen.

Stiegen

Bei den Stiegenlaufplatten kommen Fertigteilelemente zum Einsatz. Bei den Haupt- und Zwischenpodesten erfolgt eine Schallentkoppelung.

Dächer

Die Flachdächer werden alle extensiv begrünt.

Außenwände

Die erdhinterfüllten Außenwände im Untergeschoss werden in Stahlbeton ausgeführt. Die Außenwände in den oberen Geschossen werden als Stahlbetonparapete und Stahlbetonunterzüge, welche auf Stahlbetonstützen aufgelagert werden, ausgeführt.

⁷² Vgl. Kern 2013, S. 13 f.

Innenwände

Alle tragenden Innenwände werden als Stahlbetonwände, welche auch der horizontalen Lastabtragung dienen, ausgeführt - die nicht tragenden Wände in Leichtbauweise.

Rohbau-Gebäudetechnik

Es ist in jedem der drei nebeneinander liegenden Baukörper ein eigenständiger Installationsschacht vorgesehen.

Die Aufzugsschächte befinden sich direkt an dem östlichen und westlichen Installationsschächten und werden in Stahlbeton ausgeführt. Es ist kein Triebwerksraum für die Aufzüge vorgesehen.

Sämtliche für den Gebäudebetrieb notwendigen Haustechnikräume sind im Untergeschoss angeordnet. Zusätzlich notwendige E-Technikräume, für die Etagen-Verteilung, befinden sich jeweils bei den Installationsschächten.

4.1.4 Gebäudetechnik

Wärmeversorgung

Die Wärmeversorgung der Heizungs- und Lüftungsanlagen, sowie der Warmwasserbereitung erfolgt mittels zweier Sole/Wasser Wärmepumpen.⁷³

Heizungsanlage

Es werden im gesamten Gebäude Fußbodenheizungen verbaut, zusätzlich werden in den Sanitärbereichen Radiatoren und in den Unterrichtsräumen, mit hoher Raumheizlast, Deckenheizungen eingebracht.⁷⁴

In der nachfolgenden Tabelle sind die angestrebten Raumtemperaturen der verschiedenen Bereiche im Sommer- und Winter-Fall angeführt.

⁷³ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S.11.

⁷⁴ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S.15.

Raumbezeichnung	Winter	Sommer
Arztzimmer	23 °C	ungekühlt
Umkleieräume	23 °C	ungekühlt
Wasch- und Duschräume Turnsaal	23 °C	ungekühlt
Unterrichtsräume	20 °C	ungekühlt
Unterrichtsräume Sonderschule	25 °C	ungekühlt
Gruppenräume Kindergarten	22 °C	ungekühlt
Verwaltungsräume	20 °C	ungekühlt
Lehrerräume	20 °C	ungekühlt
Bibliotheken	20 °C	ungekühlt
Werkräume	20 °C	ungekühlt
Serverraum	15 °C	25 °C
Elektroräume Untergeschoss	15 °C	25 °C
Lager Untergeschoss	15 °C	ungekühlt
Garderoben	18 °C	ungekühlt
Personalwaschraum	24 °C	ungekühlt
Gänge und Aufenthaltsbereiche	18 °C	ungekühlt
WC Anlagen	18 °C	ungekühlt
Beh.-WC Anlagen	24 °C	ungekühlt
Turnsäle	18 °C	ungekühlt
Küchen	20 °C	ungekühlt
Speisesaal	20 °C	ungekühlt
Windfang	15 °C	ungekühlt
Gänge (keine Pausenbereiche)	15 °C	ungekühlt
Technikräume	10 °C	ungekühlt

Tabelle 4-1 Raumtemperaturen⁷⁵

Energieversorgung

Die Anlage wird als geschlossene Warmwasser-Heizungsanlage ausgeführt, die gesamte Energieversorgung soll über zwei Sole/Wasser Wärmepumpen erfolgen, welche die Energie aus verschiedenen Ab- und Umweltwärmequellen beziehen. Die Wärmepumpe 1 bezieht ihre Energie aus der Gebäudeabluft über die Lüftungsanlage und bedient vorwiegend das Heizregister der Lüftungsanlage, außerdem die Warmwasseraufbereitung für den Turnsaal- und Küchenbereich. Die Wärmepumpe 2 bezieht ihre Energie primär aus einer etwa 100m² großen Solaranlage am Dach, im Falle einer Unterversorgung aus einer Brunnenanlage. Vorwiegend wird die gewonnene Energie der Fußbodenheizung zugeführt.⁷⁶

⁷⁵ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S. 6 f.

⁷⁶ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S.13 f.

Regelung

Die Heizung wird über eine DCC-Regelanlage geregelt. Die Regulierung der Vorlauftemperatur ist in diesem System außertemperaturabhängig. Es können Nacht- und Wochenendabsenkungen eingestellt werden, des Weiteren ist eine Erfassung der Feiertage möglich. Um unkontrollierte Wärmeverluste zu vermeiden, sind die Fenster in den Klassenräumen mit Kontaktsensoren ausgestattet, welche auf die Lüftungsanlage einwirken.⁷⁷

Kälteanlage

Für den Serverraum wird eine Kühlleistung von 3 kW und für die Elektroräume und die EDV-Verteilung im Untergeschoss 500 W vorgesehen, die Kühlung erfolgt über eine Multisplitklimaanlage mit Außeneinheit am Dach.⁷⁸

Brunnenwassernutzung

Für die Versorgung der Wärmepumpe 2 mit Grundwasser wird eine Brunnenanlage mit zwei Saugbrunnen und einem Versickerungsbrunnen hergestellt. Für die Beheizung im Winter werden voraussichtlich etwa 54m³/h und für die Kühlung im Sommer etwa 11m³/h dem Grundwasser entnommen und über den Sickerbrunnen wieder zurückgeführt.⁷⁹

Wasseraufbereitung

Direkt nach dem Hauswasserzähler werden ein automatisch rückspülbarer Wasserfilter, eine Wasserenthärtungsanlage und ein Ionentauscher mit einer Enthärtung von 16°dH auf 8°dH, installiert. Für den Küchenbereich ist keine zusätzliche Enthärtungsanlage vorgesehen.⁸⁰

Regenwassernutzung

Es ist keine Nutzung des Regenwassers angedacht, da für die Gartenbewässerung Wasser aus der Brunnenanlage herangezogen wird. Das Regenwasser wird außenliegend abgeführt und am eigenen Grund versickert.⁸¹

⁷⁷ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S. 17.

⁷⁸ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S. 18.

⁷⁹ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S. 37.

⁸⁰ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S.10.

⁸¹ Vgl. ebenda.

AP-Ausstattung

Folgendes wird als Standardausstattung für einen Arbeitsplatz definiert:⁸²

- 1Stk. Schukosteckdose Normalnetz
- 1Stk. Schukosteckdose EDV-Netz
- 2Stk. Datenanschlussdose RJ45

Arbeitsplatzversorgung

In den Verwaltungsräumen wird die Arbeitsplatzversorgung mittels Alu-Kabelkanälen, in zweifacher Ausführung, um Stark- und Schwachstrom getrennt voneinander führen zu können, vorgesehen. In den Unterrichtsräumen werden im Bereich der Lehrerarbeitsplätze vertikale Alu-Kabelkanäle in einer Mauernische eingebaut. Um die Verkabelung nachträglich adaptieren zu können, werden die horizontalen Kabelkanäle mittels vertikaler Rohrtrassen, kommend von der Zwischendecke, verkabelt. Es ist in keinem Gebäudebereich der Einsatz von Doppelböden vorgesehen.⁸³

Für die Datenverkabelung werden Kategorie 7 Leitungen, mit einer Übertragungsrate bis 600Mhz und RJ45 Datendosen der Kategorie 6a, mit einer Übertragungsrate bis 500Mhz vorgesehen.⁸⁴

Des Weiteren ist im gesamten Bereich der Sonder- und Volksschule die Installation von W-LAN Access Points geplant, für den Anschluss werden in den Gangzonen RJ45 Datendosen vorgesehen.⁸⁵

Innenbeleuchtung

Es werden alle verwendeten Beleuchtungskörper mit Leuchtstofflampen oder Kompaktleuchtstofflampen ausgerüstet.⁸⁶

In der folgenden Tabelle sind für jeden Bereich die mindestens vorgesehenen mittleren Beleuchtungsstärken angeführt.

⁸² Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 4.

⁸³ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S.6.

⁸⁴ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 20.

⁸⁵ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S.21.

⁸⁶ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S.11.

Bereich	Lichtintensität
Unterrichtsräume	300 lux
Werkräume	500 lux
Aufwärmküche	500 lux
Turnsaal	300 lux
Bibliothek	300 lux
Sammlungen	100 lux
Lehrerarbeitsräume	300 lux
Direktion, Administration	500 lux
Verkehrsflächen, Gänge	100 lux
Treppenhäuser	150 lux
Lagerräume	100 lux
Pausen-/Aufenthaltszonen	200 lux
Sanitärräume	200 lux
Garderoben	200 lux
Technikräume allgemein	100 lux
Serverraum	200 lux

Tabelle 4-2 Beleuchtungsstärke nach Bereichen⁸⁷

- Feuchtraumwannenleuchten/Leuchtstofflampe/erhöhte Schutzart:
Technikbereich, Lager
- Einbauleuchte/Leuchtstofflampe/erhöhte Schutzart:
Küchen, Garderoben, Sammlungen
- quadratische Einbauleuchte/LED-Technologie:
Sanitärräume, Gänge, Foyer, Freizeiträume
- quadratische Aufbaudeckenleuchte/LED-Technologie:
Treppenhäuser
- quadratische Einbaudeckenleuchte/Leuchtstofflampe:
Medienräume, Bibliothek
- Deckenanbauleuchte/Leuchtstofflampe/ballwurfsicher:
Geräteraum, Möbellager bei Turnsaal
- Langfeld Einbau-Deckenleuchte/Leuchtstofflampe/ballwurfsicher:
Turnsäle
- Langfeld Einbau-Deckenleuchte/Leuchtstofflampe/PC-tauglich:
Unterrichtsräume, Gruppenräume, Verwaltung⁸⁸

⁸⁷ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 11.⁸⁸ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 12.

Außenbeleuchtung⁸⁹

Die Beleuchtung im Bereich des Vordachs an der Nordseite erfolgt mittels quadratischer Einbau-Downlights mit erhöhter Schutzart, welche mit Kompaktleuchtstoffröhren betrieben werden.

Die Vorplätze und Terrassen werden mittels LED-Anbaustrahler in erhöhter Schutzart beleuchtet.

Bei den Gehwegen und Stiegen kommen LED-Mastleuchten zum Einsatz, welche in erhöhter Schutzart ausgeführt werden. Die Handläufe der Stiegen werden zusätzlich mit LED-Handlaufleuchten, welche auch als Notbeleuchtung dienen, ausgestattet.

Notbeleuchtung

Die Notüberbrückungsdauer der Notbeleuchtung mittels Zentralbatterieanlage soll mindestens 3 Stunden betragen und eine Beleuchtungsstärke von 1 Lux aufweisen.⁹⁰

Die Rettungszeichenleuchten werden wie folgt angeordnet: ⁹¹

- Foyer
- An allen Fluchttüren
- In Fluchttreppenhäusern und bei deren Ausgängen
- In allen Gängen und Gangzonen
- In den Sanitärräumen, ab einer Größe von 8m²
- In den Technikräumen

Medientechnik

In sämtlichen Unterrichtsräumen werden die notwendigen Installationen für die Verwendung von digitalen Whiteboards vorgesehen. Konkret ist dies ein 230V-Anschluss, eine HDMI- und eine Ethernet-Datenanschlussdose. In den Turnsälen werden Lautsprecheranschlüsse an der Decke und Cat- und Lautsprecheranschlüsse in der Mediennische vorgesehen.⁹²

⁸⁹ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 13.

⁹⁰ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 14.

⁹¹ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 15.

⁹² Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 23.

Brandmeldeanlage

Das gesamte Gebäude wird mit einer Brandmeldeanlage im Schutzzumfang "Vollschutz" ausgestattet. Es werden in alle Räumen, mit Ausnahme der Treppen und Duschräume, automatische Melder verbaut. Die Anlage ist unabhängig von der Stromversorgung, mittels eingebauter Batterien, betriebsfähig. Zusätzlich zu den automatischen Meldern werden in den Fluchtwegen Druckknopfmelder angeordnet. Grundsätzlich erfolgt jeweils nur die Alarmierung des betroffenen Brandabschnitts. Zusätzlich zu den Sirenen, welche in den Gängen und größeren Räumlichkeiten installiert sind, ist eine optische Alarmierung mittels Blitzlicht vorgesehen.⁹³

MSR-Anlage

Ein zentrales Computersystem wird die Steuerungs- und Regelungsfunktionen für alle wesentlichen gebäudetechnischen Anlagen übernehmen. So ist eine stetige Beobachtung der Energieflüsse im Gebäude gewährleistet und alle relevanten Anlagenteile können zentral überwacht werden. Durch die ständige Zustandserfassung der einzelnen Bereiche mit den Fühlern und Sensoren des Systems wird eine rationelle Energieverwendung und ein hoher Gebäudekomfort ermöglicht.⁹⁴

Die elektrischen Verbraucher in den einzelnen Bereichen werden mittels eines kombinierten BUS-Systems (KNX/BACNET) gesteuert. Folgende Anlagen werden von diesem System verwaltet:

- Sonnenschutz
- Beleuchtungsanlage
- Heizungsanlage
- Lüftungsanlage

Da die Anlage unter Beeinflussung der Wetter-, Lichtverhältnisse, etc. operiert, wird im Außenbereich für diesen Zweck eine Wetterstation errichtet.⁹⁵

⁹³ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S. 19.

⁹⁴ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S. 39.

⁹⁵ Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S.9.

Taster/Melder/Sensoren

Der Sonnenschutz der einzelnen Einheiten wird über Schlüsseltaster gesteuert, bei Unter-/Überschreitung von bestimmten Parametern (Wind-, Lichtverhältnisse, etc.) erfolgt eine vollautomatische Steuerung des Systems. In sämtlichen Büros und Unterrichtsräumlichkeiten werden, für die Temperaturregulierung, Raumtemperaturfühler, Präsentmelder und Fensterkontakte vorgesehen. Die Regulierung der Beleuchtungskörper in den Unterrichtsräumen, ist in Abhängigkeit des Tageslichts, möglich, für die individuelle Steuerung sind Tastsensoren vorgesehen.⁹⁶

Klima und Lüftungsanlage

Die angesaugte Außenluft wird über einen Wärmetauscher, welcher mit einem brunnenwasserbetriebenen Heiz-/Kühlregister verbunden ist, der Lüftungsanlage zugeführt. Das Register dient zur Vorkonditionierung, Kühlung der Außenluft im Sommer und Vorwärmung der Luft im Winter.⁹⁷

4.1.5 Gebäudeausbau

Fußböden⁹⁸

- Kunststein/Beton/Fliesen
Erschließungsbereiche Erdgeschoss, Ost-West Erschließungsachse in den beiden Obergeschossen, Treppenhäuser, Küchen
- Fliesen
Duschen, Sanitärräume, Putzräume, Wickelräume
- Linoleum
Gänge im Bereich der Unterrichtsräume, Unterrichtsräume, Bibliothek, Medienraum, Speisesaal, Garderoben, Therapieräume, Freizeiträume, Verwaltungsbereiche, Umkleiden, Gruppenräume, südlicher Turnsaal

⁹⁶Vgl. Fa. Die Haustechniker, Elektrotechnik 2013, S.10.

⁹⁷Vgl. Fa. Die Haustechniker, Haustechnik 2013, S. 23.

⁹⁸Vgl. Kern 2013 S.16.

- Estrich versiegelt
Lagerräume im Untergeschoss, Elektro-Räume
- Parkett
nördlicher Turnsaal

Wandverkleidungen und -beläge innen

Die gesamten Trockenbauwände werden gespachtelt und gestrichen. Die innen liegenden Wände der Haupttreppenhäuser werden in Sichtbetonqualität ausgeführt. Alle Sanitär- und Küchenwände werden bis zu einer Höhe von 2,1m mit Fliesen versehen. Die Wände der beiden Turnsäle werden bis zu einer Höhe von 2,65m mit Prallschutzwänden aus glattem Birkenperrholz verkleidet, die darüber liegenden Wandbereiche werden mit gelochten Birkenperrholz, als schallabsorbierende Maßnahme, versehen.⁹⁹

Deckenverkleidungen und -beläge

Die Decken der Turnsäle werden mit den selben gelochten Birkenperrholz verkleidet, wie die Wände über 2,65m. In den Sanitärbereichen werden die Decken als Aluminiumdecken ausgeführt. In den Küchenbereichen wird eine Metallkassettendecke verbaut. In allen weiteren Bereichen werden die Decken mit abgehängten GK-Decken, mit einer Lochung laut dem bauphysikalischen Anforderungen, verbaut.¹⁰⁰

Portale

Die Portale in den Erschließungsbereichen werden lt. Brandschutzverordnung als Alu- oder Stahl-Glas hergestellt. Des Weiteren sind entlang der Ost-West-Achse bei den Gruppenräume Stahl-Glas-Wände vorgesehen.¹⁰¹

Innentüren

Entlang der Ost-West-Achse bei den Gruppenräumen werden Glastüren eingesetzt. Ansonsten werden Türblätter mit einer Schichtstoffplatte als Oberfläche in einer beschichteten Stahlzarge verbaut. Um die Kommunikation zu fördern und eine visuelle Verbindung herzustellen sind in den Gruppenräume im

⁹⁹ Vgl. Kern 2013 S.16.

¹⁰⁰ Vgl. ebenda.

¹⁰¹ Vgl. Kern 2013 S.16 f.

Bereich des Kindergartens und bei allen Unterrichtsräumen in den Obergeschossen neben den Türen fixe Verglasungselemente vorgesehen.¹⁰²

Innenfenster

Die zugeordneten Sanitärräume der Gruppenräume im Bereich des Kindergartens erhalten je ein Sichtfenster, damit eine Überschaubarkeit des Raums gegeben ist.¹⁰³

Außentüren

Bei den Pfosten-Riegel-Konstruktionen werden Alu-Rahmen Türen mit Glasfüllung eingesetzt.¹⁰⁴

Außenfenster

Alle Außenfenster werden als Aluminiumfenster ausgeführt, die Pfosten-Riegel-Konstruktionen werden ebenso in Aluminium hergestellt.¹⁰⁵

Glasdach

Über dem Treppenhaus des mittleren Baukörpers werden Pfosten-Riegel-Verglasungen aus Aluminium eingebaut.¹⁰⁶

Sonnenschutz

Die Fenster an der südlichen Gartenseite bekommen einen außenliegenden Sonnenschutz mittels hochwertiger Sonnenschutzjalousien, alle Fluchtwegtüren an der Gartenfassade werden mit Sonnenschutzglas ausgeführt. Alle weiteren Fenster, an der Ost, West und Nord Fassade werden bündig mit der Fassade eingebaut und erhalten einen zwischenliegenden Sonnenschutz.¹⁰⁷

¹⁰² Vgl. Kern 2013 S.17.

¹⁰³ Vgl. ebenda.

¹⁰⁴ Vgl. ebenda.

¹⁰⁵ Vgl. ebenda.

¹⁰⁶ Vgl. ebenda.

¹⁰⁷ Vgl. ebenda.

Fassade

Die Fassaden wurden grundsätzlich alle mit einer Hinterlüftung geplant. Um den Kontrast zwischen der der Stadt zugewandten Fassaden im Norden, Osten und Westen und der Gartenfassade im Süden zu verstärken, wurden unterschiedliche Materialien für die Fassadenbekleidungen gewählt. Die Südfassade wird mit einer Holzschalung versehen, welche an die Erscheinung einer Erdböschung erinnern soll, die anderen Fassaden werden mit einem glatten, reflektierenden Metall verkleidet.¹⁰⁸

Dach

Das Dach wurde als extensiv begrüntes Flachdach, mit einer außenliegenden Dachentwässerung geplant.¹⁰⁹

4.1.6 Außenanlagen

Befestigte Flächen

Durch die Vielfältigkeit der Bildungseinrichtung und der damit verbundenen Bandbreite an unterschiedlichen Nutzern werden je nach Bereich unterschiedliche Bodenbeläge zum Einsatz kommen.

Aufgrund der Fugenlosigkeit ist in den Innenhöfen Confalt vorgesehen, er ist leicht zu reinigen, sehr robust und kann in vielen Farben hergestellt werden. Die Gartenwege werden einen Asphaltbeleg bekommen, er ist ebenfalls für das Befahren mit Kinderfahrzeugen geeignet und pflegeleicht.

Aufgrund der geringen Aufbauhöhe ist im Bereich der Terrassen ein Belag mit Betonsteinen angedacht.¹¹⁰

Beleuchtung

Es werden alle Fluchtwege und Fluchttreppen beleuchtet. Die zwischen den Bauteilen liegenden Innenhöfe und die Terrassen werden vom Gebäude aus beleuchtet.¹¹¹

¹⁰⁸ Vgl. Kern 2013 S. 17.

¹⁰⁹ Vgl. Kern 2013 S. 17 f.

¹¹⁰ Vgl. Kern 2013 S. 18.

¹¹¹ Vgl. Kern 2013 S. 19.

Einfriedung

Der gesamte Garten soll durch einen 2 Meter hohen Stabilgitterzaun umzäunt werden. Die Sportfelder sollen mit einem 4m hohen Zaun zum eigenen Areal und mit einem 6m hohen Ballfangzaun zu öffentlichen Flächen abgegrenzt werden. Bei intensiver externen Nutzung der Anlagen, müsste der Zaun auf 6m bzw. 7m erhöht werden oder optional eine Netzabdeckung angebracht werden. Der Kleinstkinderspielplatz wird mit einem 60cm hohen Zaun umgrenzt.¹¹²

Treppen

Es führen Fluchttreppen vom 2. OG über das 1.OG und das Erdgeschoss bis in den Landschaftsraum auf Niveau des Untergeschosses, so sind die Terrassen auf den unterschiedlichen Ebenen fußläufig miteinander verbunden.¹¹³

Sonstiges

Vor dem Haupteingang der Einrichtung soll eine Sitzmauer mit Sitzauflagen das Verweilen und Warten ermöglichen. Im Garten wird eine Pergola als Klassenzimmer im Grünen errichtet. Auf den Terrassen sollen Pergolen und Pflanzbeete zur Begrünung errichtet werden, auch eine Berankung der Pergola ist möglich.¹¹⁴

Spezielle Anlagen

Die vielfältige Ausstattung mit Spielgeräten wie Schaukeln, Kletteranlagen, Rutschen, Spielhäuschen, Tastpfad, Nestschaukel, Matschtischen, Sandkisten, etc. wurde in Abstimmung mit den künftigen Nutzern gewählt. Dabei wurden nicht nur Geschlechts- und Altersspezifische Aspekte berücksichtigt, sondern insbesondere auf die Anforderungen von Menschen mit besonderen Bedürfnissen eingegangen.

Im südwestlichen Bereich des Areals befinden sind zwei Sportfelder mit Gummigranulatbelag und ein Hartplatz mit Asphaltbelag.¹¹⁵

¹¹² Vgl. Kern 2013 S. 19.

¹¹³ Vgl. Kern 2013 S. 18.

¹¹⁴ Vgl. Kern 2013 S. 19.

¹¹⁵ Vgl. ebenda.

4.1.7 Bauphysikalische Angaben zur Gebäudehülle

In der nachfolgenden Tabelle sind die geplanten Kennwerte für die Konstruktion angeführt.

Bauteil	U-Wert gem.OIB-RL Nr.6	geplanter U-Wert
Wände gegen Außenluft	0,35	0,16 - 0,19
Trennwände zwischen Einheiten	0,9	--
Wände gegen unbeheizte Bereiche	0,6	0,42
Erdberührte Wände und Fußböden	0,4	0,14 - 0,26
Fenster und Türen gegen Außenluft	1,7	1,4
transparent Bauteile horizontal gegen Außenluft	2	2
Decken gegen Außenluft, und über Durchfahrten	0,2	0,15 - 0,19
Innendecken gegen unbeheizte Bereich	0,4	0,32

Tabelle 4-3 Geplante Kennwerte¹¹⁶

Bauteil	Fläche	U-Wert
Pfosten-Riegel-Fassade	338,1m ²	1,4
Fenster	394,8m ²	1,4
Glaspaneelfassade	62,79m ²	0,49
Vorgehängte Fassade	459,1m ²	0,156
Wand gegen Erdreich	187,96m ²	0,26
Tür zu unbeheizt	15,76m ²	2,5
Trennwand zu unbeheizt	268,53m ²	0,415

Tabelle 4-4 Hüllflächen Ausrichtung Nord-Nord-Ost

¹¹⁶ Vgl. Fa. Dr.Pfeiler 2013, S.4.

Bauteil	Fläche	U-Wert
Pfosten-Riegel-Fassade	200,12m ²	1,4
Fenster	440,1m ²	1,4
Glaspaneelfassade	33,15m ²	0,49
Vorgehängte Fassade	838,58m ²	0,156
Wand gegen Erdreich	66,9m ²	0,26
Außentüren	15,77m ²	1,4
Trennwand zu unbeheizt	108m ²	0,415

Tabelle 4-5 Hüllflächen Ausrichtung Ost-Süd-Ost

Bauteil	Fläche	U-Wert
Pfosten-Riegel-Fassade	582,39m ²	1,4
Fenster	69,83m ²	1,4
Außenwand 25cm STB	553,45m ²	0,189
Vorgehängte Fassade	130,61m ²	0,156
Wand gegen Erdreich	218,64m ²	0,26
Tür zu unbeheizt	3,14m ²	2,5
Trennwand zu unbeheizt	168,93m ²	0,415

Tabelle 4-6 Hüllflächen Ausrichtung Süd-Süd-West

Bauteil	Fläche	U-Wert
Pfosten-Riegel-Fassade	182,43m ²	1,4
Fenster	447,98m ²	1,4
Glaspaneelfassade	38,14m ²	0,49
Vorgehängte Fassade	718,22m ²	0,156
Wand gegen Erdreich	201,35m ²	0,26
Außentür	3,77m ²	1,4
Trennwand zu unbeheizt	110,74m ²	0,415

Tabelle 4-7 Hüllflächen Ausrichtung West-Nord-West

Bauteil	Fläche	U-Wert
Dach extensiv begrünt	2811,63m ²	0,183
Warmdach Foamglas	1363,77m ²	0,185
Dachterrassen	555,83m ²	0,163
Fußboden auskragend	280,2m ²	0,135
Dachflächenfenster	13,04m ²	2
Fußboden zu unbeheizt	510,67m ²	0,317
Fußboden erdberührt I	3038,2m ²	0,246
Fußboden erdberührt II	915,21m ²	0,14

Tabelle 4-8 Hüllflächen Horizontal

4.2 Methode

Die Forschungsfrage dieser Arbeit wurde im Rahmen einer Fallstudie bearbeitet, in diesem Unterkapitel wird die Methode der Fallstudie aufgezeigt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind ab der Seite 87 angeführt, dem folgt, am Ende des Kapitels, die Interpretation und Diskussion der Ergebnisse.

Das folgende Unterkapitel (4.3) widmet sich der Beschreibung der verwendeten Software-Tools und den Kriterien, anhand welcher sie gewählt wurden.

Für die Fallstudie wurden 3 Berechnungsvarianten durchgeführt:

- Variante 1:
Die Berechnungsergebnisse der Software-Tools werden jenen des Projektentwicklers gegenübergestellt. Betrachtet werden sowohl die Bauwerkskosten, wie auch die Folgekosten.
- Variante 2:
Im der zweiten Variante werden relevante Daten für die Ermittlung der Folgekosten, wie z.B. Lebensdauer und Kosten von Elementen oder Wartungsintervalle, vom **LZK Tool**^{ÖKO} in ABK LEKOS importiert. Es werden nur die Ergebnisse der Softwarelösungen auf Basis der Folgekosten verglichen.
- Variante 3:
Bei dieser Variante handelt es sich um eine Sensitivitätsanalyse, welche auf der Variante 2 basiert und die Auswirkungen veränderter Zinssätze (Inflation, Preissteigerung etc.) und Betrachtungszeiträume untersucht.

Die Qualität der Ergebnisse ermittelt sich zum einen durch den Vergleich zu den vom Entwickler zur Verfügung gestellten Daten und zum anderen, dort wo keine PE-Daten verfügbar sind, durch die Ähnlichkeit der Ergebnisse der Tools.

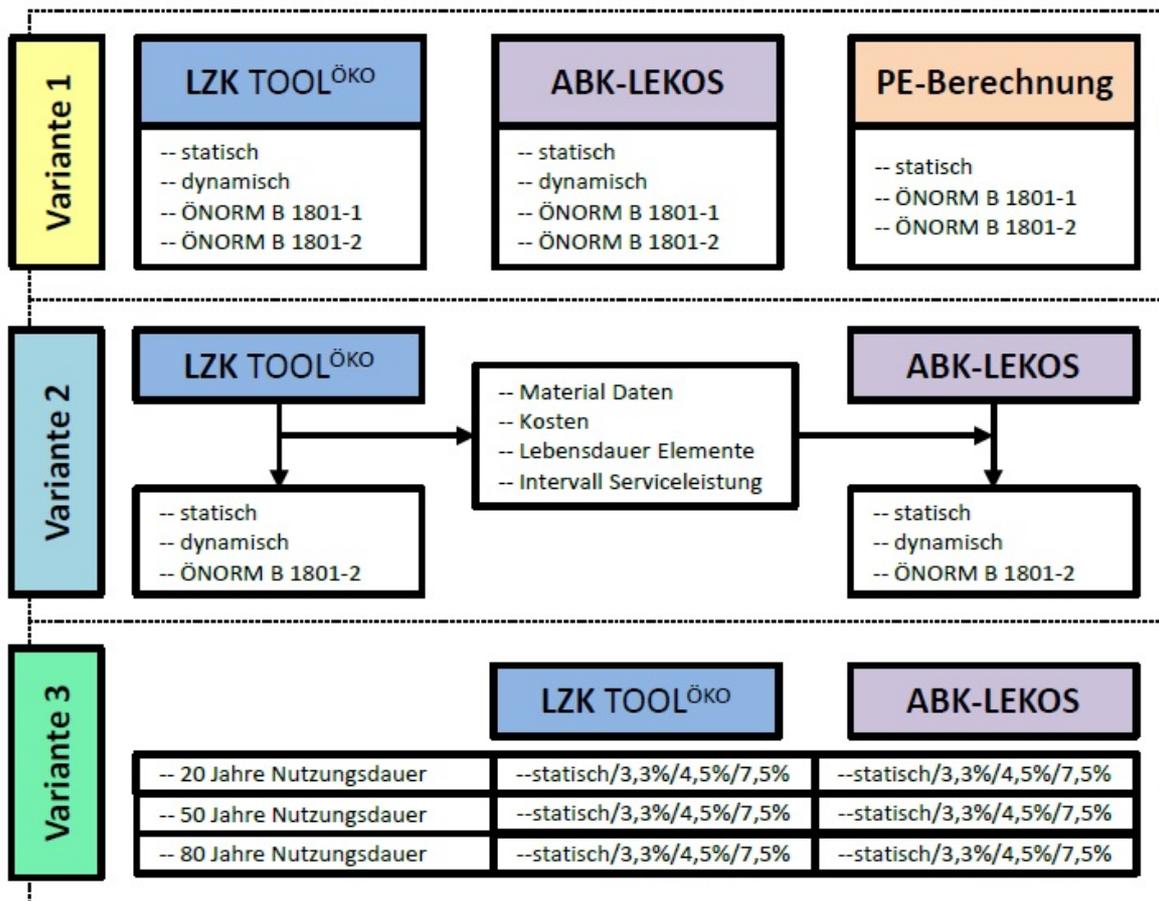


Abbildung 4-1 Methode der Fallstudie

4.3 LZK - Berechnung des Bauprojekts

In diesem Kapitel werden zunächst die Kriterien vorgestellt, anhand welcher die beiden, für die Berechnung des realen Bauvorhabens, verwendeten Programme ausgewählt wurden. Im Weiteren werden diese Software-Lösungen beschrieben und abschließend, im jeweiligen Fazit, deren Anwendungsgrenzen und Vor- und Nachteile aufgezeigt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind im Kapitel 4.4.2, bei der Gegenüberstellung, angegeben.

Wahl der Software-Tools

Da vom Immobilienentwickler die Phase, in welcher das Tool eingesetzt werden soll nicht eingeschränkt wurde, sollen die betrachteten Software-Lösungen zum einen eine objektive Bewertung der eingereichten Projekte aus dem Vorentwurf ermöglichen, zum anderen soll das "Gewinnerprojekt" in den weiteren Planungsphasen, zur Optimierung, begleitet werden können.

Nachdem der Immobilienentwickler seine Gebäude nicht selber plant, sondern im Regelfall Architekturwettbewerbe durchführt, gibt es im wesentlichen drei Möglichkeiten die Lebenszykluskosten der eingereichten Wettbewerbsbeiträge zu erhalten.

1. LZK werden von den teilnehmenden Architekturbüros berechnet:

Bei dieser Variante müssten vom Entwickler alle für die Berechnung notwendigen Parameter bekanntgegeben werden, dies umfasst die Wahl des Softwaretools, die Berechnungsparameter und den erwarteten Energieverbrauch, bzw. eine Darstellung der genauen Nutzung der geplanten Immobilie.

Die Architekturbüros würden neben den üblichen Unterlagen ihrer Beiträge auch die selber ermittelten Lebenszykluskostenberechnung, mit allen notwendigen Daten für eine Überprüfung, an den Entwickler übergeben.

Vorteil dieser Variante wäre, dass der Aufwand, seitens des Immobilienentwicklers, zunächst sehr gering ausfallen würde und die teilnehmenden Büros Auswirkungen auf die Lebenszykluskosten frühzeitig erkennen und die Erkenntnisse bereits während der Planung

anwenden könnten. Der Nachteil ist, dass eine seriöse Überprüfung der Berechnungen sehr zeitintensiv ausfallen könnte und die zuvor beschriebene Aufwandsersparnis marginalisiert. Außerdem wird es von den Wettbewerbsrahmenbedingungen abhängen, ob die Vorgaben, z.B. aufgrund Kapazitätsüberlastung, fehlenden Know-how oder Kostengründen, das Teilnehmerfeld bereits frühzeitig ausdünnen, was Nachteile hinsichtlich der architektonischen Qualität des zu realisierenden Objekts haben könnte.

2. Entwickler berechnet LZK selber:

In diesem Fall müssten die Wettbewerbsteilnehmer alle für die LZK - Berechnung notwendigen Daten an den Entwickler übergeben, welcher in weiterer Folge die Berechnungen selber durchführt.

Um falschen Interpretationen der Gebäudedaten und einer sehr zeitintensiven Berechnung der eingereichten Beiträge vorzubeugen, wäre in diesem Fall die Ausarbeitung eines sinnvoll abgestimmten Fragebogens ratsam. Durch dieses Vorgehen ließe sich der notwendige Zeiteinsatz für die Berechnung auf ein Minimum reduzieren.

Der Vorteil dieses Vorgehens, gegenüber der zuvor genannten Variante, wäre, dass bestimmt bei allen Beiträgen die gleichen Parameter für die Berechnung herangezogen werden und beabsichtigte Verschleierungen bzw. "Schönrechnen" ausgeschlossen wird. Der Nachteil wäre hier, dass der Löwenanteil der für die Berechnungen benötigten Zeit bzw. Kosten auf der Seite des Entwicklers liegen bleibt.

3. LZK werden durch Dritte (Dienstleister) berechnet:

Wie bei der zuvor genannten Variante würden auch hier die für die Berechnung notwendigen Daten von den teilnehmenden Architekturbüros an den Entwickler übergeben werden, jedoch würde dieser im Weiteren die Daten an einen Dienstleister übermitteln, der mit der Berechnung der Beiträge beauftragt ist. Die Berechnung und weite Teile des damit verbundenen Aufwands würden also ausgelagert werden.

Der Vorteil dieser Option wäre, neben der Aufwandsersparnis für den Entwickler, dass die Firma, sofern sie die Expertise hat, genau definieren kann welche Daten für die Berechnung benötigt werden, somit erspart sich der Wettbewerbsteilnehmer ausufernde Datenübermittlungen. Dadurch würden vermutlich schneller belastbare Ergebnisse vorliegen und das notwendige Zeitinvestment seitens des Entwicklers und der Wettbewerbsteilnehmer könnte auf ein Minimum reduziert werden. Diese Option ließe sich wohl über den direkten Kontakt zwischen Dienstleister und Wettbewerbsteilnehmern weiter optimieren.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte und unter Anbetracht der geographischen Lage der Vielzahl der Bauprojekte des Entwicklers, wurde für die Lizenzsoftware, welche bei der Variante 1 und 2 zum Einsatz kommen könnte, das Programm "ABK-Lekos" und für die "servicierte" Alternative, also jenes Programm, welches von einem Dienstleister angewendet werden würde, das Lebenszyklustool "LZK Tool^{ÖKO}" der Firma "M.O.O.CON" gewählt.

4.3.1 ABK Lekos

Nachdem die Grundlegenden Funktionen des Programms bereits im Kapitel 3.2 beschrieben sind, werden in diesem Kapitel lediglich Ergänzungen vorgenommen, um ein vollständiges Bild der Funktionsweise und der Eigenschaften des Programms zu gewährleisten.

4.3.1.1 Ergebnisdarstellung

Der gesamte, sehr umfangreiche Ergebnisbogen, welchen das Programm ausgibt befindet sich im Anhang - Seiten 119-154.

Ergebnis - Übersicht

In der Übersicht werden die eingegebenen Objektkenndaten und einige Kennwerte [Kosten/m²] angegeben. Des Weiteren wird ein Balkendiagramm dargestellt, welches die durchschnittlichen Kosten pro Jahr angibt. wobei die Gesamtkosten je Kostengruppe für den gewählten Zeitraum (z.B. erwartete Lebensdauer der Immobilie) summiert und durch die Jahre des Betriebs dividiert werden. Das Ergebnis wird je nach Wahl mit oder ohne Valorisierung dargestellt.

Dargestellten Kostenbereiche:

- Gesamten Errichtungskosten (gegliedert nach ÖNORM B 1801-1)
- Folgekosten (gegliedert nach ÖNORM B 1801-2)
- Verwaltung
- Technischer Gebäudebetrieb
- Ver- und Entsorgung
- Reinigung und Pflege
- Sicherheit
- Gebäudedienste
- Instandsetzung, Umbau
- Objektbeseitigung, Abbruch

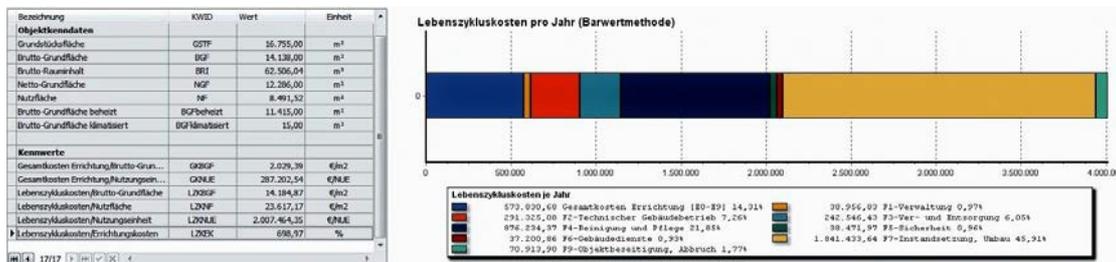


Abbildung 4-2 Ergebnis - Übersicht

Ergebnis - Kostenverteilung

Bei der Kostenverteilung gibt ABK-LEKOS eine Tabelle aus, welche die gesamten Errichtungskosten und die Folgekosten für die Dauer des gewählten Lebenszyklus darstellt. Alle Ergebnisse werden nach Barwert- und Nominalwertmethode (mit und ohne Valorisierung) angegeben, mit dem jeweiligen Anteil an den Gesamtkosten. Diese kalkulierten Gesamtkosten der Immobilie werden auch jeweils als Kreisdiagramm ausgegeben, so sind die Unterschiede dieser zwei Berechnungsmodelle auf einen Blick klar. Außerdem werden hier die für die Berechnung gewählten finanziellen Parameter ausgewiesen.

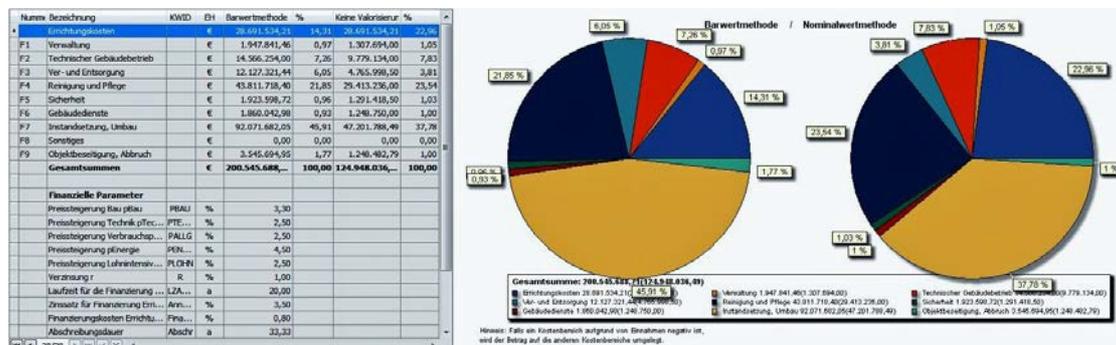


Abbildung 4-3 Ergebnis - Kostenverteilung

Ergebnis - Kostenentwicklung

Die Ergebnisdarstellung der Kostenentwicklung zeigt ein Diagramm, in welchem die Kostenentwicklung über die gesamte Lebensdauer (Betrachtungszeitraum) der Immobilie als kumulierter Wert oder als Jahressteigerung, jeweils mit oder ohne Valorisierung dargestellt sind. Der Nutzer hat über ein "Auswahlmenü" die Möglichkeit aus den soeben beschriebenen Darstellungsarten zu wählen, hier sind auch mehrere Darstellungsarten parallel möglich. In der nachfolgenden Abbildung (Abb.4-4) sind alle Auswahlmöglichkeiten aktiviert.

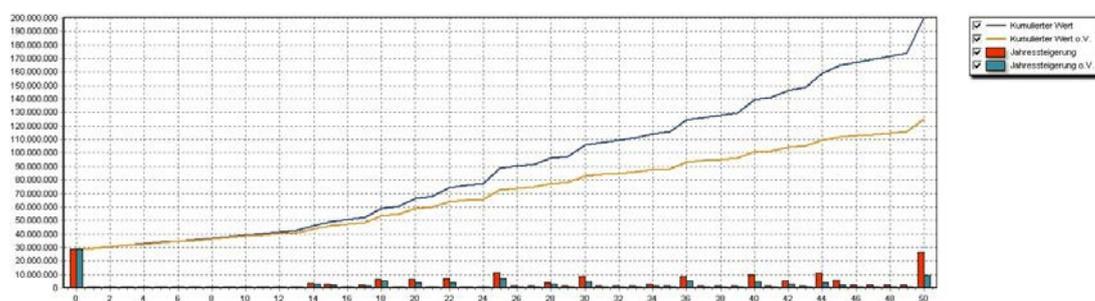


Abbildung 4-4 Ergebnis - Kostenentwicklung

Ergebnis - Kostenverlauf

In einem weiteren Diagramm wird der Kostenverlauf dargestellt, hier werden die kumulierten Lebenszykluskosten über die gesamte Lebensdauer der Immobilie als Säulendiagramm je Jahr gezeigt. Je nachdem welches Berechnungsmodell im Menü "Eckdaten" gewählt wurde, erfolgt die Ausgabe mit der Barwert- oder Nominalwertmethode. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 4-5) zeigt den Kostenverlauf unter Verwendung der Barwertmethode. In dieser Graphik ist besonders gut der Einfluss der Preissteigerung (Ver- und Entsorgung und Reinigungskosten), sowie die Auswirkungen der Folgekosten bei der Instandsetzung und dem Umbau zu sehen.

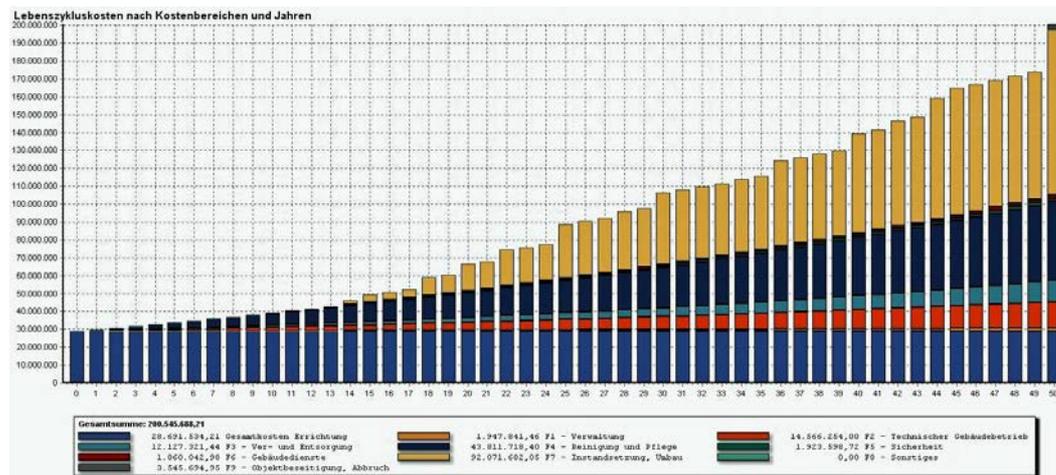


Abbildung 4-5 Ergebnis - Kostenverlauf

4.3.1.2 Fazit

Die Bedienoberfläche des Programms ist sehr übersichtlich gestaltet, die Eingabefelder der für die Berechnung notwendigen Gebäude-Eckdaten werden schnell gefunden. Über eine Checkliste kann schnell überprüft werden, ob tatsächlich alle relevanten Daten für die Berechnung erfasst sind.

Der große Vorteil dieses Berechnungsmodells ist, dass der Nutzer bereits mit wenigen Eingaben eine Indikation über die zu erwartenden Lebenszykluskosten erhält. Eben dieser Vorteil wird jedoch z.B. bei einem Variantenvergleich oder auch einer Optimierung des Gebäudes hinsichtlich der gewählten Materialien und/oder Systeme und der jeweils damit verbundenen Folgekosten zum Nachteil gereicht. Durch die statischen Faktoren errechnet das Programm bei höheren Errichtungskosten automatisch auch höhere Folgekosten, erwartbare Ersparnisse bei Instandhaltung oder Wartung, durch die Wahl von besseren, teureren Bodenbelegen oder Wandkonstruktionen, treten nicht ein. Des Weiteren schlagen sich Veränderungen bei den Dämmeigenschaften der Gebäudehülle nicht bei den Energiekosten nieder.

Die Auswahl eines besseren, aber kostenintensiveren Fassadensystems, erhöht somit neben den Errichtungskosten automatisch auch die Folgekosten und bewirkt keine Veränderung bei den Energiekosten.

Der Nutzer kann auf diese Probleme reagieren, indem die entsprechenden Formeln bzw. die verwendeten Faktoren geändert werden, das Programm stellt

hierfür jedoch keinerlei Erfahrungswerte bereit. Der Grad der Änderung muss also vom Anwender anderweitig recherchiert werden.

Ohne dieser Adaptionen können die jeweiligen Lebenszykluskosten durch die Wahl unterschiedlicher Systeme nicht adäquat berechnet oder gesteuert werden.

4.3.2 LZX Tool^{ÖKO}

Die Software **LZX Tool^{ÖKO}** wurde gemeinsam von dem Energie-Experten e7 und dem Bauherrenberater M.O.O.CON entwickelt, gefördert und prämiert wurde die Entwicklung des Tools von der Technologieagentur der Stadt Wien zit (Zentrum für Innovation und Technologie).

Laut eigenen Angaben war es Ziel der Entwicklung, ein Lebenszykluskostentool zu erarbeiten, welches bereits in der Projekt-Initiierung und in den frühesten Planungsphasen anwendbar ist. Da in den frühen Projektphasen etwa 80% der Kosten determiniert werden ist es wichtig bereits in diesen ersten Phasen eine Optimierung der Systeme sicher zu stellen. Des Weiteren sollte das Tool mit möglichst geringem Eingabeaufwand verbunden sein, um rasch verschiedene Planungsvarianten beurteilen bzw. vergleichen zu können.¹¹⁷

Es sollten die Vorzüge der raschen Kostenermittlung durch die Top-Down-Methode mit der Genauigkeit der Bottom-Up-Methode vereint werden. Hierzu wurde, in Zusammenarbeit mehrerer Baufirmen und Planungsbüros, auf Basis der Projekterfahrungen die wesentlichen Kostentreiber und relevanten Elemente bei Systementscheidungen identifiziert. Auf Basis dieser Analyse wurden nun Planungselemente der kostenrelevante Themen auf Ebene von Positionen und weniger kostenrelevante Themen und Nutzungsbereiche auf Ebene von Kostenbereichen zusammengestellt, da hier aufgrund der geringeren Relevanz eine entsprechende Ungenauigkeit toleriert werden kann. Dadurch verringert sich die Anzahl, der für die Berechnung notwendigen Elemente bzw. Eingaben deutlich.¹¹⁸

Nachdem dieses Tool nicht als Lizenz-Produkt erhältlich ist, sondern sich als Dienstleistung der Firma M.O.O.CON versteht, kommen Außenstehende

¹¹⁷ vgl. Friedl, Herzog 2009, S. 59f.

¹¹⁸ vgl. Friedl, Herzog 2009, S. 61f.

(Kunden) mit den verschiedenen Eingabemasken des Programms nicht in Berührung. Die für die Berechnung notwendigen Daten werden Anhand von Fragebögen (siehe Anhang Seite 164-169) eingeholt bzw. in Workshops erarbeitet (Ausbaustandards, etc.).

4.3.2.1 Programmaufbau

Auf der Startseite des Programms kann gewählt werden für welche Projektphase die Software angewendet werden soll.

- Eingabe Raum- und Funktionsprogramm

Wie der Name dieser Option bereits verrät, wird hier für die Berechnung nur ein Raum- und Funktionsprogramm benötigt. Diese Eingabeoption ist vor allem für die Projektphase der Initiierung gedacht.

Verwendungsmöglichkeit der Berechnungsergebnisse:

Achsmaßsimulation, Flächenoptimierung, Vergleich von Bürokonzepten, Flächenprogramm als Vorgabe für Architekturbriefing, Erstellen virtuelles Volumenmodell/ Gebäudemodell, Diskussion von Bau- und Ausstattungsqualitäten, Berechnung der Lebenszykluskosten (Phase Initiierung)

- Eingabe Gebäudekonzept

Diese Berechnung ist für die Phasen Planung, Ausführungsvorbereitung und Ausführung gedacht. Die Basis für die Gebäudesimulation stellt eine vorhandene Plandarstellung des zu betrachtenden Gebäudes dar (Architekturkonzept, Vorentwurf, Entwurf,...).

Die Ergebnisse können für eine Optimierung des Flächenverbrauchs/ Volumens oder der Bau- und Haustechnik verwendet werden, um eine Reduktion der Energie- und Betriebskosten bzw. der Lebenszykluskosten zu erreichen.

Für die Berechnungen dieses Bauvorhabens wurde die Eingabe über das Gebäudekonzept gewählt, Da es sich bei dem berechneten Projekt bereits um einen fertigen Entwurf mit feststehender Dimensionierung und Ausrichtung

handelt wäre eine Abwägen von Vor-/Nachteilen hinsichtlich verschiedener Baukörper-Formen nicht zielführend.

Bei der gewählten Berechnung, über das Gebäudekonzept, wird auf einer Vielzahl von übersichtlich strukturierten Eingabemasken nach diversen Eckdaten der zu berechnenden Immobilie gefragt. Dies geschieht zum einen, bei diversen Flächen, Mengen, Tarifen oder Längen über Eingabefelder, zum anderen, bei der Definition von Systemen oder Elementen über Dropdown-Menüs. Nachfolgend sind diese unterschiedlichen Abfragemasken aufgelistet, wobei zwei exemplarisch als Abbildung erfasst sind, um eine Vorstellung über die Bedienoberfläche des Programms zu vermitteln.

- Projekt
- Stammdaten und Lage
- Elemente
- Gesamtgebäude - Bau
- Gesamtgebäude - Fassade
- Gesamtgebäude - Haustechnik
- Hauptnutzfläche - Bau
- Hauptnutzfläche - Tageslichtkoeffizient
- Hauptnutzfläche - Haustechnik
- Standards
- Parameter LZK Berechnung

ELEMENTE (4/8) - Hauptnutzfläche - HAUSTECHNIK

Lüftung: Alle/mech. Be- und Entlüftung/standard 100 %

Heizung: Alle/Fußbodenheizung (nur Wärme) 99 %

Kühlung: Alle/keine 100 %

Beleuchtung: Alle/Rasterleuchte Clavis/standard - EVG 100 %

Verkabelung: Alle/BUS/mit Präsenzmelder 100 %

APL-Versorgung: Alle/Brustungskanal/nieder bestückt, 1,0A 100 %

Nasszelle: Alle/keine

Raumtemperatur: Temperaturauslegung Wi 21 °C/ So 26°C

Innenraumtemperatur Kühlung (Sommer): 26 in °C

Innenraumtemperatur Heizung (Winter): 21 in °C

Nachlüftung: keine Nachtlüftung

Betriebszeit: Normnutzungszeiten 8 - 18 h

Gebäude in h/d: 120 Raumluft in h/d: 14,0

Heizung in h/d: 14,0 Kühlung in h/d: 12,0

Betriebsstage im Jahr: 269

Arbeitsmittel Büro: Neu mit hoher Energieeffizienz

Service Level Reinigung: Premium

Ausstattungsstandard: 1 Notebook/AP, 2 Multi-Drucker/Bürobereich

Zusatzstromkreise: Büro/keine

Heizung/Kühlung

Bei Verwendung von Fan Coils für Kälte- und Wärmeabgabe ist der 4-Leiter-Fan Coil bei der Kälteabgabe auszuwählen (keine Eingabe bei Wärmeabgabe)!

Bei Verwendung einer Heiz- und Kälteabgabe ist ausschließlich eine Heizdecke im Bereich Wärmeabgabe auszuwählen.

Bei Verwendung einer Bauteilaktivierung für Wärme- und Kälteabgabe ist ausschließlich im Bereich Wärmeabgabe die Bauteilaktivierung auszuwählen (keine Auswahl im Bereich Kälteabgabe erforderlich).

APL-Versorgung

Niedrige Bestückung max.: 1x Strom, 1x EDV-Strom, 1x Doppelseite RJ 45.

Hohe Bestückung: 2x Strom, 2x EDV-Strom, 2x Doppelseite RJ 45

W-LAN vollständig entspricht nur einer Versorgung der Mittelzonen und Konferenzbereichen aber nicht von Arbeitsplätzen.

Abbildung 4-6 Eingabemaske LZK Toolöko Haustechnik



Abbildung 4-7 Eingabemaske LZK Toolöko Fassade

4.3.2.2 Berechnungsmodell

Die notwendigen Daten für die Kalkulation bezieht LZK Tool ^{ÖKO} aus einer umfangreiche Datenbank, welche in Zusammenarbeit mit Porr, Cofely, Allplan und BPS, auf Basis von Erfahrungswerten, erarbeitet wurde. Aktuell umfasst diese Datenbank 1200 Bauteile, wobei jedes dieser Bauteile in seinen Invest- und Folgekosten, sowie den erforderlichen Ökobilanzdaten erfasst ist. Abgesehen von diesen Werten beinhaltet die Datenbank Details wie U-Werte, g-Werte, Wirkungsgrade oder Rückbaukosten je Element.

ID	ET	Objektart	Nutzungsbereich	Cluster	Planungselement	Art	Standard	Detail	Priorität	Öko-Stand.
6168	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch transparente B	Kunststofffenster	1,65	mittel	0		
6169	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch transparente B	Kunststofffenster	1,85	mittel	0		
6171	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch transparente B	Kunststofffenster	2,25	mittel	0		
6170	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch transparente B	Kunststofffenster	2,65	mittel	0		
5505	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch Verkleidung	vorgehängt - Alu Compo	0,10	mittel	2		
5506	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch Verkleidung	vorgehängt - Alu Compo	0,13	mittel	5		
5507	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch Verkleidung	vorgehängt - Alu Compo	0,19	mittel	0		
5508	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch Verkleidung	vorgehängt - Alu Compo	0,26	mittel			
5509	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch Verkleidung	vorgehängt - Alu Compo	0,35	mittel			
5510	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch Verkleidung	vorgehängt - Aluwellprofil	0,10	mittel			
5512	Alle	Gesamtgebäude	Fassade	Band/Loch Verkleidung	vorgehängt - Aluwellprofil	0,13	mittel			

Kostenart	Unterelemente	Kosten/Ein	Einheit	Lebensdauer/Umb	Beschreibung	Bezugsjahr
Baukosten - Bauwerk Ausbau		313,60 €	€/m² opake Fassadenfläche	0	Vorgehängte wärmegeämmte Fassade mit Alu-Compound Fassadenverkleidungen Verkleidungen einschließlich Putz, 1 inkl. anteilige Attika- und Sockelausbildungen, Dehnfugen.	2009
Reinigung - Fassadenreinigung		0,76 €	€/m² opake Fassadenfläche	0	Reinigungszyklus alle 3 Jahre, Außenseite über Putzbalkon	2009
Techn. Gebäudebetrieb - Erneuer		313,60 €	€/m² opake Fassadenfläche	50	Lebensdauer aus Studie: Nutzungsdauern von Bauteilen BM Aluminium: 50 Jahre Unterkonstruktion: Stahl 45 / Edelstahl 100 WD hinterlüftet: 45 Jahre MIN-45 Jahre	2009

Abbildung 4-8 Übersicht Elementdatenbank LZK Toolöko

4.3.2.3 Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisdarstellung ist sehr umfangreich und enthält neben der Standardkostendarstellung nach ÖNORM B 1801-1 und ÖNORM B 1801-2 auch

diverse Diagramme, aus welchen u.A. die Kosten je Bauteil bezogen auf den Lebenszyklus zu sehen sind oder verschiedene Benchmarks, welche einen raschen Vergleich verschiedener Projekte bzw. Varianten ermöglichen soll.

Die nachfolgende Graphik zeigt ein Balkendiagramm, welches die Kosten der einzelnen Bauteile/Elemente über den ganzen Lebenszyklus, also Errichtung, Erneuerung, Wartung, etc., wiedergibt.

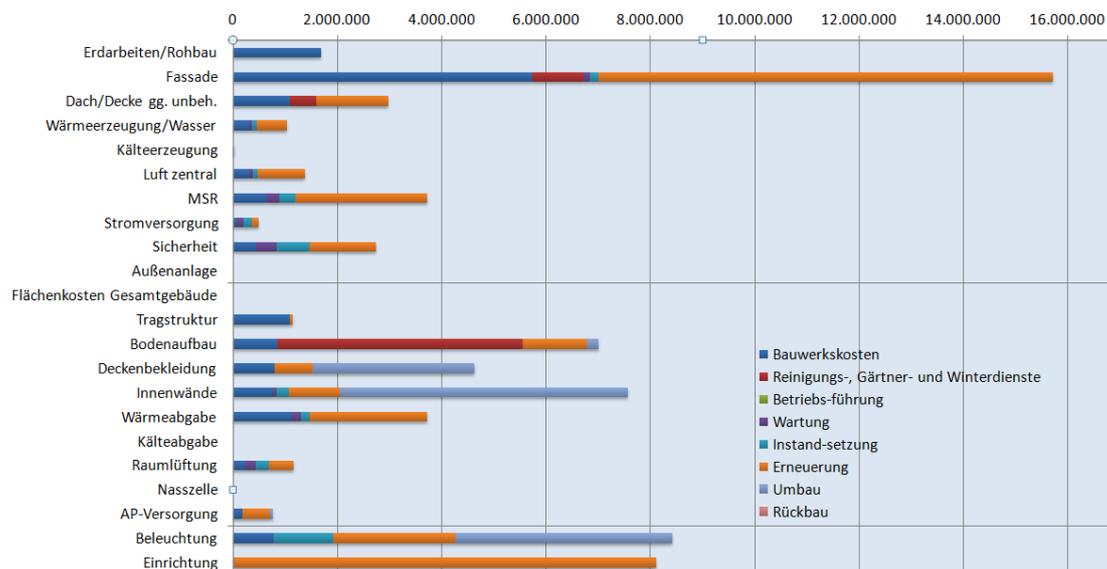


Abbildung 4-9 Balkendiagramm Kostenverursacher - Bauteile

Die Standard Ergebnisausgabe umfasst keine Angaben zu nutzerspezifischen Folgekosten, wie Verwaltung oder Sicherheit, da die Höhe dieser Kostenbereiche vielmehr von Nutzerverhalten als vom Gebäude abhängen. Das Programm ermittelt diese Folgekosten zwar (siehe Abb. 4-10), jedoch nur mit Kennwerten, welche mit der BGF multipliziert werden. Auf Wunsch werden diese Werte auch ausgegeben.

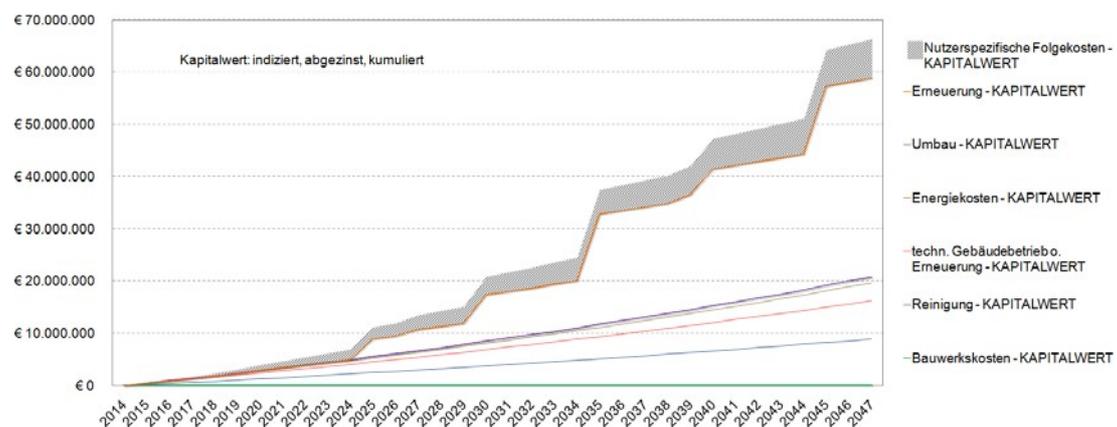


Abbildung 4-10 Nutzerspezifische Folgekosten LZX Tool ÖKO

Die Ergebnis-Ausgabe kann je nach Bedarf abgeändert werden, dies ist zB. beim Variantenvergleich oder bei Wettbewerben sinnvoll um rasch einen Überblick über die Stärken/Schwächen der einzelnen Beiträge bzw. Varianten zu bekommen. Neben den Standardeinstellungen können so individuelle, maßgeschneiderte Informationen auf Basis der breiten Ergebnisausgabe angefertigt bzw. gegenübergestellt werden, Diese Informationen können auch in einer Vielzahl unterschiedlicher visueller Darstellungsmethoden verarbeitet werden. Im Anhang (Seite 155-163) befindet sich der Standard-Ergebnisbogen mit den Daten dieser Berechnung.

4.3.2.4 Fazit

Die Programmoberfläche ist übersichtlich strukturiert, die Felder für die notwendigen Eingaben werden rasch gefunden. Die Daten werden bei dem gewählten Berechnungsmodus teilweise sehr detailliert benötigt, die Aufbereitung dieser, aus einem Plan eines komplexen Gebäudes, für die Eingabe gestaltet sich, ohne Routine, sehr zeitintensiv.

Das Programm berücksichtigt bei der Kostenanalyse auch das Zusammenwirken unterschiedlicher Systemkomponenten und nicht nur die Einzelkomponenten. Zusammenhänge, zum Beispiel zwischen Fassade und Haustechnik, werden erkannt und haben dementsprechende Auswirkungen auf die Folgekosten.

Alle Ergebnisse werden hinsichtlich Plausibilität anhand von Benchmark-Werten kontrolliert um Eingabe und/oder Berechnungsfehler ausschließen zu können. Wobei die Daten bei Auffälligkeiten von Experten auf dem jeweiligen Gebieten kontrolliert werden, um Abweichungen seriös beurteilen zu können, so werden Energiedaten von e7 und Ökobilanzdaten von bauXund kontrolliert.

4.4 Ergebnisse

In diesem Kapitel erfolgt zunächst ein Vergleich der beiden, für die Berechnungen gewählten Softwaretools. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Bau- und Lebenszykluskosten Berechnung den durch den Entwickler ermittelten Kosten gegenübergestellt und Abweichungen interpretiert, abschließend folgt noch ein detaillierter Vergleich der Ergebnisse der Tools.

4.4.1 Vergleich der Berechnungs-Software

In den nachfolgenden Tabellen werden die angewandten LZK-Tools, anhand diverser Beurteilungskriterien, gegenübergestellt. Die erste Tabelle (Tab. 4-9) soll einen raschen Überblick über die Funktionen, Möglichkeiten und Anwendungsgrenzen der getesteten Tools ermöglichen.

Kriterium	ABKLEKOS	LZKTool ^{ÖKO}
Anwendungsphase	<ul style="list-style-type: none"> • Vorentwurf • Entwurf 	<ul style="list-style-type: none"> • ab Initiierung • bis Ausführung
Datenbank	Es ist keine Datenbank hinterlegt, als Voreinstellungen wurden Daten des BKI genommen.	Umfassende Datenbank mit Investitions- und Nutzungskostendaten von über 1200 Elementen.
Normen	ÖNORM 1801-1, ÖNORM 1801-2	ÖNORM 1801-1, ÖNORM 1801-2
Umstellung der Steueransicht Netto/Brutto	Ja, aber es wird davon abgeraten, die Steueransicht zu ändern	Ja, eine Umstellung ist möglich.
Preissteigerung	Ja, es sind Voreinstellungen vorhanden, die Werte können jedoch angepasst werden.	Ja, es sind Voreinstellungen vorhanden, die Werte können jedoch angepasst werden.
Kapitalverzinsung	Ja, es sind Voreinstellungen vorhanden, die Werte können jedoch angepasst werden.	Ja, es sind Voreinstellungen vorhanden, die Werte können jedoch angepasst werden.
Nachvollziehbarkeit	Ja, die Formeln zur Berechnung sind alle ersichtlich.	Ja, die Formeln zur Berechnung sind alle ersichtlich.
Anpassbarkeit an Projekt	Ja, jedoch sehr großer Aufwand	Ja, ist möglich.
Auswertung	Gute Aufbereitung der Ergebnisse, schöne Übersicht mit Diagrammen	Alle relevanten Ergebnisse werden als Tabellen und Diagramme aufbereitet.
Vergleich	Nein, es muss manuell verglichen werden.	Ja, Vergleich von Bauteilen und Projekten ist möglich.
Variantenstudie	Ja, es können Versionen angelegt werden.	Ja, es können Versionen angelegt werden.
Anwendungsgebiete	Basisvorlage bezieht sich auf Bürogebäude mittleren Standards Für Schulgebäude, Wohngebäude muss die Basisvorlage angepasst werden.	Das Programm deckt den gesamten Hochbau ab.

Tabelle 4-9 Vergleich der analysierten LZK Tools

Die zweite Tabelle (Tab. 4-10) soll Aufschluss über die "wahrgenommene Brauchbarkeit" der Softwarelösungen, auf Basis des TAM (Technology Acceptance Model auch Technologieakzeptanzmodell), geben. Hierzu wurden

Punkte zu unterschiedlichen Kriterien hinsichtlich der zwei relevanten Variablen dieses Modells vergeben.

- wahrgenommene Nützlichkeit
- wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit

Es handelt sich hierbei also um einen empirischen Vergleich, basierend auf den Erfahrungen während der Berechnungen für diese Arbeit.

TAM - Kriterien	LZK Tool ^{ÖKO}	ABK-LEKOS
wahrgenommene Nützlichkeit	9	6
Variantenvergleich	2	1
Identifikation der Kostentreiber	2	0
Aufbereitung der Ergebnisausgabe	2	2
Verwendung der Datensätze (z.B. Ausschreibung)	1	2
variable Bezugsgröße (z.B. €/AP od. €/MA)	2	1
wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit	9	8
Übersicht Eingabemasken/ Orientierung	1	1
Hilfestellung bei Eingabeproblemen	1	0
notwendige Datentiefe für Anwendung	1	2
Berechnungsmodell nachvollziehbar	1	1
Zeitinvest für erste Ergebnisse	1	2
Zeitinvest für genaue Berechnung	2	1
Grundlage der Berechnung / Datenbank	2	1
Summe vergebener Punkte	18	14

Punkte: 2 = sehr gut; 1 = gut; 0 = schlecht

Tabelle 4-10 TAM - Vergleich der LZK-Tools

Ergänzend zu diesem Ergebnis ist jedoch zu erwähnen, dass eine Beurteilung betreffend der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit bei dem LZK Tool^{ÖKO} eigentlich nicht möglich ist, da der "Nutzer" mit der Bedienoberfläche in der Regel nicht in Berührung kommt (Dienstleistung der Firma M.O.O.CON).

4.4.2 Ergebnisse Variante 1

In der Tabelle 4-11 sind die Berechnungsergebnisse der Softwaretools und jene des PE gegenübergestellt. Die Baukosten werden nach ÖNORM B 1801-1 gegliedert dargestellt, die Folgekosten, einer 50 jährigen Nutzung, nach ÖNORM B 1801-2. Nachdem sowohl ABK-LEKOS als auch das LZK Tool^{ÖKO} ein Valorisierungsmodell anbieten, sind die Folgekosten jeweils mit und ohne Valorisierung angeführt. Als Valorisierungsmodell wurde bei beiden Programmen die Barwertmethode gewählt, Preissteigerungen werden berücksichtigt und auf den Zeitpunkt der Fertigstellung abgezinst.

Berechnungsparameter:

Kreditzinsen: 3,5%

Sparzinsen: 0,0%

Steigerung Baukosten: 3,3%

Steigerung Energiekosten: 4,5%

Inflation: 2,5%

50a	LZK Tool ^{ÖKO}		ABK-LEKOS		PE Berechnung	
	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch		
E0 Grund		-	-	-	-	
E1 Aufschießung		486.823,00	302.513,00		365.319,00	
E2 Bauwerk - Rohbau	DIN400	4.788.000,00	5.046.001,27		7.782.263,00	
E3 Bauwerk - Technik	DIN30C	6.222.630,00	6.854.955,53		6.754.475,00	
E4 Bauwerk - Ausbau		9.518.936,00	6.258.253,43		7.308.000,00	
E5 Einrichtung		2.599.023,00	3.631.842,05		-	
E6 Außenanlagen		1.026.478,00	544.776,31		1.216.786,00	
E7 Planungsleistungen		3.490.026,00	3.631.842,05		-	
E8 Nebenleistungen		1.026.478,00	363.184,20		-	
E9 Reserven		0,00	2.360.697,33		-	
Bauwerkskosten	E2-E4 BWK	20.529.566,00	18.159.210,23		21.844.738,00	
Baukosten	E1-E6 BK	24.641.890,00	22.638.341,59		23.426.843,00	
Errichtungskosten	E1-E9 EK	29.158.394,00	28.994.065,17		23.426.843,00	
Gesamtkosten Errichtung	E0-E9 GK	29.158.394,00	28.994.065,17		23.426.843,00	
F1 Verwaltung		7.727.577,00	-	1.947.841,46	1.307.694,00	-
F2 Technischer Gebäudebetrieb		13.080.402,00	9.580.262,00	14.566.262,23	9.779.139,50	4.681.950,00
F3 Ver- und Entsorgung		7.818.127,00	3.222.666,00	12.127.321,44	4.765.998,50	1.605.250,00
F4 Reinigung und Pflege		16.000.562,00	11.397.797,00	25.032.162,09	16.805.478,50	19.250.950,00
F5 Sicherheit		3.213.554,00	-	1.923.598,72	1.291.418,50	-
F6 Gebäudedienste		-	-	1.860.042,98	1.248.750,00	-
F7 Instandsetzung		92.499.199,00	44.835.414,00	83.400.413,00	43.341.349,00	-
F8 Sonstiges		-	-	-	-	-
F9 Objektbeseitigung, Abbruch		-	-	3.545.694,95	1.248.482,79	-
Kosten des Gebäudebetriebs	F1-F5 KGB	47.840.222,00	24.200.725,00	55.597.185,94	33.949.729,00	25.538.150,00
Gebäudebasiskosten	E1-F5 GBK	76.511.793,00	24.200.725,00	84.288.738,11	33.949.729,00	48.599.674,00
Nutzungskosten	F1-F8 ONK	140.339.421,00	69.036.139,00	140.857.641,92	78.539.828,00	25.538.150,00
Folgekosten	F1-F9 OFK	140.339.421,00	69.036.139,00	144.403.336,87	79.788.310,79	25.538.150,00
Lebenszykluskosten	E1-F9 LZK	169.497.815,00	69.036.139,00	173.397.402,04	79.788.310,79	48.964.993,00
BGF: 14138 m ²						
Lebenszykluskosten / BGF		11.988,81	4.883,02	12.264,63	5.643,54	3.463,36
Bauwerkskosten / BGF		1.452,08	-	1.284,43	-	1.545,11
Errichtungskosten / BGF		2.062,41	-	2.050,79	-	1.657,01

Tabelle 4-11 Gegenüberstellung Ergebnisse nach ÖN B 1801-1 und 1801-2

Hier wird klar erkennbar, dass der Anteil der Folgekosten, nach 50 Jahren Nutzung, an den Lebenszykluskosten wesentlich höher ist als jener der Errichtungskosten. Wenn man bei den Folgekosten von einer linearen Entwicklung ausginge, würden bei den Berechnungen nach ABK-LEKOS bereits nach den ersten 8,04 Jahren die Höhe der Baukosten nochmals durch die Folgekosten verursacht werden, dies würde bedeuten, dass während des Betrachtungszeitraums die Folgekosten 6,22-fach die Baukosten betragen.

Beim LZK Tool^{ÖKO} wird die Höhe der Baukosten durch die Folgekosten nach 8,78 Jahren erreicht, die Folgekosten verursachen also in dem Betrachtungszeitraum 5,7 Mal die Höhe der Baukosten.

Nachdem die Lebenszyklusberechnungen vom Entwickler nicht vollständig sind, macht eine Betrachtung auf dieser Ebene hier keinen Sinn, in den folgenden, genaueren Betrachtungen werden auch diese Ergebnisse gegenübergestellt werden.

Die nachfolgenden Unterkapitel widmen sich jeweils im Detail den Errichtungskosten und den Folgekosten. Differenzen in den Ergebnissen werden dort genauer beleuchtet und versucht zu interpretieren.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden hier jeweils nur jene Kostengruppen berücksichtigt, welche bei allen 3 Methoden ausgegeben bzw. bekannt sind - siehe grün hinterlegte Felder in der Tabelle 4-11, nur das Ergebnis bei den Instandsetzungskosten wird, aufgrund des Volumens, bei den Softwarelösungen gegenübergestellt.

4.4.2.1 Vergleich der Errichtungskosten - ÖNORM 1801-1

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse, der beiden angewandten LZK-Tools, den vom Entwickler ermittelten Kosten für die Errichtung der Immobilie gegenübergestellt, anhand der Kostengliederung nach der ÖNORM B 1801-1. In dem daran anschließenden Balkendiagramm (Abbildung 4-11) sind die Ergebnisse der Berechnungen graphisch gegenübergestellt.

		LZK Tool ^{ÖKO}	ABK-LEKOS	PE Berechnung
0	Grund	-	-	-
1	Aufschließung	486.823,00	302.513,00	365.319,00
2	Bauwerk - Rohbau	4.788.000,00	5.046.001,27	7.782.263,00
3	Bauwerk - Technik	6.222.630,00	6.854.955,53	6.754.475,00
4	Bauwerk - Ausbau	9.518.936,00	6.258.253,43	7.308.000,00
5	Einrichtung	2.599.023,00	3.631.842,05	-
6	Außenanlagen	1.026.478,00	544.776,31	1.216.786,00
7	Planungsleistungen	3.490.026,00	3.631.842,05	-
8	Nebenleistungen	1.026.478,00	363.184,20	-
9	Reserven	-	2.360.697,33	-
2 - 4	Bauwerkskosten	20.529.566,00	18.159.210,23	21.844.738,00
1 - 6	Baukosten	24.641.890,00	22.638.341,59	23.426.843,00
1 - 9	Errichtungskosten	29.158.394,00	28.994.065,17	23.426.843,00
0 - 9	Gesamtkosten Errichtur	29.158.394,00	28.994.065,17	23.426.843,00

Tabelle 4-12 Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-1

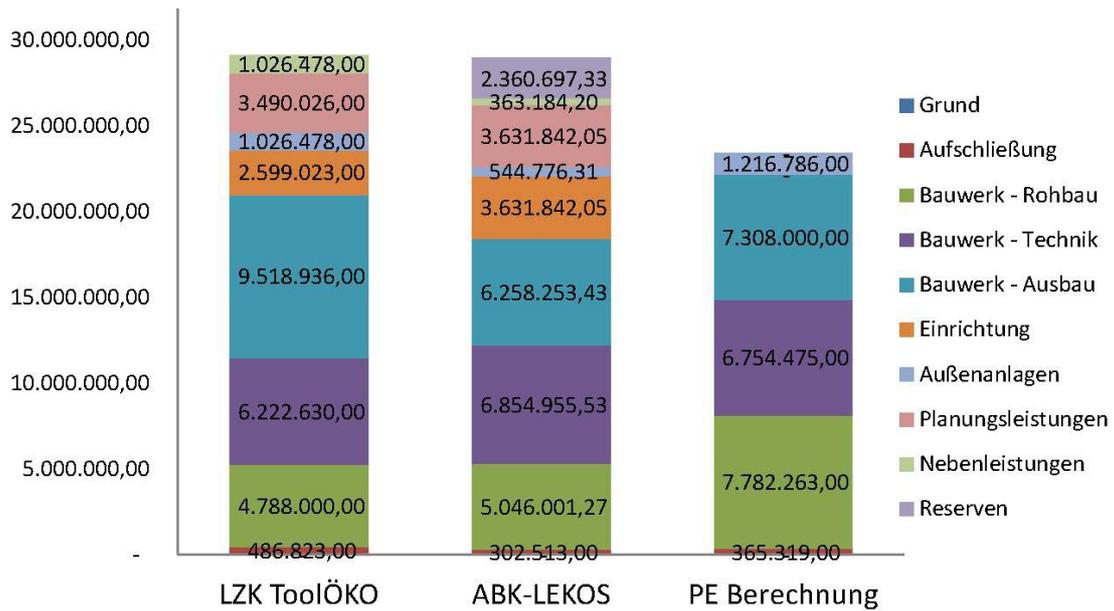


Abbildung 4-11 Grafische Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-1

Um die Unterschiede bei der Gegenüberstellung in den Kostenbereichen, zu welchen alle 3 Methoden Ergebnisse liefern, besser erfassen zu können werden bei den folgenden Betrachtungen beim **LZKTool^{ÖKO}** und bei **ABK-LEKOS** ein paar Kostenbereiche "weggelassen". Welche Kostenbereiche das sind und welchen Teil sie jeweils zu den ermittelten Errichtungskosten beitragen geht aus den folgenden Kreisdiagrammen (Abb. 4-12) hervor.

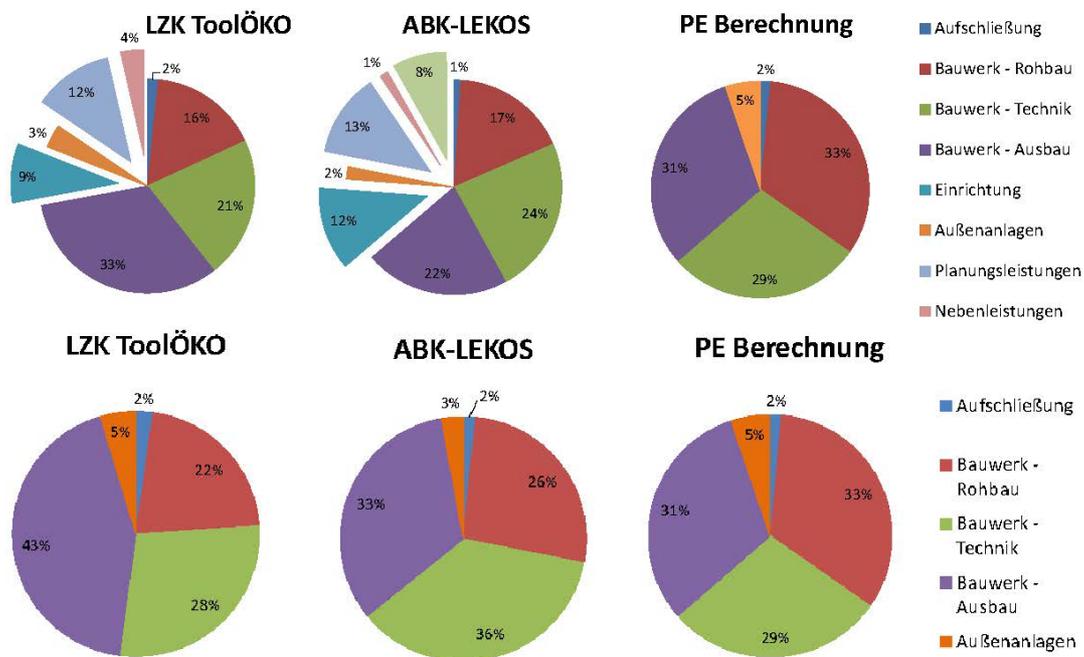


Abbildung 4-12 Kreisdiagramm Verteilung der Errichtungskosten

Nachdem es sich bei den "wegfallenden" Tortenstücken, um Kosten welche über einen % - Wert der Bauwerkskosten ermittelt werden handelt, werden diese Kosten auch im weiten Vergleich nicht mehr näher betrachtet.

In der Abb. 4-13 sind jene Kostengruppen, welche bei allen drei Methoden bekannt sind in einem Balkendiagramm gegenübergestellt. In der anschließenden Tabelle (Tab. 4-13) sind diese Kosten, für die Interpretation, detailliert dargestellt.

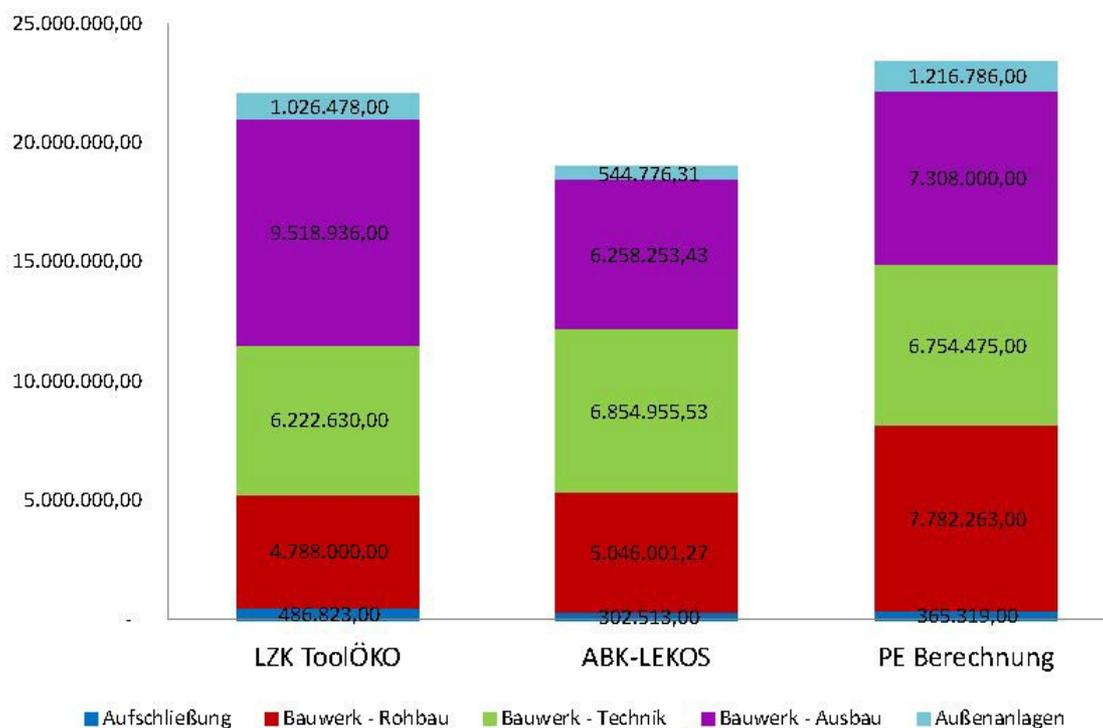


Abbildung 4-13 Graphische Gegenüberstellung der Baukosten

	LZK Tool ^{OKO}	ABK-LEKOS	PE Berechnung
Bauwerk - Rohbau	4.788.000,72	5.046.001,27	7.782.263,00
Erdarbeiten	373.507,20	191.301,47	7.782.263,00
Gründungen	1.106.451,36	991.940,46	
Deckenkon. Beton	908.974,44	1.540.956,90	
Außenwandkon.	625.011,12	126.027,26	
Innenwandkon.	672.525,72	125.243,60	
Stützenkon.	1.101.530,88	1.167.678,26	
Rohbau sonstiges		902.853,32	
Bauwerk - Technik	6.222.630,00	6.854.955,53	6.754.475,00
Wärmevers.	2.421.746,00	831.597,00	2.412.895,00
Klima/ Lüftung	1.108.236,00	522.682,00	
Sanitär/ Gas	295.476,00	617.831,00	795.980,00
Starkstrom	762.400,00	1.271.148,00	811.100,00
Informationstech.	153.483,00	451.426,00	278.000,00
MSR	663.029,00	3.041.510,00	1.496.900,00
Sonstiges BW.-T.		118.759,00	175.500,00
Beleuchtung	818.259,00		784.100,00
Bauwerk - Ausbau	9.518.936,00	6.258.253,43	7.308.000,00
Flachdach	689.396,40	1.033.874,33	
Fassadenverkleidung	4.587.327,00	1.638.354,42	4.518.000,00
Bodenbeläge	1.444.008,24	1.166.794,34	1.010.000,00
Wandverkleidungen + Trockenbau Wand	1.410.181,56	1.252.436,00	1.062.000,00
Deckenverkleidungen	1.388.024,28	1.166.794,34	650.000,00
Sonstiges BW.-A.			68.000,00

Tabelle 4-13 Analyse Abweichung Bauwerkskosten

Interpretation der Ergebnisse

- Bauwerk - Rohbau

Bei dieser Kostengruppe fällt eine große Abweichung bei den Ergebnissen der Software-Lösungen, welche mit einem Delta unter 5% nah beisammen liegen, zu den vom Bauträger ermittelten Kosten auf (etwa 45%). In diesem Fall lässt sich der Grund für diese Abweichung leider nicht genauer verifizieren, da in der Kostenschätzung bei dieser Kostengruppe nur eine Baumeister - Pauschalleistung angegeben wurde. Auch die Differenzen der LZK-Tools in den Untergruppen kann nicht analysiert werden, da bei einem Programm eine "Reserve" von fast 20% vorgehalten wird.

- Bauwerk - Technik

Die Ergebnisse dieser Kostengruppe liegen mit einer Schwankungsbreite von deutlich unter 10% sehr nahe zusammen und werden daher nicht im Detail analysiert. Die Schwankungen in den Untergruppen lassen sich durch unterschiedliche Zuordnung von Kosten erklären.

- **Bauwerk - Ausbau**

Für die eklatante Abweichung in dieser Kostengruppe (über 40%) ist allen Voran der große Unterschied bei den prognostizierten Kosten für die Fassade verantwortlich (etwa 80%). Dieses Delta ergibt sich vermutlich aus dem Umstand, dass aufgrund der, in der Bau- und Ausstattungsbeschreibung beschriebenen hinterlüfteten Fassade mit Metalloberfläche (siehe Kapitel 4.1.5), beim **LZKTool^{ÖKO}** eine kostenintensive Alu-Compound Fassade und das entsprechende System dazu gewählt wurde. Bei ABK-Lekos ist eine solche Elementauswahl nicht möglich, bei den für die Berechnung herangezogenen Werten sind jedoch keine Unregelmäßigkeiten aufgefallen.

4.4.2.2 Vergleich der Folgekosten - ÖNORM 1801-2

Auch wenn die beiden verwendeten Software-Lösungen dem Nutzer die Möglichkeit bieten alle Kosten ermittelt nach der Barwertmethode (also mit Valorisierung - siehe Tabelle 4-11) darzustellen, werden in den nachfolgenden Gegenüberstellungen zunächst alle Kosten nach der Nominalwertmethode (ohne Valorisierung) angegeben, um zum einen eine Vergleichbarkeit zu den vom Projektentwickler ermittelten Kosten zu gewährleisten und zum anderen um Abweichungen durch Unterschiede in den Berechnungsmodellen einzudämmen. So könnte andernfalls zum Beispiel eine Instandsetzungsmaßnahme, welche aktuell gleich viel kosten würde, durch unterschiedliche "Aktivierungszeitpunkte", aufgrund von Kostensteigerung, zu völlig anderen bzw. verzerrten Ergebnissen führen. Der Vergleich der dynamischen Berechnungsergebnisse erfolgt im Anschluss, da vom Entwickler nur eine statische Berechnung durchgeführt wurde, werden jedoch hier ausschließlich die Ergebnisse der Softwarelösungen gegenübergestellt.

Statische Berechnung

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse, der beiden angewandten LZK-Tools mit den, durch den Entwickler ermittelten Kosten für die zu erwartenden Folgekosten der Immobilie gegenübergestellt, anhand der Kostengliederung nach der ÖNORM B 1801-2.

50 a	LZK Tool ^{ÖKO}	ABK-LEKOS	PE Berechnung
Verwaltung		1.307.694,00	
Technischer Gebäudebet	9.580.262,00	9.779.139,00	4.681.950,00
Ver- und Entsorgung	3.222.666,00	4.765.998,00	1.605.250,00
Reinigung und Pflege	11.397.797,00	16.805.478,00	19.250.950,00
Sicherheit		1.291.418,00	
Gebäudedienste		1.248.750,00	
Instandsetzung	44.835.414,00	43.341.349,00	
Sonstiges			
Objektbeseitigung		1.248.482,00	

Tabelle 4-14 Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-2 - statisch

In dem Balkendiagramm (Abb. 4-14) sind die Ergebnisse der Berechnungen graphisch gegenübergestellt. Die in Abbildung 4-15 folgende Reduktion der Kostenbereiche erfolgt nach dem Selben Vorgehen wie in Kapitel 4.4.2.1 beschrieben.

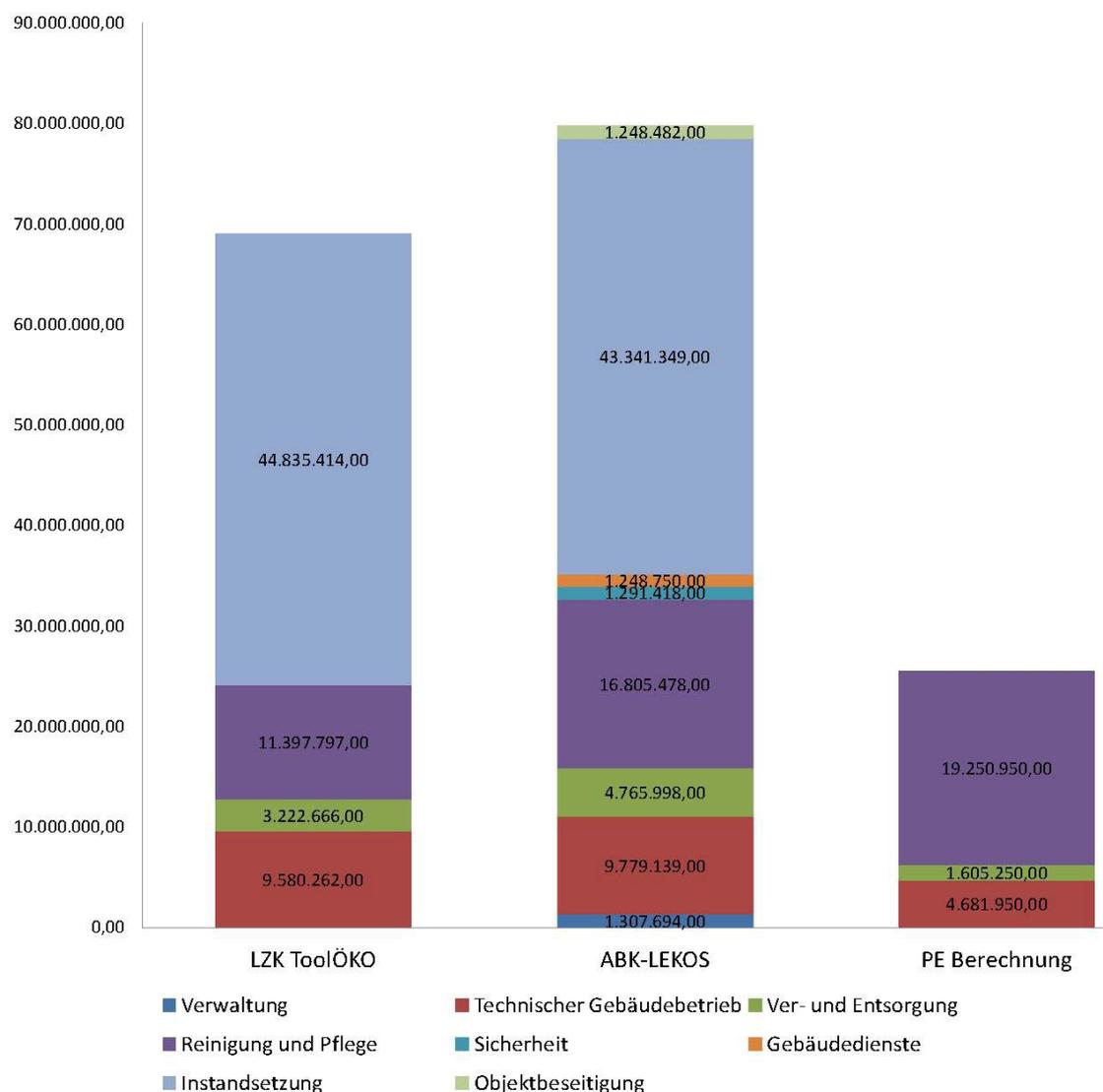


Abbildung 4-14 Graphische Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-2

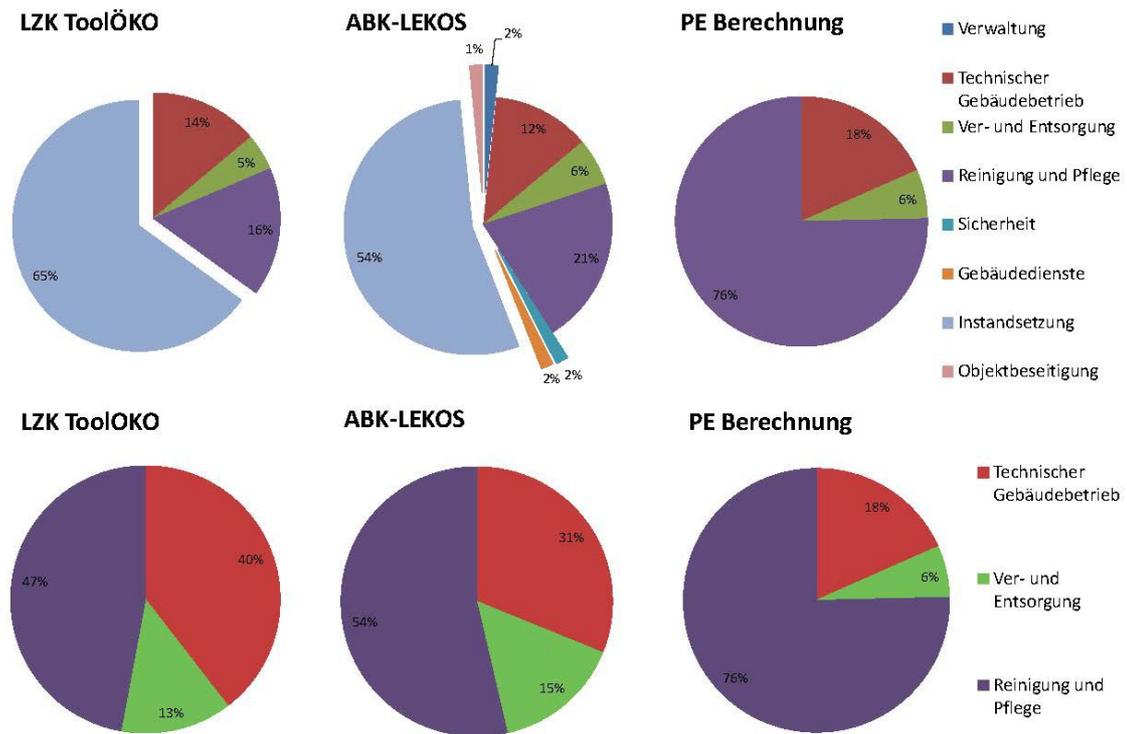


Abbildung 4-15 Kreisdiagramm Verteilung der Folgekosten

In der nachfolgenden Graphik sind nur jene Kostengruppen berücksichtigt, welche bei allen drei Methoden als Ergebnis vorhanden sind. Die Kostengruppe Instandsetzung, wird aufgrund der Gewichtung, auch wenn bei der Berechnung des PE kein Ergebnis vorliegt, nicht ausgelassen, hier ist somit jedoch nur eine Gegenüberstellung der beiden Softwarelösungen möglich.

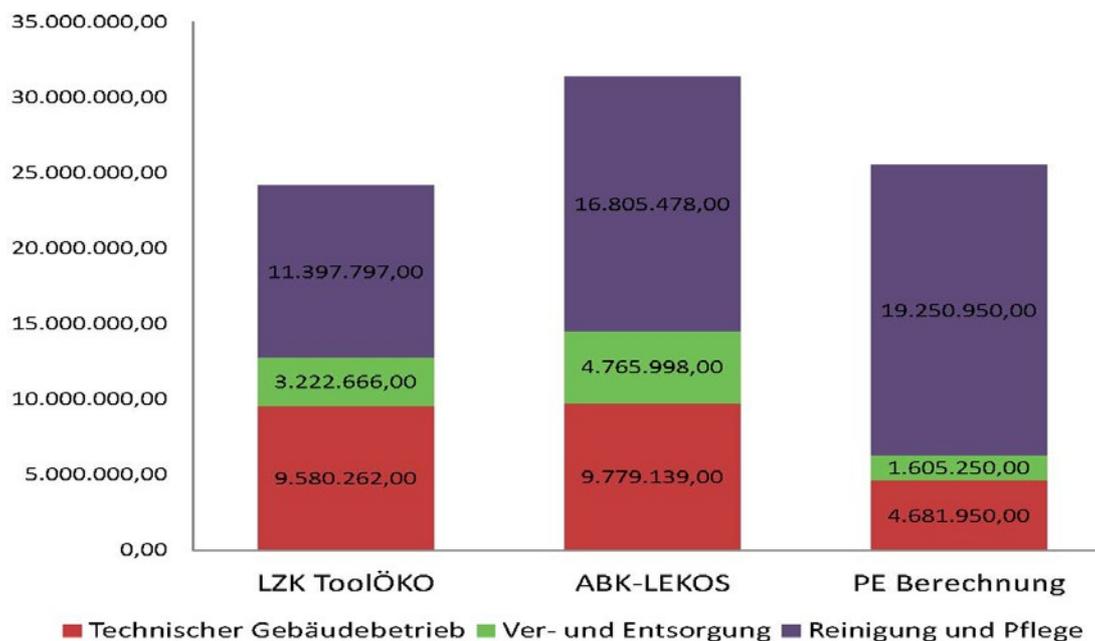


Abbildung 4-16 Graphische Gegenüberstellung ausgewählter Folgekosten

50a	LZK Tool ^{OKO}	ABK-LEKOS	PE Berechnung
Tech. Gebäudebetrieb	9.580.261,00	9.779.050,00	4.681.950,00
Tech. Gebäudemgmt	1.059.818,00	849.150,00	
Wartung	2.933.503,00	2.782.350,00	2.775.050,00
kl. Instandsetzung	5.586.940,00	6.147.550,00	1.906.900,00
Ver- und Entsorgung	3.222.666,00	4.765.850,00	1.605.250,00
Strom Verbraucher	1.117.724,00	1.282.700,00	
Strom Technik	1.045.226,00	1.013.350,00	
Strom Heizung +WW	877.551,00	1.917.400,00	1.295.800,00
Strom Klima	0,00	1.400,00	
Wasser und Kanal	182.165,00	95.950,00	309.450,00
Müll	0,00	455.050,00	
Reinigung und Pflege	11.397.792,00	16.418.400,00	19.250.950,00
Unterhaltsreinigung	9.922.492,00	14.934.100,00	15.666.400,00
Fenster und Glasfläch	32.950,00	641.400,00	2.456.900,00
Fassadenreinigung	983.850,00		420.750,00
Sonderreinigung		242.900,00	
Gärtnerdienst	458.500,00	600.000,00	706.900,00
Instandsetzung/ Umbau	44.836.144,00	43.341.332,00	
BWK - Rohbau	1.688.609,00	697.573,00	
BWK - Technik	16.828.972,00	18.234.176,00	
BWK - Ausbau	14.453.699,00	14.748.885,00	
Einrichtung	11.864.864,00	9.660.698,00	

Tabelle 4-15 Analyse Abweichung Folgekosten

Interpretation der Ergebnisse

- Technischer Gebäudebetrieb

Die Berechnungen der Softwarelösungen sind beim technischen Gebäudebetrieb, mit einem Delta von etwa 2%, sehr nahe beisammen. Das Ergebnis der PE Berechnung liegt jedoch etwa 60% unter den anderen Resultaten. Der Grund hierfür liegt darin, dass das technische Gebäudemanagement hier gar nicht und die kleine Instandsetzung nur teilweise berücksichtigt ist, lediglich die Wartung scheint vollumfänglich erfasst zu sein.

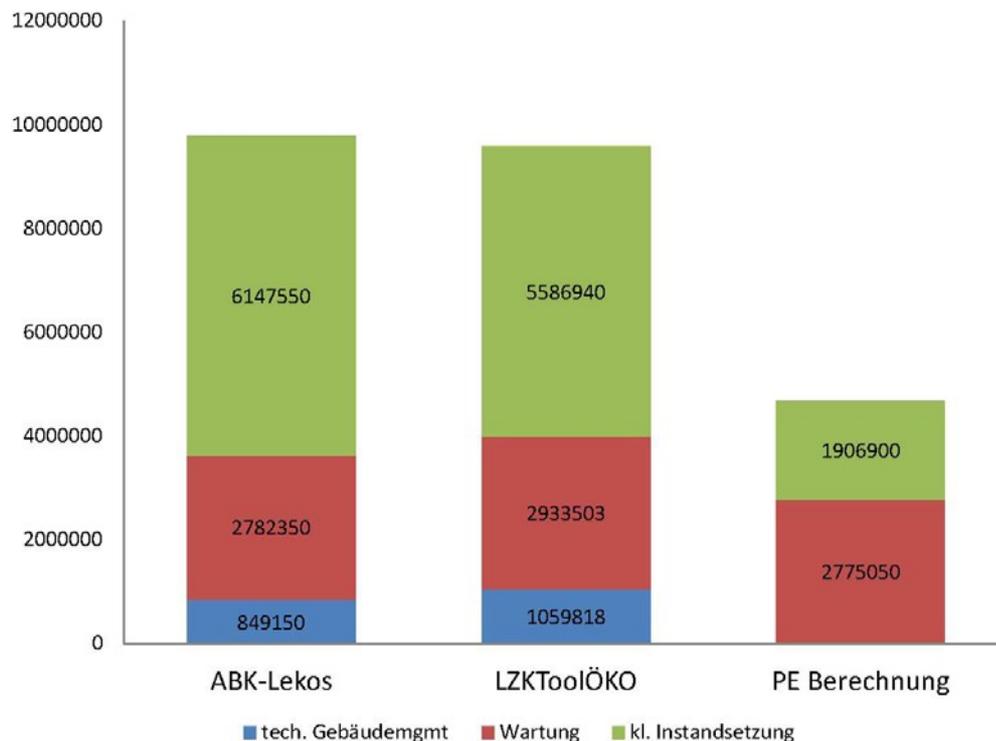


Abbildung 4-17 Graphische Gegenüberstellung - Technischer Gebäudebetrieb

- Ver- und Entsorgung

Der große Unterschied zwischen dem Ergebnis der Berechnung des Projektentwicklers zu den der Tools (etwa 50%) liegt auch hier wieder primär an dem Umstand, dass bei der PE Berechnung nicht zu allen Positionen Werte bekannt sind.

Bei dieser Kostengruppe liegen nun die Ergebnisse der LZK-Tools, mit über 30%, auch weit auseinander. Dies liegt vermutlich daran, dass beim LZK Tool^{ÖKO}, wie in der Bau- und Ausstattungsbeschreibung festgehalten, zwei Wärmepumpen für die Wärmeversorgung der Lüftungs- und Heizungsanlage sowie zur Warmwasserbereitung (siehe Kapitel 4.1.4) gewählt wurden und diese Auswahl bei ABK-Lekos nicht möglich war (dementsprechende Werte für die Faktoren konnten auch nicht recherchiert werden). Dies wiederum verursacht nun bei den Folgekosten vermutlich die höheren Energiekosten.

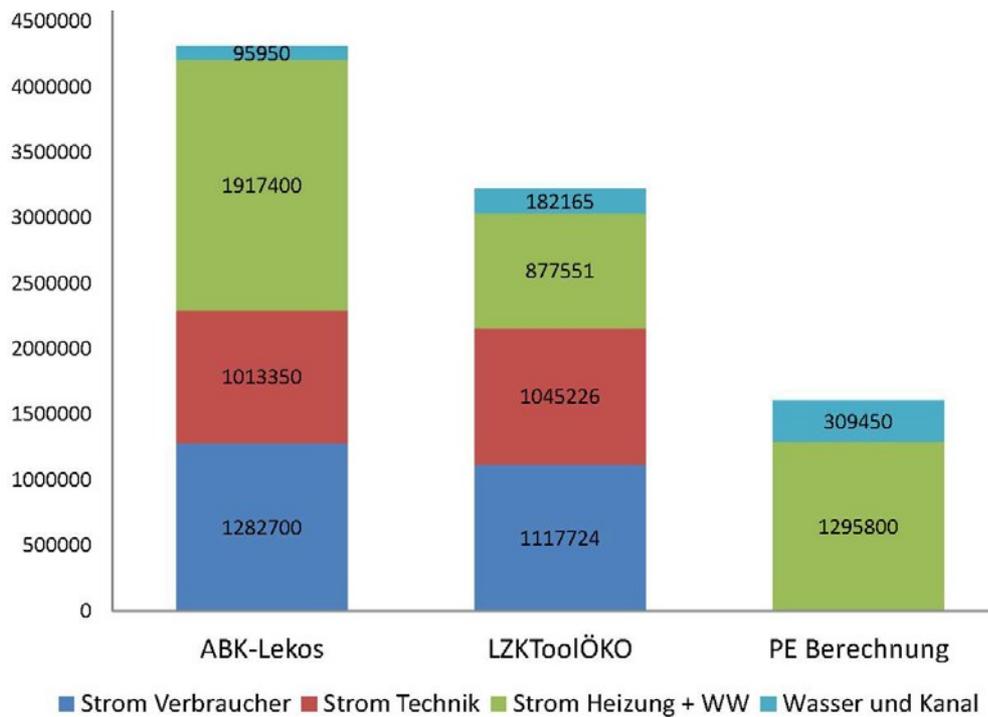


Abbildung 4-18 Graphische Gegenüberstellung - Ver- und Entsorgung

- **Reinigung und Pflege**

Dies ist die einzige Kostengruppe, der Folgekosten, zu welcher die Berechnungen des Entwicklers ein vollständiges Ergebnis liefert. Es ist 35% höher als der Mittelwert der Ergebnisse der Tools, wobei auch die Ergebnisse der Tools in dieser Kostengruppe eine Differenz von etwa 30% aufweisen. Wo in diesem Fall die beachtlichen Schwankungen herrühren konnte nicht festgestellt werden, es wurden bei den Softwarelösungen die gleichen Reinigungsintervalle etc. wie bei der PE-Berechnung gewählt. Die Ergebnisse der Teilbereiche dieser Kostengruppe liegen tlw., mit bis zu 200% Abweichung, wesentlich weiter auseinander, wobei sich diese Abweichungen durch unterschiedliche Zuordnung, von Kosten zu den Teilbereichen erklären lassen - Fenster und Glasflächen/ Fassade/ Sonderreinigung (siehe Tab. 4-15).

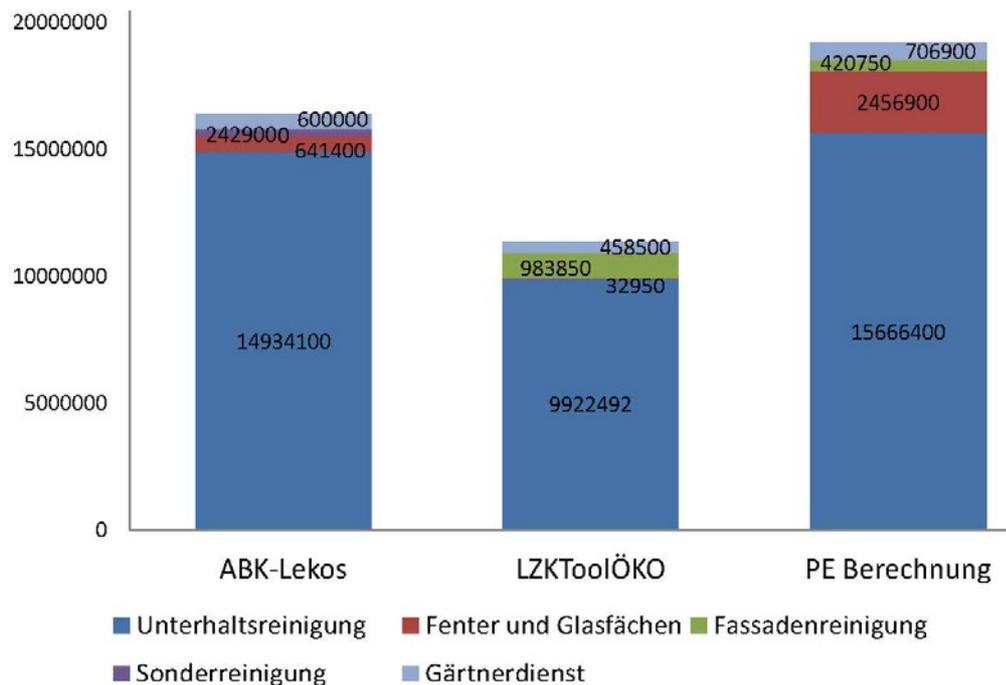


Abbildung 4-19 Graphische Gegenüberstellung - Reinigung und Pflege

- Instandsetzung

Nachdem es zu dieser Kostengruppe bei der Berechnung des PE kein Ergebnis gibt, wird hier nur die Abweichung zwischen den Ergebnissen der Software-Tools interpretiert. Das Delta liegt hier, in Summe, bei nur etwa 3%, die einzigen größeren Schwankungen, welche jedoch aufgrund der Höhe auf die Summe kaum Auswirkungen haben, sind bei BWK-Rohbau (etwa 80%) und bei der Einrichtung (ca. 20%) zu finden. Diese Abweichungen lassen sich in beiden Fällen auf unterschiedliche Annahmen bei der Lebenserwartung bzw. Haltbarkeit der jeweiligen Komponenten zurückführen. So sind die Kosten für die Einrichtung der Erstausrüstung bei ABK-LEKOS zwar deutlich höher als beim LZK Tool^{ÖKO} (siehe Tab. 4-12), jedoch werden dann 25 Jahre Nutzung angenommen und beim LZK Tool^{ÖKO} teilweise nur 10 Jahre, hierdurch kommen dann die etwas höheren Kosten über den Betrachtungszeitraum zustande.

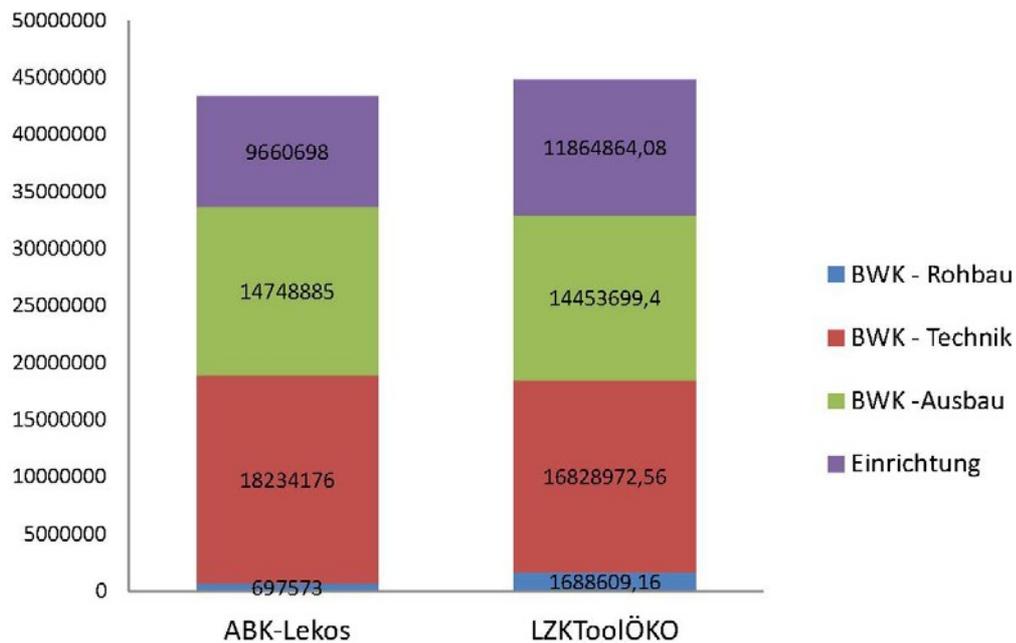


Abbildung 4-20 Graphische Gegenüberstellung - Instandsetzung

Dynamische Berechnung

- Bei diesem Vergleich werden die dynamisch ermittelten Ergebnis der Berechnungssoftwares gegenübergestellt, die Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle sind auch in der Tab. 4-11 erfasst.

50 a	LZK Tool ^{ÖKO}		ABK-LEKOS	
	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch
Technischer Gebäudeb.	9.589.262	13.080.402	9.779.139	14.566.262
Ver- und Entsorgung	3.222.666	7.818.127	4.765.998	12.127.321
Reinigung und Pflege	11.397.797	16.000.562	16.805.478	25.032.162
Instandsetzung	44.835.414	92.499.199	43.341.349	83.400.413

Tabelle 4-16 Vergleich 1 - dynamisch

Bei dieser Gegenüberstellung sind die größten Abweichungen zwar bei den Kostengruppen Ver- /Entsorgung und Reinigung zu finden, jedoch waren diese bei der statischen Betrachtung bereits ähnlich gelagert - die vorangegangene Interpretation hat auch hier Gültigkeit. Auffällig ist hingegen, dass sich das Delta in den anderen Kostengruppen (technischer Gebäudebetrieb und Instandsetzung) signifikant vergrößert hat. Dies lässt sich jedoch mit unterschiedlichen Annahmen bezüglich der Lebensdauer verschiedener Komponenten erklären. Durch die Valorisierung werden Erneuerungen, selbst wenn sie aktuell die gleichen Kosten verursachen würden, um so teurer werden je weiter sie in der Zukunft liegen.

4.4.3 Ergebnis Variante 2

Im nächsten Schritt wird untersucht, wie sich die Ergebnisse einer dynamischen Berechnung in den zuvor erwähnten Kostengruppen (technischer Gebäudebetrieb und Instandsetzung) entwickeln, wenn die "Basisdaten" der Berechnung von einem Tool in das andere importiert werden. Zu diesem Zweck werden Daten bzgl. Kosten und Lebensdauer von Elementen sowie Wartungsintervalle vom **LZKTool^{ÖKO}** im **ABK-LEKOS** übernommen. In der nachfolgenden Tabelle sind auch die statisch berechneten Ergebnisse angeführt, sie weichen von den im Vorfeld verglichenen geringfügig ab, da einige Beträge nach der Isolierung der einzelnen Kostenbereiche nicht mehr eindeutig zuzuordnen waren.

50a	LZK Tool ^{ÖKO}		ABK-LEKOS	
	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch
Tech. Gebäudebetrieb	9.388.657	12.818.795	8.996.400	13.832.928
Tech. Gebäudemgmt.	1.038.622	1.418.082	998.600	1.528.470
Wartung	2.874.833	3.925.151	2.716.000	4.312.643
kl. Instandsetzung	5.475.202	7.475.562	5.281.800	7.991.815
Instandsetzung/Erneuerung	38.569.603	79.894.003	36.763.032	83.183.907
BWK - Technik	15.140.454	33.277.406	15.481.313	34.644.934
BWK - Ausbau	12.768.124	26.413.544	11.220.158	27.285.437
Einrichtung	10.661.025	20.203.053	10.061.561	21.253.536

Tabelle 4-17 Vergleich 2 - dynamisch

Beim Vergleich dieser Ergebnisse fällt deutlich auf, dass die ermittelten Kosten, trotz der gleichen Datengrundlage, nicht identisch sind oder nahe beisammen liegen. Des Weiteren ist auffällig, dass sich die dynamisch berechneten Kosten nicht "parallel" entwickeln. Bei einigen Kostenbereichen ist, bei ABK-LEKOS, die statische Berechnung geringer, das Ergebnis der dynamischen Berechnung jedoch höher als beim LZK Tool^{ÖKO}. Um Rückschlüsse auf die Ursache dieser Abweichungen bzw. Unregelmäßigkeiten machen zu können, sind weitere "Untersuchungen" notwendig.

4.4.3 Ergebnis Variante 3

Die vorangegangene Variante hat gezeigt, dass es auch unter Verwendung der gleichen "Basisdaten" zu erheblichen Abweichungen bei den Ergebnissen kommt. Diese Unterschiede werden nun in einer Sensitivitätsanalyse untersucht, indem, basierend auf der zweiten Variante, die Ergebnisse unter Verwendung unterschiedlicher Zinssätze und Betrachtungszeiträume verglichen werden. In der nachfolgenden

Tabelle sind diese Ergebnisse Gegenübergerstellt - für den Betrachtungszeitraum wurde 20, 50 und 80 Jahre, jeweils mit den Zinssätzen 3,3%, 4,5% und 7,5% gewählt.

		LZK Tool ^{OKO}			
		statisch	dynamisch		
			3.3%	4.5%	7.5%
Instandsetzung / Erneuerung	20a	7.321.770	9.004.737	10.715.496	16.466.915
	50a	38.569.603	75.009.979	111.579.020	313.768.729
	80a	65.855.125	184.430.328	347.853.363	1.939.597.178
BWK - Technik	20a	3.398.750	4.339.023	5.258.911	8.433.333
	50a	15.140.454	33.178.420	50.031.862	146.019.268
	80a	24.400.395	75.335.620	142.497.027	799.710.976
BWK - Ausbau	20a	1.114.491	1.334.782	1.566.807	2.328.330
	50a	12.768.124	23.539.775	35.084.080	97.796.785
	80a	23.092.133	62.075.014	117.708.225	664.434.455
BWK - Einrichtung	20a	2.808.529	3.330.932	3.889.778	5.705.252
	50a	10.661.025	18.291.784	26.463.078	69.952.676
	80a	18.362.597	47.019.694	87.648.111	475.451.747
technischer Gebäudebetrieb	20a	3.640.499	4.396.919	5.076.034	7.349.674
	50a	9.388.657	16.099.342	23.351.120	64.017.619
	80a	15.136.814	39.094.913	74.132.783	432.104.365
Betriebsführung	20a	402.731	486.410	561.537	813.059
	50a	1.038.622	1.780.993	2.583.222	7.081.961
	80a	1.674.513	4.324.882	8.200.953	47.801.625
kl. Instandsetzung	20a	2.123.037	2.564.160	2.960.201	4.286.124
	50a	5.475.202	9.388.685	13.617.719	37.333.282
	80a	8.827.366	22.799.058	43.232.162	251.991.159
Wartung	20a	1.114.731	1.346.349	1.554.296	2.250.491
	50a	2.874.833	4.929.664	7.150.179	19.602.376
	80a	4.634.935	11.970.973	22.699.668	132.311.581
		ABK-LEKOS			
		statisch	dynamisch		
			3.3%	4.5%	7.5%
Instandsetzung / Erneuerung	20a	6.912.864	9.333.324	10.939.789	16.087.075
	50a	36.763.033	81.954.157	119.553.457	327.854.139
	80a	65.480.865	223.206.967	416.066.401	2.224.365.362
BWK - Technik	20a	3.293.107	4.798.716	5.684.506	8.618.741
	50a	15.481.313	34.526.267	51.932.246	150.967.770
	80a	24.949.623	78.296.644	154.723.202	892.460.081
BWK - Ausbau	20a	1.085.923	1.327.695	1.523.932	2.143.616
	50a	11.220.158	27.880.643	40.169.995	106.939.722
	80a	22.877.024	83.792.520	151.913.842	766.167.100
BWK - Einrichtung	20a	2.533.834	3.206.913	3.731.351	5.324.718
	50a	10.061.561	19.547.247	27.451.216	69.946.646
	80a	17.654.218	61.117.804	109.429.357	565.738.181
technischer Gebäudebetrieb	20a	3.586.332	4.770.606	5.435.776	7.585.920
	50a	8.996.400	18.648.420	26.528.764	70.531.962
	80a	14.406.468	53.807.211	103.746.675	577.874.780
Betriebsführung	20a	387.212	498.896	577.695	819.047
	50a	998.600	2.015.311	2.863.814	7.605.393
	80a	1.609.988	5.741.245	10.517.155	58.787.506
kl. Instandsetzung	20a	2.112.720	2.821.065	3.208.310	4.468.888
	50a	5.281.800	10.984.618	15.469.303	40.693.430
	80a	8.450.880	31.743.088	61.569.403	342.808.736
Wartung	20a	1.086.400	1.450.645	1.649.771	2.297.985
	50a	2.716.000	5.648.491	8.195.647	22.233.140
	80a	4.345.600	16.322.878	31.660.116	176.278.538

Tabelle 4-18 Vergleich 3 - dynamisch

Beim Vergleich ist auffallend, dass die Unterschiede bei einer Berechnung mit tiefen Zinssätzen und/oder kurzem Betrachtungszeitraum relativ gering ausfallen, bei den höheren Zinssätzen und/oder langen Betrachtungszeiträumen wächst das Delta überproportional.

Wenn man davon ausgeht, dass die Software-Lösungen beide korrekt funktionieren und bei der Eingabe kein Fehler unterlaufen ist, bleibt eigentlich nur noch der Rückschluss, dass ein unterschiedlicher Zinssatz für die Diskontierung herangezogen wurde, also die "Abzinsung". Bei keinem der Werkzeuge konnte eindeutig festgestellt werden wie dieser Faktor oder Zins ermittelt wird, somit konnte diese Information auch nicht bei der Berechnung adaptiert werden bzw. übernommen werden.

Die nachfolgenden Diagramme zeigen jeweils die ermittelten Werte beider Programme mit den verschiedenen Eingabeparametern für die Kostengruppen Instandsetzung/Erneuerung (Abb. 4-21) und technischer Gebäudebetrieb (Abb. 4-22).

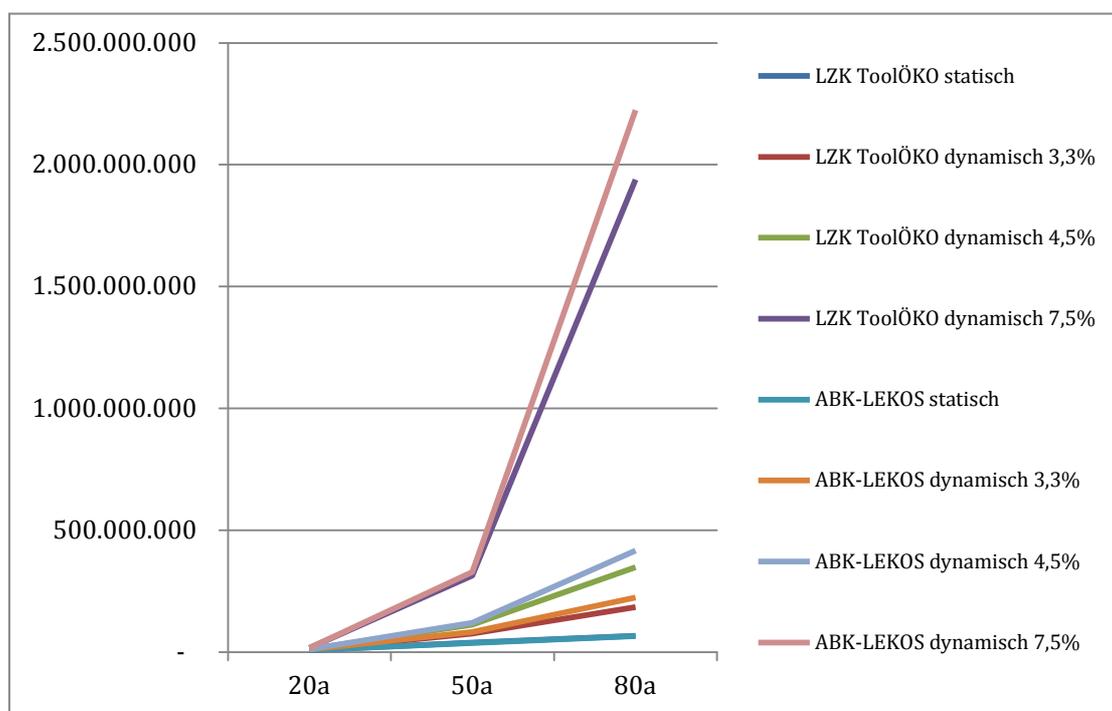


Abbildung 4-21 Gegenüberstellung - Instandsetzung/ Erneuerung

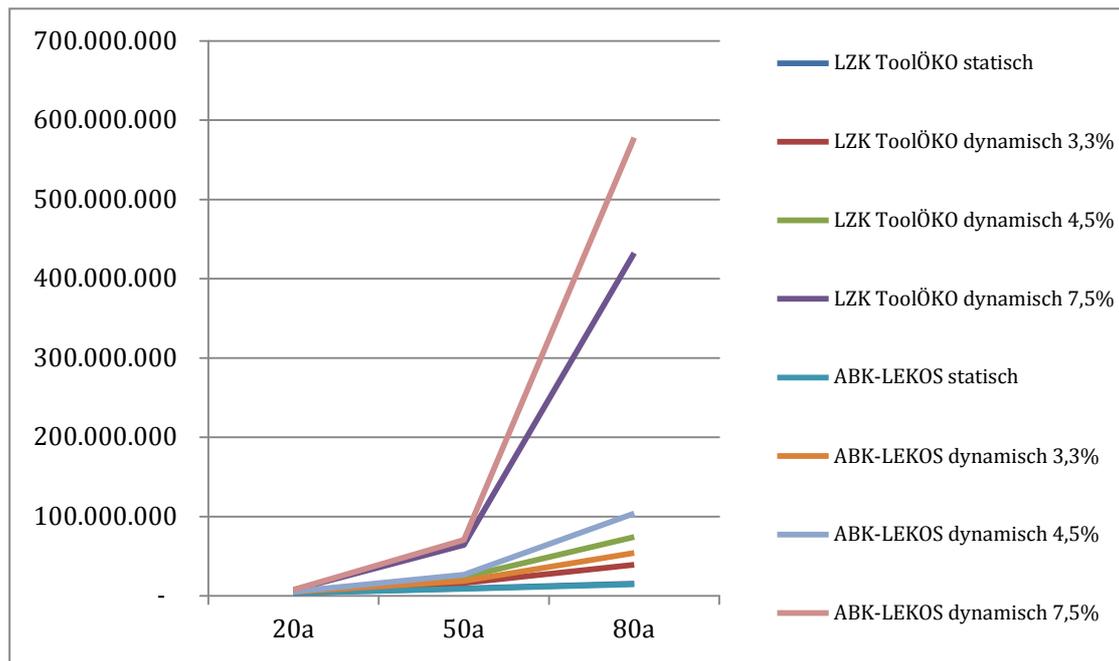


Abbildung 4-22 Gegenüberstellung - Technischer Gebäudebetrieb

Beide Diagramme zeigen deutlich, dass es zwar Differenzen bei den Ergebnissen der Tools gibt, desweiteren aber auch, dass die Tendenz bei allen Zinssätzen und Betrachtungszeiträumen die Gleiche ist.

4.4.3 Diskussion der Ergebnisse

Die signifikantesten Unterschiede bei dem ersten Vergleich der Ergebnisse waren häufig dort zu finden, wo eine spezielle Gebäudeausstattung oder Einbauten, welche von dem üblichen Gebäudestandard abweichen, für die Berechnung heranzuziehen waren. Konkret war dies in zwei Fällen deutlich zu erkennen:

- Herstellungskosten: Bauwerk-Ausbau

laut Bau- und Ausstattungsbeschreibung hinterlüftete Fassade mit Metalloberfläche - 80% Abweichung zwischen den Ergebnissen der Tools.

- Folgekosten: Ver- und Entsorgung

laut Bau- und Ausstattungsbeschreibung zwei Wärmepumpen zur Unterstützung der Lüftungs- und Heizungsanlage - 30% Differenz.

In diesen beiden Fällen konnte in der implementierten Datenbank des LZK Tool Öko ein passendes Produkt gewählt werden. Bei der Software ABK-Lekos konnte, da keine Datenbank vorhanden ist, kein Produkt gewählt werden, des

Weiteren war es jedoch auch nicht möglich die für die Berechnung herangezogenen Faktoren adäquat zu verändern - zumal dies, ohne weitreichender Erfahrung mit unterschiedlichen Systemen und deren Auswirkungen auf die Folgekosten nicht möglich ist.

Warum die Ergebnisse nach der "Anpassung" des Inputs der Berechnung sich nicht weiter angenähert haben oder gar deckungsgleich wurden, könnte zum einen an unterschiedlichen Zinssätzen für die Diskontierung liegen, zum anderen muss an dieser Stelle auch die Möglichkeit einer fehlerhaften Übertragung in den Raum gestellt werden - so könnten relevante Folgekosten, welche in der Datenbank des LZK Tool ÖKO mit einem Bauteil verknüpft sind versehentlich vergessen worden sein oder bei der Isolierung der Datensätze irrtümlich gelöscht worden sein. In diesem Fall wäre schlicht menschliches Versagen für die Differenzen verantwortlich.

Die Abweichung bei den Kosten für die Reinigung und Pflege der Immobilie, ist jene welche am meisten Verwundert, nachdem die Berechnung der entstehenden Kosten vergleichsweise trivial erscheint und sonst relevante Einflussgrößen wie Lebensdauer und damit verbundener Aktivierungszeitpunkt zu vernachlässigen sind.

Auch wenn die Ergebnisse teilweise weit auseinanderliegen, so kann man doch davon ausgehen, dass keines grundlegend falsch ist und die Tendenz in jedem Fall, bei allen Berechnungen, stimmt - was schließlich auch aus den letzten Graphiken hervorgeht. Die Belastbarkeit der Berechnungen steht und fällt mit der Prognose für die, in der Berechnung angewandten, Zinssätze. Je weiter ein Betrachtungszeitpunkt in der Zukunft liegt, umso schwerer wird es alle Einflussgrößen korrekt zu prognostizieren. Wenn man die letzten Dekaden rückblickend betrachtet fällt auf, wie unregelmäßig bzw. unkalkulierbar sich Zinssätze oder Inflationsraten entwickelt haben.

Der Wert der ökonomischen Lebenszyklusberechnung liegt daher, meiner Meinung nach, allen voran im Vergleich von Gebäuden, Systemen und/oder Varianten und kann helfen den Betrieb, ungeachtet der tatsächlichen Höhe der Kosten, zu optimieren.

5 ZUSAMMENFASSUNG

5.1 Conclusio

Die Anwendung der Tools hat gezeigt, dass bereits kleine Abweichungen in der Eingabe zu gravierenden Veränderungen in der Berechnung führen können, dies gilt allen voran für die verwendeten Zinssätze.

Daher ist es, aus meiner Sicht, sehr risikoreich die LZK-Berechnung von Architekturbüros mit deren Beiträgen zu fordern, da die Gefahr eine Entscheidung aufgrund fehlerhafter Berechnungen zu treffen einfach zu hoch ist. Um eine Vergleichbarkeit verschiedener Projekte oder Varianten herstellen zu können ist es unerlässlich für alle Berechnungen das gleich "Werkzeug" zu verwenden.

Bei ABK - LEKOS wird das Gebäude "ganzheitlich" betrachtet, dies soll heißen, dass kein Kostentreiber außer Acht gelassen wird. Das Ergebnis stellt eine Indikation der zu erwartenden Kosten auf Basis der ÖNORM B 1801-1 und ÖNORM B 1801-2 dar. Verschiedene Varianten mit ihren vollumfänglichen Auswirkungen wahrheitsgetreu zu erfassen ist jedoch kaum bzw. nur mit sehr viel Erfahrung möglich, da hierfür die der Berechnung zugrunde liegenden Faktoren maßgeblich zu ändern sind. Je weiter ein Gebäude vom Standard entfernt ist, umso ungenauer werden die Ergebnisse sein, da die herangezogenen Faktoren sich an, auf Erfahrung basierenden, Mittelwerten orientieren.

Im Gegensatz hierzu betrachtet das LZK Tool^{ÖKO} nur jene Kosten, welche unmittelbar mit dem Gebäudebetrieb verbunden sind. Nutzerspezifische Folgekosten, also all jene Kosten welche erst durch die individuelle Nutzung entstehen, werden hier nicht berücksichtigt bzw. werden sie nicht mit der gleichen Präzession ermittelt, somit eignet sich das Tool allen voran für den Vergleich von Gebäuden bzw. dem Vergleich und/oder Optimierung von verschiedenen Systemen oder Elementen.

Der Vergleich dieser beiden Tools auf einer gemeinsamen Ebene gestaltet sich sehr schwer, das LZK Tool^{ÖKO} ist ein hochspezialisiertes Tool mit dem Ziel die tatsächlichen Kostentreiber eines Gebäudes zu identifizieren und rasch Variantenvergleiche anfertigen zu können, um punktgenau nach alternativen

Systemen suchen zu können, während ABK-LEKOS primär damit punktet schnell, mit wenigen Eingaben, eine Indikation über die erwartbaren Kosten berechnen zu können.

Um jedoch eine seriöse Aussage über die im Lebenszyklus eines Gebäudes anfallenden Kosten und Stoffströme treffen zu können, ist es unerlässlich das Zusammenwirken unterschiedlicher Komponenten zu berücksichtigen.

Wenn man also eine Indikation aller zu erwartenden Kosten haben will, ist ABK-Lekos die richtige Wahl, wenn jedoch verschiedene Entwürfe zu einem Wettbewerb oder unterschiedliche Variantenstudien verglichen werden sollen, ist LZK Tool^{ÖKO} besser geeignet.

5.2 Aussicht

In dieser Arbeit wurden zwar ausschließlich die ökonomischen Belangen des Lebenszyklus eines Gebäudes betrachtet, in Zukunft werden bei der Lebenszyklusanalyse von Gebäuden die ökologischen Faktoren jedoch weiter in den Fokus der Betrachtung rücken, bedingt durch die Auswirkungen des Klimawandels und weitere Verknappung der Rohstoffe. Generell wird der Fokus auf eine ganzheitliche Betrachtung von Immobilien gelenkt werden, es werden nicht länger, wie in der konventionellen Planung aktuell üblich, Einzelaspekte, wie Baukosten, Heizwärmebedarf oder Energieeffizienz isoliert betrachtet werden oder Entscheidungsgrundlagen darstellen.

Die Etablierung diverser Gütesiegel, wie "DGNB" bei welchen neben ökologischen Auswirkungen auch ökonomische Belange ganzheitlich betrachtet werden, könnten Anreize schaffen die Lebenszykluskosten eines Gebäudes tatsächlich als Entscheidungsgrundlage für ein Bauvorhaben heranzuziehen.

moderne Verfahren

Auch wenn die, in dieser Arbeit angewandten, klassischen Verfahren zur Lebenszykluskostenermittlung aktuell "state of the art" sind, werden zukünftig vermutlich vermehrt moderne Verfahren zum Einsatz kommen, die die tatsächlichen Auszahlungen und Einzahlungen berücksichtigen, die Steuern und Zinsen berechnen, auf den schwer berechenbaren dominanten kalkulatorischen Zinsfuß verzichten uvm.. Eine dieser modernen Methoden der

Investitionsrechnung sind Vollständige Finanzpläne (VoFi). Bei diesem Verfahren werden alle mit dem Vorhaben verbundenen Zahlungen genau abgebildet, das Ergebnis stellt das Endvermögen dar, das als Entscheidungshilfe für Investitionen dienen soll. Diese Art der Berechnung geht also auch auf den Umstand ein, dass Projekte dieser Größenordnung, in der Regel, nur zu etwa 30% mit Eigenkapital finanziert werden und der größere Teil fremdfinanziert ist. Das bedeutet, dass bei den Errichtungskosten richtigerweise zum einen entgangene Erträge einer alternativen Veranlagung des Eigenkapitals und zum anderen bei dem Fremdkapital eine Kreditverzinsung und eine Tilgungsrate anzunehmen ist.

Volatiler Zinssatz

Die Sinnhaftigkeit Ergebnisse eines solchen Betrachtungshorizonts auf den Euro genau zu kalkulieren ist fraglich. Wie man im vorangegangenen Kapitel Abb. 4-21 & 4-22 deutlich sehen kann haben die Prognosen für die Zinslast, Inflation oder Steigerung von Bau- und Energiekosten einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis. Um dem Umstand, dass die Berechnungen von sehr vielen unsicheren Faktoren abhängig sind, Rechnung zu tragen, könnten Ergebnisse künftig eher als Kostenbereich, also mit einer ausgewiesenen Schwankungsbreite, ausgegeben werden.

Kosten pro m² Nutzfläche versus Kosten pro Nutzungseinheit

Nachdem in dieser Diplomarbeit die Berechnungsergebnisse von zwei Tools zum selben Gebäude verglichen wurden, war die Gegenüberstellung auf Basis der "Gesamtkosten" sinnvoll. Solche Vergleiche werden für gewöhnlich jedoch bei Gegenüberstellungen von Wettbewerbsbeiträgen oder Varianten vorgenommen. Um verschiedene Konzepte sinnvoll untereinander vergleichen zu können, muss man sich überlegen auf welcher Ebene diese Vergleiche vonstattengehen sollen. So werden Gebäude, in der Regel, nach Kennwerten, wie €/m² NF gemessen, tatsächlich ist ein solcher Vergleich für den Betreiber einer Schule oder eines Bürogebäudes jedoch eher uninteressant. Hier wird ein Kostenvergleich auf Basis von €/Unterrichtsstunde oder €/Arbeitsstunde eines MA zielführender sein, um auch tatsächlich die richtigen Entscheidungen treffen zu können, welche eine Kostenreduktion mit sich bringen.

Eine Studie der ETH-Zürich zum Bildungszentrum SeeCampus Niederlausitz, hat gezeigt, dass nur durch ein verändertes Flächenmanagement in Oberstufenklassen bis zu 40% der Unterrichtsräume eingespart werden oder andern Nutzungen zur Verfügung gestellt werden können. Mögliche Methoden zur Zielerreichung sind z.B.:

- Eine intensivere Nutzung der Klassenräume auch durch Fachunterricht
- Eine Belegung der Räume für den allgemeinen Unterricht als Kursräume
- Ein intelligentes Lehrraumprinzip¹¹⁹

Diese Möglichkeiten der Reduzierung der Kosten/Unterrichtseinheit werden bei den in dieser Diplomarbeit untersuchten Methoden und Werkzeugen überhaupt nicht entdeckt und berücksichtigt.

Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass die Weichen für einen nachhaltigen Nutzwert und niedrige Betriebskosten bereits in den ersten Planungsphasen, vor der eigentlichen Bauplanung, gestellt werden.¹²⁰

¹¹⁹ Vgl. Wiegand, Mebes, Pichler, 2007, S.22

¹²⁰ Vgl. Wiegand, 2008, S.122

ANHANG**Anlagenverzeichnis**

A1 Quantitative Erfassung des Bauprojekts.....	111
A2 Ergebnisbogen ABK Lekos	118
A3 Ergebnisbogen LZK Tool ^{öko}	154
A4 Fragebogen zur Datenerhebung LZK Tool ^{öko}	163

G.036	Marktplatz	2,8	36,3	1					81,59												43,75	1,89	28	28	
G.037	Abstellraum M	2,6	11,43						8,14													28,038	1,68		
G.038	Snoezelen	2,8	14,75						13,6													39,41	1,89		
G.039	TGBM	2,8	15,35	1				14,71														30,73	1,89	10,36	
G.040	Gang 1.7	2,8	86,75																			201,55	28,35	13	
G.041	Behinderten WC	2,6	8,6					4,53														20,47	1,89		
G.042	SchachtXXX		6,6					2,66														0			
G.043	E-Raum	3,2	7,8	3,8				3,8														23,07	1,89		
G.044	Aufzug		7,95																			0			
G.045	WC	2,3	6,6					2,6														13,5	1,68		
G.046	Personalgarderobe	2,3	18,45					16,92														38,865	3,57		
G.047	Garderobe	2,3	15,05					13,13														32,725	1,89		
G.048	Garderobe	2,3	20					19,67														43,9	2,1		
G.049	Abstellraum	2,6	25,6					23,76														64,67	1,89		
G.050	E-Raum	3,2	10,75	6,96				6,96														32,51	1,89		
G.051	Brennofen	3,12	16,12					12,2														48,4044	1,89		
G.052	Abstellraum	2,6	29,3	27,78				7,27														74,29	1,89		
G.053	Garderobe	2,3	20					19,67														43,22	2,1		0,68
G.054	Garderobe	2,3	16,95					13,39														36,415	1,89		0,68
G.055	Personalgarderobe	2,3	19,75					18,3														43,535	1,89		
G.056	Personal WC	2,3	8,1					3,57														16,95	1,68		
G.057	WC	2,3	6,6					2,6														13,5	1,68		
G.058	E-Raum	3,2	11,15	7,39				7,39														33,79	1,89		
G.059	Schacht 2		11,45					7,27														0			
G.060	Putzmittel	3,2	11,15					6,85														34	1,68		
G.061	Abstellraum M	2,8	10,75					6,15														28,42	1,68		
G.062	TGBM	2,8	15,35	1				14,71														32,13	1,89	8,96	
G.063	Marktplatz	2,8	36,3	1				81,59														41,86	3,78	28	28
G.064	Helpad. Gruppe	2,8	36,55	1				82,26														69,67	3,99	28	0,68
G.065	Geräteraum außen	2,74	20					24,99														51,44	3,36		
G.066	Sanitärraum	2,6	22					24,1														55,1	2,1		
G.067	Abstellraum G	2,6	10,3					6,43														24,89	1,89		
G.068	Gang I.6	2,6	33,95					41,93														50,69	3,78		33,8
G.069	Garten Beh. WC	2,74	8,37					4,29														21,0438	1,89		
G.070	Garten WC	2,74	7,4					3,12														18,596	1,68		
G.071	Garten WC	2,74	7,4					3,12														18,596	1,68		
G.072	Sanitärraum	2,8	14,75					13,6														35,14	1,68	4,48	sf
G.073	Abstellraum G	2,6	15,15					14,33														37,71	1,68		
G.074	Kindergartengruppe	2,8	36,15	1				80,7														64,72	7,14	28	1,36
G.075	Kindergartengruppe	2,8	36,15	1				80,7														63,04	8,82	28	1,36
G.076	Sanitärraum	2,8	13,8					11,9														32,48	1,68	4,48	
G.077	Abstellraum G	2,6	11,6					7,92														28,48	1,68		
G.078	Abstellraum A	2,6	11,1					7,02														27,18	1,68		
G.079	Küche	2,8	23,95					32,74														53,41	1,89	11,76	
G.080	Lager	2,3	11,71					8,23														25,043	1,89		
G.081	Stiege 2	3,12	33,58					50,95														87,5696	4,2		13
G.082	Zugang	2,74	15,18					12,85														29,6232	11,97		
G.083	Garderobenraum	2,6	24,81					28,18														55,476	9,03		

A2. Ergebnisbogen ABK Lekos



Seite 1

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

ERMITTLUNG DER LEBENSZYKLUSKOSTEN



Version: Version 1 Versionsdatum: 28.01.2013

Vorhabenadresse

Bauherr

Projektart: 2
Baumaßnahm: Neubau

Projektbeschreibung Lebenszykluskosten

Berechnungsgrundlagen

Allgemeine Festlegungen

Lebensdauer in Jahren: 50
Steuersicht: Netto - Beträge werden ohne USt erfasst
Bezeichnung Berechnungsmodell

Kommentar des Modellerstellers:

Lebenszykluskostenprognosemodell "LEKOS"

Entwickler:

Helmut Floegl, Department für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems
helmut.floegl@donau-uni.ac.at

Haftungsausschluss:

Der Entwickler erklärt, das Rechenmodell mit großer Sorgfalt erstellt zu haben, übernimmt jedoch keine Haftung für die Inhalte. Der Anwender bzw. die Anwenderin bestätigt, alle Voraussetzungen und Annahmen für die Anwendung der Inhalte und Formeln zu kennen und für die eigene Anwendung zu validieren. Er bzw. sie bestätigt für die Verifizierung und Validierung der eigenen Berechnung verantwortlich zu sein.

Notiz:

Modell LEKOS EK-Abschätzung - Standardmodell für Bürogebäude mit BKI-Errichtungskostenabschätzung
Modellversionen V2.0

Änderungen zur Vorgängermodellversion:

Objektkenndaten:

- Änderung der Prüfung/Eingabe (0/1/2)
- Parameter für Ermittlung der Mengen mit Kennwerten
 - o Textergänzung unter Kommentar des Modellerstellers:
"Für diese Variable ist ein Schätzfaktor nach BKI voreingestellt. Der Wert wird weiter zur Abschätzung der Flächenwerte für Folgekosten und im weiteren zur Abschätzung der Errichtungskosten verwendet."
- Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten
 - o Textergänzung unter Kommentar des Modellerstellers:
"Für diese Variable ist eine Abschätzung nach BKI voreingestellt.
Der Wert wird weiter zur Abschätzung der Flächenwerte für Folgekosten und zur Abschätzung der Errichtungskosten verwendet."
- Flächenwerte für Folgekosten
 - o Zeilen 2900 - 3700 und 4100 - 4600, Textergänzung unter Kommentar des Modellerstellers:
"Für diese Variable ist eine Abschätzung nach BKI voreingestellt.
Der Wert wird weiter zur Abschätzung der Errichtungskosten verwendet."



Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

- Kostenkennwerte Objektteile zur Ermittlung der Errichtungsk.
 - o Zeilen 5400 - 8100, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers: "Bei Direkteingabe der Errichtungskosten kommt dieser Wert nicht zur Anwendung."

Errichtungskosten:

- E2.D.03.a - E2.D.03.s Dachkonstruktionen, E2.E.01.a - E2.E.01.s Außenwandkonstruktionen, E4.B.01.a bis E4.B.01.s Dachbeläge, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers:
"Die Unterpunkte .a, .b, .c, d., s. sind eine Erweiterung der Gliederung nach ÖNORM B 1801-1. Wenn nicht nach Material unterschieden wird, können die Kosten unter .s Sonstiges eingegeben werden."

Finanzielle Parameter:

- Zeilen 200 bis 700 Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 1
- Zeile 400: Änderung Preissteigerung Verbrauchspreise pAllg auf 2,5%, Textergänzung: "siehe auch <http://www.statistik.at/>"
- Zeile 500: Änderung Preissteigerung pEnergie auf 4,5%, Textergänzung: "siehe auch <http://www.statistik.at/>"
- Zeile 600: Änderung Preissteigerung Lohnintensiv pLohn auf 2,5%, Textergänzung: "siehe auch <http://www.statistik.at/>"
- Zeile 700: Änderung Verzinsung r auf 1%, Textergänzung: "Als Orientierung für diesen Wert dient die Sekundärmarktrendite des Bundes Österreich (siehe <http://kurse.banking.co.at> » Zinsen » Kapitalmarktzinsen)"

Finanzierung Gesamtkosten:

- Zeilen 1000, 1100, 1300, 1400, 1500 - Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 2
- Zeile 1000: Änderung Laufzeit für die Finanzierung Errichtung in Jahren auf 20 Jahre
- Zeile 1100: Änderung Zinssatz für Finanzierung Errichtung auf 3,5%
- Zeile 1200: Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers
"1aAnnuizins < 1 vorschüssig
1aAnnuizins >= 1 nachschüssig
empfohlene Einstellung: nachschüssig"
- Zeile 1400: Änderung Abschreibedauer auf 33,3333 a, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers:
"Dieser Wert ist unter Berücksichtigung handels- und finanzrechtlicher Vorgaben zu wählen."
- Zeile 1500: Änderung Restwert der Finanzierung auf 1.000.000,00 €, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers: "Der Restwert der Finanzierung ist der offene Betrag der zum Ende der Finanzierungslaufzeit übrig bleibt und zu den Finanzierungskosten im letzten Jahr der Laufzeit dazugerechnet wird."
- Zeile 1800: Änderung Laufzeit für Leasing Instandsetzung auf 5 a
- Zeile 1900: Änderung Zinssatz Leasing Instandsetzung auf 3,5 a
- Zeile 2000: Änderung Mindestwert Leasing Instandsetzung auf 10.000,- €
- Zeilen 1800, 1900 und 2000 - Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers: "Es wird angenommen, dass Ersatzinvestitionen (F7 - Kosten für Instandsetzung, Umbau) ab einem bestimmten Mindestwert (LeasMinW) aus betriebswirtschaftlichen Gründen geleast werden.
Dabei wird vereinfachend angenommen, dass für all diese Leasingfinanzierungen während der gesamten Gebäudelebensdauer der gleiche Zinssatz (LeasZins), die gleiche Laufzeit (LZLeas) und der gleiche Mindestwert (LeasMinW) gilt."

Parameter Verwaltung und Technik

- Zeile 500: Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 2

Parameter Ver- und Entsorgung:

- Zeile 200: Änderung Strompreis auf 0,0766 €/kWh, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers:
"Tarif Wienenergie MEGAOnline 02 für Unternehmer bei Vertragslaufzeit auf 2 Jahre - Stand Jänner 2013 ohne MWSt"
- Eingefügt Zeile 250: KOGST, Grundpreis Strom, 12,60 €/Jahr
- Zeile 300: Änderung Gaspreis auf 0,0365, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers:
"Tarif Wienenergie MEGAOnline 02 für Unternehmer bei Vertragslaufzeit auf 2 Jahre - Stand Jänner 2013 Ohne MWSt"
- Eingefügt Zeile 325: KOGGST, Grundpreis Gas, 12,60 €/Jahr
- Zeilen 400 und 500: Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 1
- Zeile 800: Änderung Bezeichnung auf "Energiebedarf Heizung (Nutzenergie)", Änderung Einheit auf kWh/m²beheizteBGF, Textergänzung: "Als Basis für diesen Wert kann der Warmwasserwärmebedarf WWWB (z.B. aus dem Energieausweis) herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass sich der HWB auf die BGF

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

bezieht. Zur Berücksichtigung des Nutzerverhaltens kann ein weiterer Aufschlagsfaktor angesetzt (z.B. 1,5 bis 2) werden."

- Eingefügt Zeile 850: WWWkWh, Energiebedarf Warmwasser (Nutzenergie), 3 kWh/m²beheizteBGF, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers: "Als Basis für diesen Wert kann der Warmwasserwärmebedarf WWWB (z.B. aus dem Energieausweis) herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass sich der WWWB auf die BGF bezieht."
- Zeile 900: Änderung Bezeichnung auf "Jahresnutzungsgrad Heizung (Faktor Nutzenergie/Endenergie)", Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers: "Jahresnutzungsgrad: der Faktor zwischen Nutzenergie (jene Energie, die in Raumwärme verwandelt wird) und Endenergie (z.B. die Menge Erdgas x Brennwert, die am Gaszähler ankommt) für Jahresnutzungsgrade typischer Energieträger siehe: http://www.ziegel.at/de/waermeschutz_heizwert"
- Zeile 1000: Änderung der Bezeichnung "Energiebedarf Klimatisierung (Kühlen/Lüften)", Änderung der Einheit auf kWh/m²konditionierteBGF a
- Zeilen 800 bis 1100 Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 2
- Zeile 1900: Änderung Wasserbezugsgebühr pro Kubikmeter auf 1,5727 €/m³, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers: "Quelle: (Stand: Jänner 2013) - ohne MWSt <http://www.wien.gv.at/amtsheifer/bauen-wohnen/wasserwerk/wasseranschluss/wasserergebuehr.html> "
- Zeile 2000: Änderung Abwassergebühr pro Kubikmeter Wasser auf 1,7182 €/m³, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers:" Quelle: (Stand: Jänner 2013) - ohne MWSt <http://www.wien.gv.at/amtsheifer/bauen-wohnen/wasserwerk/wasseranschluss/abwassergebuehr.html>"
- Zeile 2400: Änderung Wasserverbrauch pro m² Grünfläche auf 0,1 m³/m²GRÜNfA, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers:"
0,1 m³/m² Grünfläche und Jahr bei Rasen
0,25 m³/m² Grünfläche bei Sträuchern und Zierpflanzen"
- Zeile 2800: Änderung Müllentsorgungskosten auf 35,041 €/1000l, Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers:"
<http://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/tarife/hausmuell.html>
1100 Liter -> € 42,40 inkl. 10% MWSt
1000 Liter € 42,40/1,1/1,1= 35,041 €/1000l +MWSt"

Parameter Reinigung:

- Zeile 200: Änderung Kosten Reinigung/Stunde auf 22 €/h
- Zeilen 200, 500, 1000, 1800, 2100, 2600, 2900, 3600, 4100, 4500, 5000 (= Reinigungsfrequenzen): Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 1

Parameter Gebäudedienste:

- Zeile 200: Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 1

Parameter Instandsetzung:

- Zeilen 200, 500 und 900: Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 1

Folgekosten:

- Zeile 5000, 5.3.1.a: Änderung Formel auf NF*STV kWh*KOST+KOGST
- Zeile 5300, 5.3.1.d: Änderung Formel auf KOGGA+BGFbeheizt*(HEIZkWh*KOGA/(HEIZWG/100)+WWWkWh*KOST), Textergänzung unter Kommentar des Modellherstellers: "Annahme, dass Warmwasser mit Strom erzeugt wird, Raumwärmeerzeugung mit Energieträger Gas", Änderung Prüfung/Eingabe von 0 auf 1
- Zeile 5600, 5.3.3: Änderung der Formel auf NUE*MÜLLK

Instandsetzung Umbau:

- Zeile 9900, F7.1-2.D.01 Deckenkonstruktionen: Änderung Frequenz auf 40
- Zeile 10000, F7.1-2.D.02 Treppenkonstruktionen: Änderung Frequenz auf 40
- Zeile 10500, F7.1-2.D.03.s Dachkonstruktion Sonstige: Änderung Frequenz auf 40
- Zeile 10600, F7.1-2.D.S Sonstiges Horizontale Baukonstruktionen: Änderung Frequenz auf 40
- Zeile 12300, F7.1-3.A Allgemein Bauwerk – Technik: Änderung Frequenz auf 25
- Zeile 12400, F7.1-3.B Förderanlagen: Änderung Frequenz auf 25
- Zeile 12900, F7.1-3.C.S Sonstige Wärmeversorgungsanlagen: Änderung Frequenz auf 25
- Zeile 14100, F7.1-3.E.02 Wasseranlagen: Änderung Frequenz auf 30

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

- Zeile 14300, F7.1-3.E.04 Feuerlöschanlagen: Änderung Frequenz auf 20
- Zeile 14400, F7.1-3.E.S Sonstige Sanitär-/Gasanlagen: Änderung Frequenz auf 20
- Zeile 14500, F7.1-3.F Starkstromanlagen: Änderung Frequenz auf 14
- Zeile 14900, F7.1-3.G.03 Zeitdienstanlagen: Änderung Frequenz auf 14
- Zeile 15000, F7.1-3.G.04 Elektroakustische Anlagen: Änderung Frequenz auf 15
- Zeile 15100, F7.1-3.G.05 Fernseh-/Antennenanlagen: Änderung Frequenz auf 16
- Zeile 15400, F7.1-3.G.S Sonstige Informationstechnische Anlagen: Änderung Frequenz auf 17
- Zeile 15500, F7.1-3.H Gebäudeautomation: Änderung Frequenz auf 18
- Zeile 15600, F7.1-3.S Sonstige Anlagen Bauwerk – Technik: Änderung Frequenz auf 20
- Zeile 15900, F7.1-4.A Allgemein Bauwerk – Ausbau: Änderung Frequenz auf 30
- Zeile 18000, F7.1-4.D.04 Innentüren, Innenfenster: Änderung Frequenz auf 24
- Zeile 18200, F7.1-4.D.05 Innenwandelemente: Änderung Frequenz auf 24
- Zeile 19300, F7.1-6.C Befestigte Flächen: Änderung Frequenz auf 37

Änderungen mit Version vom 13.06.2012:

RFliesfrequ: Frequenz Reinigung Sanitär bezogen auf die Bodenfläche: Wert wurde auf 5 erhöht.

Änderungen mit Version vom 26.06.2012:

Werte von BKI sind Netto-Werte

02.08.2012:

Steuerzeichen aus Notiz gelöscht

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
Objektkenndaten						
Allgemeine Flächengrößen						
	Grundstücksfläche	GSTF		16.755,00	m ²	OK
	Brutto-Grundfläche	BGF		14.138,01	m ²	OK
	Brutto-Rauminhalt	BRI		62.506,04	m ³	OK
	Netto-Grundfläche	NGF		12.283,30	m ²	OK
	Nutzfläche	NF		8.491,52	m ²	OK
	Brutto-Grundfläche beheizt	BGFbeheizt		11.415,00	m ²	OK
	Brutto-Grundfläche klimatisiert	BGFklimatisiert		15,00	m ²	OK
	Grünfläche	GRÜNF		6.000,00	m ²	OK
	Befestigte Außenflächen	BEFAF		6.000,00	m ²	OK
				0,00		
Parameter für Ermittlung der Mengen mit Kennwerten						
	Faktor Ermittlung Volumen Baugrube/BGF	F_BAUGRV		0,70		
	Faktor Ermittlung Fläche für Gründung/BGF	F_GRÜNDF		0,33		
	Faktor Ermittlung Fläche der Außenwandkons	F_AWF		0,48		
	Faktor Ermittlung Fläche der Innenwandkons	F_INWF		0,60		
	Faktor Ermittlung der Dachfläche/BGF	F_DACHF		0,33		
	Faktor Ermittlung für Deckenflächen/BGF	F_DECKF		0,75		
				0,00		
Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten						
	Volumen Baugrube	BAUGRV	BGF*F_BAUGRV	9.896,61	m ³	!
	Fläche für Gründung	GRÜNDF	BGF*F_GRÜNDF	4.665,54	m ²	!
	Außenwände	AWF	BGF*F_AWF	6.786,24	m ²	!
	Innenwände	INWF	BGF*F_INWF	8.482,81	m ²	!
	Dachflächen	DACHF	BGF*F_DACHF	4.665,54	m ²	!
	Deckenflächen	DECKF	BGF*F_DECKF	10.603,51	m ²	!
				0,00		
Flächenwerte für Folgekosten						
	Fenster/Glasflächen außen	GLASF	AWF*0,33	2.239,46	m ²	OK
	Davon Fenster/Glasflächen außen mit Arbeit	GLASFab	GLASF*0,6	1.343,68	m ²	OK
	Glasfassadenfläche außen	GLASFF	AWF*0	0,00	m ²	OK
	Davon Glasfassadenflächen außen mit Arbe	GLASFFab	GLASFF*0	0,00	m ²	OK
	Glasflächen nicht vertikal außen	GLASFNV		13,00	m ²	OK
	Glasflächen nicht vertikal außen mit Arbeitst	GLASFNVab		0,00	m ²	OK
	Glasflächen innen	IGLASF	AWF*0,04	271,45	m ²	OK
	Davon Glasflächen innen mit Arbeitsbühne	IGLASFab	IGLASF*0	0,00	m ²	OK
	Jalousienflächen	JALF	IGLASF*5	1.357,25	m ²	OK
	Davon Jalousienflächen mit Arbeitsbühne	JALFab	IGLASF*0,2	54,29	m ²	OK
	Büro- und Wohnflächen	BÜRF	NF	8.491,52	m ²	!
	Sanitärflächen horizontal	SANFH		672,00	m ²	OK
	Sanitärflächen vertikal	SANFV		1.800,00	m ²	OK
	Gangflächen	GANGF	(NGF-NF)*0,67	2.540,49	m ²	!
	Stiegenflächen	STIEGF	(NGF-NF)*0,1	379,18	m ²	!
	Garagenflächen	GARAF		0,00	m ²	OK
	Nebenraumflächen	NEBF	(NGF-NF)*0,3	1.137,53	m ²	!
	Ausmalflächen Wände	MALFw	INWF*2,2	18.662,18	m ²	!
	Ausmalflächen Decken	MALFd	DECKF	10.603,51	m ²	!
	Nutzfläche je aktiven Nutzer	NFNUe		85,00	m ²	OK
	Nutzungseinheiten	NUE	NF/NFNUe	99,90	Stk	
				0,00		
Besondere Parameter						
	Anzahl der Aufzugskabinen	AUFZANZ		2,00	Stk	OK
	Anzahl der Aufzugstationen gesamt	AUFZSTA		8,00	Stationen	OK
				0,00		
Kostenkennwerte Objektteile zur Ermittlung der Errichtungsk.						
	Baugrube Kosten/m3	K_BAUGRV		19,33	€/m ³	
	Gründung Kosten/m2	K_GRÜNDF		212,61	€/m ²	
	Außenwand Kosten/m2	K_AWF		371,42	€/m ²	
	Anteil der Außenwand-Kosten für Rohbau Wε	F_AWFROH		5,00	%	
	Anteil der Außenwand-Kosten für Rohbau St	F_AWSTÜTZ		30,00	%	
	Anteil der Außenwand-Kosten für Ausbau	F_AWFAUS		65,00	%	
	Innenwand Kosten/m2	K_INWF		210,92	€/m ²	
	Anteil Innenwand-Kosten für Rohbau Wand	F_INWFROH		7,00	%	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
	Anteil der Innenwandkosten für Rohbau Stütz	F_INWSTÜTZ		23,00	%	
	Anteil der Innenwandkosten für Ausbau	F_INWFAUS		70,00	%	
	Decke Kosten/m2	K_DECKF		244,53	€/m ²	
	Anteil Decken-Kosten für Rohbau	F_DECKFROH		55,00	%	
	Anteil Decken-Kosten für Ausbau	F_DECKFAUS		45,00	%	
	Dach Kosten/m2	K_DACHF		246,22	€/m ²	
	Anteil Dach-Kosten für Rohbau	F_DACHFROH		10,00	%	
	Anteil Dach-Kosten für Ausbau	F_DACHFAUS		90,00	%	
	Baukonstruktive Einbauten Kosten /m2 BGF	K_BKEINB		25,21	€/m ² BGF	
	Sonstige Baukonstruktionen Kosten /m2 BGF	K_SBK		38,65	€/m ² BGF	
				0,00		
	Abwasser, Wasser, Gas Kosten /m2 BGF	K_WASGAS		43,70	€/m ² BGF	
	Wärmeversorgungsanlagen Kosten /m2 BGF	K_WÄRMEANL		58,82	€/m ² BGF	
	Lufttechnische Anlagen Kosten /m2 BGF	K_LUFTANL		36,97	€/m ² BGF	
	Starkstromanlagen Kosten /m2 BGF	K_SSANL		89,91	€/m ² BGF	
	Femmeldeanlagen Kosten /m2 BGF	K_FMANL		31,93	€/m ² BGF	
	Förderanlagen Kosten /m2 BGF	K_FÖRDANL		21,85	€/m ² BGF	
	Nutzungsspezifische Anlagen Kosten /m2 BC	K_NSPANL		15,12	€/m ² BGF	
	Gebäudeautomation Kosten /m2 BGF	K_GEBAUTOANL		215,13	€/m ² BGF	
	Sonstige Technische Anlagen Kosten /m2 BC	K_STANL		8,40	€/m ² BGF	
				0,00		

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
Errichtungskosten						
Objekt-Errichtung						
E0	Grund			0,00	€	
E0.A	Allgemein		KM #0.AS	0,00	€	
E0.B	Grunderwerb		KM #0.BS	0,00	€	
E0.S	Sonstiges für Grund		KM #0S-#0.AS-#0.B	0,00	€	
				0,00		
E1	Aufschließung			0,00	€	
E1.A	Allgemein		KM #1.AS	0,00	€	
E1.B	Baureifmachung		KM #1.BS	0,00	€	
E1.C	Erschließung		KM #1.CS	0,00	€	
E1.E	Provisionen		KM #1.ES	0,00	€	
E1.S	Sonstiges für Aufschließung		KM #1S-#1.AS-#1.BS-#1.CS-#1.ES	0,00	€	
				0,00		
E2	Bauwerk - Rohbau			5.046.001,27	€	
E2.A	Allgemein		KM #2.AS	0,00	€	
E2.B	Erarbeiten, Baugrube		KM #2.BS	191.301,47	€	
E2.C	Gründungen, Bodenkonstruktionen		KM #2.CS	991.940,46	€	
E2.D	Horizontale Baukonstruktionen			1.540.956,90	€	
E2.D.01	Deckenkonstruktionen		KM #2.D.01	1.426.081,97	€	
E2.D.02	Treppenkonstruktionen		KM #2.D.02	0,00	€	
E2.D.03	Dachkonstruktionen			114.874,93	€	
E2.D.03.a	Dachkonstruktion Beton			114.874,93	€	
E2.D.03.b	Dachkonstruktion Holz			0,00	€	
E2.D.03.c	Dachkonstruktion Stahl			0,00	€	
E2.D.03.s	Dachkonstruktion Sonstige		KM #2.D.03	0,00	€	
E2.D.S	Sonstiges Horizontale Baukonstruktionen		KM #2.DS-#2.D.01-#2.D.02-#2.D.03	0,00	€	
E2.E	Vertikale Baukonstruktionen			1.418.949,12	€	
E2.E.01	Aussenwandkonstruktionen			126.027,26	€	
E2.E.01.a	Aussenwandkonstruktionen Ziegel			0,00	€	
E2.E.01.b	Aussenwandkonstruktionen Beton			126.027,26	€	
E2.E.01.c	Aussenwandkonstruktionen Holz			0,00	€	
E2.E.01.d	Aussenwandkonstruktionen Stahl			0,00	€	
E2.E.01.s	Aussenwandkonstruktionen Sonstige		KM #2.E.01	0,00	€	
E2.E.02	Innenwandkonstruktionen		KM #2.E.02	125.243,60	€	
E2.E.03	Stützenkonstruktionen		KM #2.E.03	1.167.678,26	€	
E2.E.04	Spezielle Konstruktionen		KM #2.E.04	0,00	€	
E2.E.S	Sonstiges Vertikale Baukonstruktionen		KM #2.ES	0,00	€	
E2.S	Rohbau Sonstiges		KM #2S-#2.AS-#2.BS-#2.CS-#2.DS-#2.ES	902.853,32	€	
				0,00		
E3	Bauwerk - Technik			6.854.955,53	€	
E3.A	Allgemein		KM #3.AS	0,00	€	
E3.B	Förderanlagen		KM #3.BS	0,00	€	
E3.C	Wärmeerzeugungsanlagen			831.597,75	€	
E3.C.01	Wärmeerzeugungsanlagen		KM #3.C.01	0,00	€	
E3.C.02	Wärmeerteilnetze		KM #3.C.02	0,00	€	
E3.C.03	Raumheizflächen		KM #3.C.03	0,00	€	
E3.C.S	Sonstige Wärmeerzeugungsanlagen		KM #3.CS-#3.C.01-#3.C.02-#3.C.03	831.597,75	€	
E3.D	Klima-/Lüftungsanlagen			522.682,23	€	
E3.D.01	Lüftungsanlagen		KM #3.D.01	0,00	€	
E3.D.02	Teilklimaanlagen		KM #3.D.02	0,00	€	
E3.D.03	Klimaanlagen		KM #3.D.03	0,00	€	
E3.D.04	Kälteanlagen		KM #3.D.04	0,00	€	
E3.D.05	Prozesslufttechnische Anlagen		KM #3.D.05	0,00	€	
E3.D.S	Sonstige Klima-/Lüftungsanlagen		KM #3.DS-#3.D.01-#3.D.02-#3.D.03-#3.D.04-#3.D.05	522.682,23	€	
E3.E	Sanitär-/Gasanlagen			617.831,04	€	
E3.E.01	Abwasseranlagen		KM #3.E.01	0,00	€	
E3.E.02	Wasseranlagen		KM #3.E.02	0,00	€	
E3.E.03	Gasanlagen		KM #3.E.03	0,00	€	
E3.E.04	Feuerlöschanlagen		KM #3.E.04	0,00	€	
E3.E.S	Sonstige Sanitär-/Gasanlagen		KM #3.ES-#3.E.01-#3.E.02-#3.E.03-#3.E.04	617.831,04	€	
E3.F	Starkstromanlagen			1.271.148,48	€	
E3.F.01	Hoch-/Mittelspannungsanlage		KM #3.F.01	0,00	€	
E3.F.02	Eigenstromversorgung		KM #3.F.02	0,00	€	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
E3.F.03	Niederspannungsschaltanlagen		KM #3.F.03	0,00	€	
E3.F.04	Niederspannungsinstallation		KM #3.F.04	0,00	€	
E3.F.05	Beleuchtungsanlagen		KM #3.F.05	0,00	€	
E3.F.06	Blitzschutzanlagen		KM #3.F.06	0,00	€	
E3.F.S	Sonstige Starkstromanlagen		KM #3.FS-#3.F.01-#3.F.02-#3.F.03-#3.F.04-#3.F.05-#3.F.06	1.271.148,48	€	
E3.G	Fernmelde- und Informationstechnische Anla			451.426,66	€	
E3.G.01	Telekommunikationsanlagen		KM #3.G.01	0,00	€	
E3.G.02	Such-/Signalanlagen		KM #3.G.02	0,00	€	
E3.G.03	Zeitdienstanlagen		KM #3.G.03	0,00	€	
E3.G.04	Elektroakustische Anlagen		KM #3.G.04	0,00	€	
E3.G.05	Fernseh-/Antennenanlagen		KM #3.G.05	0,00	€	
E3.G.06	Gefahrenmelde-/Alarmanlagen		KM #3.G.06	0,00	€	
E3.G.07	Übertragungsnetze		KM #3.G.07	0,00	€	
E3.G.S	Sonstige Informationstechnische Anlagen		KM #3.GS-#3.G.01-#3.G.02-#3.G.03-#3.G.04-#3.G.05-#3.G.06-#3.G.07	451.426,66	€	
E3.H	Gebäudeautomation			3.041.510,09	€	
E3.H.01	Mess-, Steuer-, Regel- und Leitanlagen		KM #3.H.01	0,00	€	
E3.H.S	Sonstiges		KM #3.HS-#3.H.01	3.041.510,09	€	
E3.I	Spezielle Anlagen			0,00	€	
E3.I.01	Maschinenanlagen		KM #3.I.01	0,00	€	
E3.I.02	Mechatronische Anlagen		KM #3.I.02	0,00	€	
E3.I.S	Sonstiges		KM #3.IS-#3.I.01-#3.I.02	0,00	€	
E3.S	Sonstiges Bauwerk-Technik		KM #3S-#3.AS-#3.BS-#3.CS-#3.DS-#3.ES-#3.FS-#3.GS-#3.HS	118.759,28	€	
				0,00		
E4	Bauwerk - Ausbau			6.258.253,43	€	
E4.A	Allgemein		KM #4.AS	0,00	€	
E4.B	Dachverkleidung			1.033.874,33	€	
E4.B.01	Dachbeläge			1.033.874,33	€	
E4.B.01.a	Flachdach			1.033.874,33	€	
E4.B.01.b	Steildach Ziegel			0,00	€	
E4.B.01.c	Steildach Betonstein			0,00	€	
E4.B.01.d	Steildach Blechdeckung			0,00	€	
E4.B.01.s	Dachbeläge Sonstige		KM #4.B.01	0,00	€	
E4.B.02	Dachfenster/-öffnungen		KM #4.B.02	0,00	€	
E4.B.03	Balkon-/Terrassenbeläge		KM #4.B.03	0,00	€	
E4.B.S	Sonstige Dachverkleidung		KM #4.BS-#4.B.01-#4.B.02-#4.B.03	0,00	€	
E4.C	Fassadenhülle			1.638.354,42	€	
E4.C.01	Fassadenverkleidungen		KM #4.C.01	1.638.354,42	€	
E4.C.02	Fassadenöffnungen		KM #4.C.02	0,00	€	
E4.C.03	Sonnenschutz		KM #4.C.03	0,00	€	
E4.C.S	Sonstige Fassadenhülle		KM #4.CS-#4.C.01-#4.C.02-#4.C.03	0,00	€	
E4.D	Innenausbau			3.586.024,68	€	
E4.D.01	Bodenbeläge		KM #4.D.01	1.166.794,34	€	
E4.D.02	Wandverkleidungen		KM #4.D.02	1.252.436,00	€	
E4.D.03	Deckenverkleidungen		KM #4.D.03	1.166.794,34	€	
E4.D.04	Innentüren, Innenfenster		KM #4.D.04	0,00	€	
E4.D.05	Innenwandelemente		KM #4.D.05	0,00	€	
E4.D.S	Sonstiger Innenausbau		KM #4.DS-#4.D.01-#4.D.02-#4.D.03-#4.D.04-#4.D.05	0,00	€	
				0,00		
E5	Einrichtung			3.631.842,05	€	
E5.A	Allgemein		KM #5.AS	0,00	€	
E5.B	Betriebseinrichtungen		KM #5.BS	0,00	€	
E5.C	Ausstattungen, Kunstwerke		KM #5.CS	0,00	€	
E5.S	Sonstige Einrichtung		KM #5S-#5.AS-#5.BS-#5.CS	3.631.842,05	€	
				0,00		
E6	Außenanlagen			544.776,31	€	
E6.A	Allgemein		KM #6.AS	0,00	€	
E6.B	Geländeflächen		KM #6.BS	0,00	€	
E6.C	Befestigte Flächen		KM #6.CS	0,00	€	
E6.D	Bauteile Außenanlagen		KM #6.DS	0,00	€	
E6.S	Sonstige Außenanlagen		KM #6S-#6.AS-#6.BS-#6.CS-#6.DS	544.776,31	€	
				0,00		
E7	Planungsleistungen			3.631.842,05	€	
E7.C	Planungsleistung		KM #7.CS	0,00	€	
E7.S	Sonstige Planungsleistungen		KM #7S-#7.CS	3.631.842,05	€	
				0,00		



Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
E8	Nebenleistungen			363.184,20	€	
E8.B	Baunebenleistungen		KM #8.BS	0,00	€	
E8.S	Sonstige Nebenleistungen		KM #8S-#8.BS	363.184,20	€	
				0,00		
E9	Reserven			2.360.697,33	€	
E9.A	Allgemein		KM #9.AS	0,00	€	
E9.B	Reservemittel Budget		KM #9.BS	0,00	€	
E9.S	Sonstige Reservemittel		KM #9S-#9.AS-#9.BS	2.360.697,33	€	
				0,00		
	Bauwerkskosten [E2-E4]	BWK		18.159.210,23	€	
	Baukosten [E1-E6]	BK		22.335.828,59	€	
	Errichtungskosten [E1-E9]	EK		28.691.552,17	€	
	Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]	GK		28.691.552,17	€	
				0,00		

Finanzielle Parameter

Finanzielle Parameter

Preissteigerung Bau pBau	PBAU	3,30	%	!
Preissteigerung Technik pTechnik	PTECHNIK	2,50	%	!
Preissteigerung Verbrauchspreise pAllg	PALLG	2,50	%	!
Preissteigerung pEnergie	PENERG	4,50	%	!
Preissteigerung Lohnintensiv pLohn	PLOHN	2,50	%	!
Verzinsung r	R	1,00	%	!
		0,00		

Finanzierung Gesamtkosten Errichtung

Laufzeit für die Finanzierung Errichtung in Je	LZAnnu	20,00	a	OK
Zinssatz für Finanzierung Errichtung	AnnuZins	3,50	%	OK
Finanzierungskosten Errichtung in Prozent	FinanKoER	0,80	%	OK
Abschreibungsdauer	Abschr	33,33	a	OK
Restwert der Finanzierung	RestW0	1.000.000,00	€	OK
		0,00		

Leasing Instandsetzung, Umbau

Laufzeit für Leasing Instandsetzung, Umbau	LZLeas	5,00	a	OK
Zinssatz Leasing Instandsetzung, Umbau	LeasZins	3,50	%	OK
Mindestwert für Leasing Instandsetzung, Uml	LeasMinW	10.000,00	€	OK
Finanzierungskosten Leasing in Prozent	FinanKoLeas	0,80	%	OK
		0,00		

Ergebnisse für die Finanzierungsberechnung

Abschreibung Errichtung	AbER	0,00	€/Jahr	
Zinsen Finanzierung	ZinsFI	0,00	€/Jahr	
Tilgung Finanzierung	TilgFI	0,00	€/Jahr	
Leasingrate Instandsetzung, Umbau	LeasR	0,00	€/Jahr	
		0,00		
Aktueller Restwert Finanzierung	ARESTWFI	0,00	€/Jahr	
Aktueller Buchwert	ABUCHW	0,00	€/Jahr	
Annuität	ANNU	0,00	€/Jahr	
Aktueller Restwert Leasing	ARESTWLE	0,00	€/Jahr	
Tilgung Leasing	TILGLE	0,00	€/Jahr	
Zinsen Leasing	ZINSLE	0,00	€/Jahr	
Restwert der Immobilie	RestW	0,00	€/Jahr	
		0,00		

Parameter Verwaltung + Technik

Verwaltungskosten

Verwaltungskosten	VWKm2	3,08	€/m²NF a	
		0,00		

Technischer Gebäudebetrieb

Technisches Gebäudemanagement	TGM	2,00	€/m²NF a	OK
Kosten technische Wartung/Stunde	TKh	35,00	€/h	
		0,00		

Wartung sowie Kleine Instandsetzung, Reparaturen

W: Wartung in % der Errichtungskosten pro		0,00		
I: Kleine Instands./Reparaturen in % der Erri		0,00		
		0,00		

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
Förderanlagen						
	Förderanlagen W	E3Bw		1,50	%/Jahr	
	Förderanlagen I	E3Bi		1,00	%/Jahr	
				0,00		
Wärmeversorgungsanlagen						
	Wärmeerzeugungsanlagen W	E3C01w		1,00	%/Jahr	
	Wärmeerzeugungsanlagen I	E3C01i		2,00	%/Jahr	
	Wärmeverteilnetze W	E3C02w		0,50	%/Jahr	
	Wärmeverteilnetze I	E3C02i		0,50	%/Jahr	
	Raumheizflächen W	E3C03w		0,50	%/Jahr	
	Raumheizflächen I	E3C03i		0,50	%/Jahr	
	Wärmeversorgungsanlagen Sonstiges W	E3CSw		0,50	%/Jahr	
	Wärmeversorgungsanlagen Sonstiges I	E3CSi		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Klima-/Lüftungsanlagen						
	Lüftungsanlagen Rohre W	E3D01Rw		0,50	%/Jahr	
	Lüftungsanlagen Rohre I	E3D01Ri		0,00	%/Jahr	
	Lüftungsanlagen Ventilatoren W	E3D01Vw		10,00	%/Jahr	
	Lüftungsanlagen Ventilatoren I	E3D01Vi		2,00	%/Jahr	
	Anteil Ventilatoren an Lüftungsanlagen (Rest)	E3D01VAnteil		10,00	%/Jahr	
	Teilklimaanlagen W	E3D02w		1,00	%/Jahr	
	Teilklimaanlagen I	E3D02i		2,00	%/Jahr	
	Klimaanlagen W	E3D03w		1,00	%/Jahr	
	Klimaanlagen I	E3D03i		2,00	%/Jahr	
	Kälteanlagen W	E3D04w		1,00	%/Jahr	
	Kälteanlagen I	E3D04i		2,00	%/Jahr	
	Prozesslufttechnische Anlagen W	E3D05w		0,50	%/Jahr	
	Prozesslufttechnische Anlagen I	E3D05i		0,00	%/Jahr	
	Klima-/Lüftungsanlagen Sonstiges W	E3DSw		0,50	%/Jahr	
	Klima-/Lüftungsanlagen Sonstiges I	E3DSi		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Sanitär-/Gasanlagen						
	Abwasseranlagen W	E3E01w		0,00	%/Jahr	
	Abwasseranlagen I	E3E01i		1,00	%/Jahr	
	Wasseranlagen W	E3E02w		0,30	%/Jahr	
	Wasseranlagen I	E3E02i		1,00	%/Jahr	
	Gasanlagen W	E3E03w		1,00	%/Jahr	
	Gasanlagen I	E3E03i		1,00	%/Jahr	
	Feuerlöschanlagen W	E3E04w		1,50	%/Jahr	
	Feuerlöschanlagen I	E3E04i		0,50	%/Jahr	
	Sanitär-/Gasanlagen Sonstiges W	E3ESw		0,20	%/Jahr	
	Sanitär-/Gasanlagen Sonstiges I	E3ESi		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Starkstromanlagen						
	Starkstromanlagen W	E3Fw		1,00	%/Jahr	
	Starkstromanlagen I	E3Fi		1,50	%/Jahr	
				0,00		
Fernmelde- und Informationstechnische Anlagen						
	Fernmelde- und Informationstechnische Anla	E3Gw		1,00	%/Jahr	
	Fernmelde- und Informationstechnische Anla	E3Gi		1,50	%/Jahr	
				0,00		
Gebäudeautomation						
	Gebäudeautomation W	E3Hw		1,00	%/Jahr	
	Gebäudeautomation I	E3Hi		1,50	%/Jahr	
				0,00		
Spezielle Anlagen						
	Spezielle Anlagen W	E3Iw		1,00	%/Jahr	
	Spezielle Anlagen I	E3Ii		1,50	%/Jahr	
				0,00		
Dachverkleidung						
	Dachverkleidung W	E4Bw		0,00	%/Jahr	
	Dachverkleidung I	E4Bi		1,50	%/Jahr	
				0,00		
Fassadenhülle						
	Fassadenhülle W	E4Cw		0,00	%/Jahr	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
	Fassadenhülle I	E4Ci		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Innenausbau						
	Innenausbau W	E4Dw		0,00	%/Jahr	
	Innenausbau I	E4Di		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Betriebseinrichtungen						
	Betriebseinrichtungen W	E5Bw		1,00	%/Jahr	
	Betriebseinrichtungen I	E5Bi		2,00	%/Jahr	
				0,00		
Ausstattungen, Kunstwerke						
	Ausstattungen, Kunstwerke W	E5Cw		0,00	%/Jahr	
	Ausstattungen, Kunstwerke I	E5Ci		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Befestigte Flächen						
	Befestigte Flächen W	E6Cw		0,00	%/Jahr	
	Befestigte Flächen I	E6Ci		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Bauteile Außenanlagen						
	Bauteile Außenanlagen W	E6Dw		0,50	%/Jahr	
	Bauteile Außenanlagen I	E6Di		0,50	%/Jahr	
				0,00		
Parameter Ver- und Entsorgung						
Energie						
	Strompreis	KOST		0,08	€/kWh	
	Grundpreis Strom	KOGST		12,60	€/Jahr	
	Gaspreis	KOGA		0,04	€/kWh	
	Grundpreis Gas	KOGGA		12,60	€/Jahr	
	Stromverbrauch (inkl. Beleuchtung)	STN		4,50	W/m ²	!
	Gebäudetechnikstromverbrauch ohne Kühlen	STT		3,50	W/m ²	!
	Strom Verbraucher	STVkJWh	STN*24*365/1000	39,42	kWh/m ² a	
	Strom Technische Geräte ohne Kühlen/Lüfter	STTKWh	STT*24*365/1000	30,66	kWh/m ² a	
	Energiebedarf Heizung (Nutzenergie)	HEIZkJWh		60,00	kWh/m ² beh	OK
					eizteBGF a	
	Energiebedarf Warmwasser (Nutzenergie)	WWWkJWh		3,00	kWh/m ² beh	OK
					eizteBGF a	
	Jahresnutzungsgrad Heizung (Faktor Nutzene)	HEIZWG		70,00	%	OK
	Energiebedarf Klimatisierung (Kühlen/Lüften)	KLIkJWh		25,00	kWh/m ² kon	OK
					ditionierteB	
					GF a	
				0,00		
Aufzüge						
	Aufzüge: Leistungsaufnahme Kabinenlicht	AUFZKABLICHT		60,00	W	
	Aufzüge: Leistungsaufnahme	AUFZkW		10,00	kW	
	Aufzüge: Fahrzeit/Jahr in Stunden/Station	AUFZh		40,00	h	
	Strom Aufzüge	STAK	KOST * (AUFZKABLICHT/1000*24* 365*AUFZANZ + AUFZkW*AUFZh*AUFZSTA)	325,64	€/a	
				0,00		
Wasser und Abwasser						
	Wasserbezugsgebühr pro Kubikmeter	KOWA		1,18	€/m ³	
	Abwassergebühr pro Kubikmeter Wasser	KOAW		1,62	€/m ³	
	Wasserverbrauch pro Person/Jahr	WAVpa	4l * 200*Arbeitsstage*	800,00	l/Person a	!
	Wasserverbrauch pro m ² Nutzfläche	WAVnf	WAVpa/1000*m ³ /NFNUE	0,01	m ³ /m ² NF a	
	Abwasserverbrauch pro m ² Nutzfläche	AWVnf	WAVnf	0,01	m ³ /m ² NF a	
	Wasserverbrauch pro m ² Grünfläche	WAVgf		0,10	m ³ /m ² GRÜ	
					NF a	
	Abwasserverbrauch pro m ² Grünfläche	AWVgf	WAVgf	0,10	m ³ /m ² GRÜ	
					NF a	
				0,00		
Müllentsorgung						
	Müllentsorgungskosten pro 1000l	MÜLLKm3		35,04	€/1000l	
					(1m ³)	
	Müllmenge	MÜLLm3		2,60	m ³ /Person	a

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
	Müllentsorgung pro Nutzer/Jahr	MÜLLK	MÜLLm3*MÜLLKm3	91,11	€/Person a	
				0,00		
Parameter Reinigung						
Allgemeine Parameter Reinigung						
	Kosten Reinigung/Stunde	RKh		22,00	€/h	!
				0,00		
Unterhaltsreinigung						
	Frequenz Reinigung Büro/Wohnen	RBWfreq		5,00	Frequenz/Woche	!
	Reinigungsleistung Büro/Wohnen	RBWleis		0,27	min/m ²	
	Monat Büro/Wohnflächenreinigungskosten/m ²	RKBWm2mon	RKh*RBWfreq*RBWleis*4,35/60	2,15	€/m ² /mon	
	Jährl. Büro/Wohnflächenreinigungskosten	RKBWa	RKBWm2mon*BÜRF*12	219.081,22	€/a	
				0,00		
	Frequenz Reinigung Sanitär bezogen auf die I	RFliesfreq		5,00	Frequenz/Woche	!
	Reinigungsleistung Sanitär bezogen auf die F	RFliesleish		0,40	min/m ²	
	Monat. Sanitärreinigungskosten/m ²	RKSANhm2mon	RFliesfreq*RFliesleish*RKh*4,35/60	3,19	€/m ² /mon	
	Frequenz Reinigung Sanitär bezogen auf die I	RFliesfreq		0,25	Frequenz/Woche	!
	Reinigungsleistung Sanitär bezogen auf die B	RFliesleisv		1,10	min/m ²	
	Monat. Sanitärreinigungskosten/m ²	RKSANvm2mon	RFliesfreq*RFliesleisv*RKh*4,35/60	0,44	€/m ² /mon	
	Jährl. Sanitärreinigungskosten	RKSANta	(RKSANhm2mon*SANFH + RKSANvm2mon*SANFV)*12	35.228,16	€/a	
				0,00		
	Frequenz Reinigung Gang	RGangfreq		5,00	Frequenz/Woche	!
	Reinigungsleistung Gang	RGangleis		0,12	min/m ²	
	Gang Reinigungskosten/m ²	RKGm2mon	RGangfreq*RGangleis*RKh*4,35/60	0,96	€/m ² /mon	
	Frequenz Reinigung Stiege	RStiegfreq		5,00	Frequenz/Woche	!
	Reinigungsleistung Stiege	RStiegleis		0,30	min/m ²	
	Stiegen Reinigungskosten/m ²	RKSTm2mon	RStiegfreq*RStiegleis*RKh*4,35/60	2,39	€/m ² /mon	
	Jährl. Gang+Stiegenreinigungskosten	RKGSTa	(RKGm2mon*GANGF + RKSTm2mon*STIEGF)*12	40.141,33	€/a	
				0,00		
	Frequenz Reinigung Tiefgarage	RTGfreq		0,10	Frequenz/Woche	!
	Reinigungsleistung Tiefgarage	RTGLEis		0,15	min/m ²	
	Tiefgarage	RKTGm2mon	RTGfreq*RTGLEis*RKh*4,25/60	0,02	€/m ² /mon	
	Frequenz Reinigung Nebenflächen	RNebfreq		1,00	Frequenz/Woche	!
	Reinigungsleistung Nebenflächen	RNebFleis		0,20	min/m ²	
	Nebenflächen	RKNebFm2mon	RNebfreq*RNebFleis*RKh*4,25/60	0,31	€/m ² /mon	
	Jährl. Tiefgaragen+Nebenflächenreinigungskosten	RKTGNFa	(RKTGm2mon*GARAF + RKNebFm2mon*NEBF)*12	4.231,61	€/a	
				0,00		
Fensterreinigung						
	Fensterreinigungskosten	GLASFRKm2		1,20	€/m ²	
	Frequenz Reinigung Fenster und Glaswände	GLASFRfreq		2,00	Frequenz/Jahr	!
	Arbeitsbühne Miete	BÜHd		100,00	€/d	
	Jährliche Fensterreinigungskosten	GLASFRKa	GLASFRKm2*GLASFRfreq*(GLASF+GLASFNV)+((GLASFab+GLASFNVab)*GLASFRKm2*GLASFRfreq/RKh/8)*BÜHd	7.238,19	€/a	
				0,00		
	Glasflächen innen Reinigungskosten	IGLASFRKm2		1,00	€/m ²	
	Frequenz Reinigung Glasflächen innen	GLASFIRfreq	2	2,00	Frequenz/Jahr	!
	Jährliche Innenglasflächenreinigung	IGLASFRKa	IGLASFRKm2*GLASFIRfreq*(IGLASF*2+GLASF+GLASFF+GLASFNV)+((GLASFab*IGLASFRKm2*GLASFIRfreq/RKh/8)*BÜHd	5.590,72	€/a	
				0,00		
	Reinigung Sonnenschutz	JALRKm2		3,50	€/m ²	
	Frequenz Jalousienreinigung	JALRfreq		1,00	Frequenz/Jahr	!

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
	Arbeitsbühne Mete	SBÜHd		100,00	€/d	
	Jährliche Sonnenschutzreinig.kosten	JALRka	$JALRkm2 * JALRfreq * JALF + (JALF * ab * JALRkm2 * JALRfreq / RKh / 8) * SBÜHd$	4.858,34	€/a	
				0,00		
	Fassadenreinigung	FASSRkm2		1,50	€/m²	
	Frequenz Reinigung Glasfassade	FASSRfreq		1,00	Frequenz/ Jahr	!
	Jährliche Fassadenreinigung ohne A.	FASSRka	$FASSRkm2 * FASSRfreq * GLASFF$	0,00	€/a	
	Arbeitsbühne Mete	FBÜHd		20,00	€/d	
	Jährliche Fassadenreinigung	FASSRka	$FASSRkm2 * FASSRfreq * GLASFF + (GLASFF * ab * FASSRkm2 * FASSRfreq / RKh / 8) * FBÜHd$	0,00	€/a	
				0,00		
	Reinigung und Pflege Außenanlagen					
	Kosten Rasenflächenpflege	RAPkm2a		2,00	€/m²a	
	Jährliche Rasenpflegekosten	RAPka	$RAPkm2a * GRÜNF$	12.000,00	€/a	
				0,00		
	Frequenz Reinigung Außenflächen	RAuFfreq		0,10	Frequenz/ Woche	
	Reinigungsleistung Außenflächen	RAuFLeis		0,15	min/m²	
	Kosten Reinigung und Schneeräumung	SRkm2a		1,00	€/m²a	
	Kosten Reinigung befestigte Außenflächen	AuFKm2a	$RAuFfreq * RAuFLeis * RKh * 4,35 * 12 / 60$	0,29	€/m²a	
	Jährl. Reinigungs- und Schneer.kosten	SRka	$(SRkm2a + AuFKm2a) * BEFAF$	7.740,00	€/a	
				0,00		
	Parameter Gebäudedienste					
	Umzüge					
	Umzugsrate (Umzüge/Jahr)	Umzugsrate		0,10	Umzüge/ Jahr	!
	Umzugskosten	Umzugskosten		2.500,00	€/Nutzungseinheit	
				0,00		
	Sicherheit					
	Kosten Sicherheitsdienst/Stunde	SKh		25,00	€/h	
				0,00		
	Parameter Instandsetzung					
	Große Instandsetzung					
	Rohbauerneuerung bei Großer Instandsetzung	GIF		15,00	%	!
				0,00		
	Anteil Planung, Nebenleistungen und Reserv.	PLANUNG	$\#E7 / BK * 100$	16,26	%	
	Zu-/Abschlag für die Einzelplanung der Instar	EINZELP		100,00	% (+/-)	!
	Planungsfaktor für große Instandsetzung	PFAKT	$1 + (PLANUNG / 100 * (1 + EINZELP / 100))$	1,33	Faktor	
				0,00		
	Ausmalen					
	Ausmalkosten	AUSMkm2		2,40	€/m²	!
				0,00		
	Parameter Abbruch/Entsorgung					
	Abbruch und Entsorgung					
				0,00		
	Materialzusammensetzung					
	Anteil Beton am BRI	AT_BETON		0,37	t/m³ BRI	!
	Anteil Ziegel am BRI	AT_ZIEGEL		0,05	t/m³ BRI	!
	Anteil Holz am BRI	AT_HOLZ		0,01	t/m³ BRI	!
	Anteil Metalle am BRI	AT_METALL		0,01	t/m³ BRI	!
	Anteil Restabfall am BRI	AT_RESTABFALL		0,00	t/m³ BRI	!
	Anteil Sonstiges am BRI	AT_SONSTIGES		0,00	t/m³ BRI	!
				0,00		
	Abbruchkosten					
	Abbruchkosten entkerntes Gebäude €/m³	AB_KO_GEBÄUDE		2,90	€/m³	
	Kosten Entkernung in €/m³	AB_KO_ENTKERNUNG		3,10	€/m³	
	Faktor für Entkernung	F_ENTK		1,00	Faktor	
	Kosten Sonstiges in €/m³	AB_KO_SONSTIGES		0,00	€/m³	!

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
	Abbruch Gesamt	AB_GESAMT	BRI*AB_KO_GEBÄUDE+BRI*AB_KO _ENTKERNUNG*F_ENTK+BRI*AB_K O_SONSTIGES	375.036,24	€	
				0,00		
Entsorgungsanteil je Material						
	Beton sortenrein	AT_BETON_SR		75,00	%	
	Beton als sonst. mineralisches Material	AT_BETON_SMINERAL		21,00	%	
	Beton als Restabfall	AT_BETON_RESTABFALL		4,00	%	
	Ziegel sortenrein	AT_ZIEGEL_SR		75,00	%	
	Ziegel als sonst. mineralisches Material	AT_ZIEGEL_SMINERAL		2,00	%	
	Ziegel als Restabfall	AT_ZIEGEL_RESTABFALL		4,00	%	
	Holz sortenrein	AT_HOLZ_SR		90,00	%	
	Holz als Restabfall	AT_HOLZ_RESTABFALL		10,00	%	
	Metalle sortenrein	AT_METALL_SR		90,00	%	
	Metalle als Restabfall	AT_METALL_RESTABFALL		10,00	%	
				0,00		
Entsorgungskosten je t Material						
	Entsorgung Beton €/t	ENTS_KO_BETON_T		8,00	€/t	
	Entsorgung Ziegel €/t	ENTS_KO_ZIEGEL_T		18,00	€/t	
	Entsorgung sonst. min. Material €/t	ENTS_KO_MINERAL_T		13,00	€/t	
	Entsorgung Holz €/t	ENTS_KO_HOLZ_T		50,00	€/t	
	Entsorgung Metalle €/t	ENTS_KO_METALL_T		-120,00	€/t	
	Entsorgung Restabfall €/t	ENTS_KO_RESTABFALL_T		250,00	€/t	
	Entsorgung Sonstiges €/t	ENTS_KO_SONSTIGES_T		0,00	€/t	
				0,00		
Entsorgungskosten						
	Entsorgung Beton	ENTS_KO_BETO N	BRI*AT_BETON*AT_BETON_SR/100 *ENTS_KO_BETON_T	138.388,37	€	
	Entsorgung Ziegel	ENTS_KO_ZIEG EL	BRI*AT_ZIEGEL*AT_ZIEGEL_SR/100 *ENTS_KO_ZIEGEL_T	42.191,58	€	
	Entsorgung sonst. min. Material	ENTS_KO_MNE RAL	BRI*ENTS_KO_MINERAL_T* (AT_BETON*AT_BETON_SMINERAL/ 100 +AT_ZIEGEL*AT_ZIEGEL_SMINERAL /100)	63.779,29	€	
	Entsorgung Holz	ENTS_KO_HOLZ	BRI*AT_HOLZ*AT_HOLZ_SR/100 *ENTS_KO_HOLZ_T	28.127,72	€	
	Entsorgung Metalle	ENTS_KO_META LL	BRI*AT_METALL*AT_METALL_SR/10 0*ENTS_KO_METALL_T	-40.503,91	€	
	Entsorgung Restabfall	ENTS_KO_REST ABFALL	BRI*ENTS_KO_RESTABFALL_T* (AT_RESTABFALL + AT_BETON*AT_BETON_RESTABFAL L/100 +AT_ZIEGEL*AT_ZIEGEL_RESTABF ALL/100+ AT_HOLZ*AT_HOLZ_RESTABFALL/1 00 +AT_METALL*AT_METALL_RESTABF ALL/100)	318.155,74	€	
	Entsorgung Sonstiges	ENTS_KO_SON STIGES	BRI*AT_SONSTIGES*ENTS_KO_SO NSTIGES_T	0,00	€	
	Entsorgung Gesamt	ENTS_GESAMT	ENTS_KO_BETON+ENTS_KO_ZIEGE L+ENTS_KO_MINERAL+ENTS_KO_H OLZ+ENTS_KO_METALL+ENTS_KO_ RESTABFALL+ENTS_KO_SONSTIGE S	550.138,79	€	
				0,00		
	Abbruch und Entsorgung Gesamt	AB_ENTS_GESA MT	AB_GESAMT+ENTS_GESAMT	925.175,03		
				0,00		
Herstellung des Vertragszustands						
	Vertragszustandsherstellungskosten/m² befe:	HVZm2		3,00	€/m²BEFAF	!
				0,00		

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nr	Bez. Kostenart Formel	Wert EH	Frequ	Wert Gesamt [nach 50 J.]
Folgekosten				
F1	Verwaltung	26.153,88 €/Jahr	0	1.947.841,46
	#SUM			
F1.1	Verwaltung und Management NF*VWKm2	26.153,88 €/Jahr	1	1.947.841,46
F1.2	Gebühren, Steuern und Abgaben	0,00 €/Jahr	1	0,00
F1.3	Flächenmanagement	0,00 €/Jahr	1	0,00
F1.4	Sonstiges	0,00 €/Jahr	1	0,00
		0,00	0	0,00
F2	Technischer Gebäudebetrieb	195.582,79 €/Jahr	0	14.566.262,23
	#SUM			
F2.1	Technisches Gebäudemanagement TGM*NF	16.983,04 €/Jahr	1	1.264.832,20
F2.2	Inspektionen	0,00 €/Jahr	1	0,00
		0,00	0	0,00
F2.3	Wartung	55.647,91 €/Jahr	0	4.144.444,65
	#SUM			
F2.3-3.B	Förderanlagen	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E3.B*E3Bw/100			
F2.3-3.C	Wärmeversorgungsanlagen	4.157,99 €/Jahr	1	309.671,28
	#E3.C.01*E3C01w/100+#E3.C.02*E3C02w/100+#E3.C.03*E3C03w/100 +#E3.C.S*E3CSw/100			
F2.3-3.D	Klima-/Lüftungsanlagen	2.613,41 €/Jahr	1	194.636,83
	#E3.D.01*E3D01Rw/100*(1-E3D01VAnteil/100) + #E3.D.01*E3D01Vw/100 *E3D01VAnteil/100 + #E3.D.02*E3D02w/100+#E3.D.03*E3D03w/100+#E3.D.04 *E3D04w/100+#E3.D.05*E3D05w/100+#E3.D.S*E3DSw/100			
F2.3-3.E	Sanitär-/Gasanlagen	1.235,66 €/Jahr	1	92.027,29
	#E3.E.01*E3E01w/100+#E3.E.02*E3E02w/100+#E3.E.03*E3E03w/100+#E3.E.04 *E3E04w/100+#E3.E.S*E3ESw/100			
F2.3-3.F	Starkstromanlagen	12.711,48 €/Jahr	1	946.702,67
	#E3.F*E3Fw/100			
F2.3-3.G	Femmelde- und Informationstechnisc	4.514,27 €/Jahr	1	336.205,64
	#E3.G*E3Gw/100			
F2.3-3.H	Gebäudeautomation	30.415,10 €/Jahr	1	2.265.200,94
	#E3.H*E3Hw/100			
F2.3-3.I	Spezielle Anlagen	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E3.I*E3Iw/100			
F2.3-4.B	Dachverkleidung	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E4.B*E4Bw/100			
F2.3-4.C	Fassadenhülle	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E4.C*E4Cw/100			
F2.3-4.D	Innenausbau	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E4.D*E4Dw/100			
F2.3-5.B	Betriebseinrichtungen	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E5.B*E5Bw/100			
F2.3-5.C	Ausstattungen, Kunstwerke	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E5.C*E5Cw/100			
F2.3-6.C	Befestigte Flächen	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E6.C*E6Cw/100			
F2.3-6.D	Bauteile Außenanlagen	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E6.D*E6Dw/100			
		0,00	0	0,00
F2.4	Kleine Instandsetzung, Reparaturen	122.951,84 €/Jahr	0	9.156.985,38
	#SUM			
F2.4-3.B	Förderanlagen	0,00 €/Jahr	1	0,00
	#E3.B*E3Bi/100			
F2.4-3.C	Wärmeversorgungsanlagen	4.157,99 €/Jahr	1	309.671,28
	#E3.C.01*E3C01i/100+#E3.C.02*E3C02i/100+#E3.C.03*E3C03i/100 +#E3.C.S*E3CSi/100			
F2.4-3.D	Klima-/Lüftungsanlagen	2.613,41 €/Jahr	1	194.636,83
	#E3.D.01*E3D01Ri/100*(1-E3D01VAnteil/100) + #E3.D.01*E3D01Vi/100 *E3D01VAnteil/100 + #E3.D.02*E3D02i/100+#E3.D.03*E3D03i/100+#E3.D.04 *E3D04i/100+#E3.D.05*E3D05i/100+#E3.D.S*E3DSi/100			
F2.4-3.E	Sanitär-/Gasanlagen	3.089,16 €/Jahr	1	230.068,89
	#E3.E.01*E3E01i/100+#E3.E.02*E3E02i/100+#E3.E.03*E3E03i/100+#E3.E.04 *E3E04i/100+#E3.E.S*E3ESi/100			
F2.4-3.F	Starkstromanlagen	19.067,23 €/Jahr	1	1.420.054,74
	#E3.F*E3Fi/100			
F2.4-3.G	Femmelde- und Informationstechnisc	6.771,40 €/Jahr	1	504.308,13
	#E3.G*E3Gi/100			

Ermittlung der Lebenszykluskosten				gedruckt am	18.10.2014
Nr	Bez. Kostenart Formel	Wert EH	Frequ	Wert Gesamt [nach 50 J.]	
F2.4-3.H	Gebäudeautomation #E3.H*E3Hi/100	45.622,65 €/Jahr	1	3.397.801,42	
F2.4-3.I	Spezielle Anlagen #E3.I*E3Ii/100	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F2.4-4.B	Dachverkleidung #E4.B*E4Bi/100	15.508,11 €/Jahr	1	1.154.985,04	
F2.4-4.C	Fassadenhülle #E4.C*E4Ci/100	8.191,77 €/Jahr	1	610.091,92	
F2.4-4.D	Innenausbau #E4.D*E4Di/100	17.930,12 €/Jahr	1	1.335.367,13	
F2.4-5.B	Betriebseinrichtungen #E5.B*E5Bi/100	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F2.4-5.C	Ausstattungen, Kunstwerke #E5.C*E5Ci/100	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F2.4-6.C	Befestigte Flächen #E6.C*E6Ci/100	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F2.4-6.D	Bauteile Außenanlagen #E6.D*E6Di/100	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F2.5	Sonstiges	0,00 0,00 0,00	0 1 0	0,00 0,00 0,00	
F3	Ver- und Entsorgung #SUM	95.319,97 €/Jahr	0	12.127.321,44	
F3.1	Energie (Wärme, Kälte, Strom) #SUM	84.298,95 €/Jahr	0	11.306.517,79	
F3.1.a	Strom Verbraucher NF*STVkWWh*KOST+KOGST	25.653,36 €/Jahr	1	3.440.732,89	
F3.1.b	Strom Technik NF*STTKWh*KOST	19.942,81 €/Jahr	1	2.674.810,72	
F3.1.c	Strom Aufzüge STAK	325,64 €/Jahr	1	43.676,15	
F3.1.d	Heizung + Warmwasser KOGGA+BGFbeheizt*(HEIZkWh*KOGA/(HEIZWG/100))+WWWkWh*KOST	38.348,41 €/Jahr	1	5.143.444,62	
F3.1.e	Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften) BGFklimatisiert*KLIkkWh*KOST	28,73 €/Jahr	1	3.853,41	
F3.2	Wasser und Abwasser NF*(WAVnf*KOWA+AWVnf*KOAW) + GRÜNF*(WAVgf*KOWA+AWVgf*KOAW)	1.919,13 €/Jahr	1	142.929,51	
F3.3	Müllentsorgung NUE*MÜLLK	9.101,89 €/Jahr	1	677.874,14	
F3.4	Sonstige Medien	0,00 €/Jahr 0,00	0 0	0,00 0,00	
F4	Reinigung und Pflege #SUM	336.109,57 €/Jahr	0	25.032.162,09	
F4.1	Unterhaltsreinigung #SUM	298.682,32 €/Jahr	0	22.244.722,89	
F4.1.a	Büro/Wohnflächenreinigungskosten RKBWa	219.081,22 €/Jahr	1	16.316.335,79	
F4.1.b	Sanitärreinigungskosten RKSANta	35.228,16 €/Jahr	1	2.623.659,37	
F4.1.c	Gang+Stiegenreinigungskosten RKGSta	40.141,33 €/Jahr	1	2.989.573,54	
F4.1.d	Tiefgaragen+Nebenflächenreinigungsk RKTGNFa	4.231,61 €/Jahr	1	315.154,19	
F4.2	Fenster- und Glasflächenreinigung #SUM	0,00 12.828,91 €/Jahr	0 0	0,00 955.448,42	
F4.2.a	Fensterreinigungskosten GLASFRKa	7.238,19 €/Jahr	1	539.072,87	
F4.2.b	Innenglasflächenreinigung IGLASFRKa	5.590,72 €/Jahr	1	416.375,55	
F4.3	Fassadenreinigung FASSRKTa	0,00 0,00 €/Jahr	0 1	0,00 0,00	
F4.4	Sonderreinigungen #SUM	4.858,34 €/Jahr	0	361.830,67	
F4.4.a	Sonnenschutzreinigungskosten JALRKa	4.858,34 €/Jahr	1	361.830,67	
F4.5	Winterdienste SRKm2a*BEFAF	0,00 6.000,00 €/Jahr	0 1	0,00 446.857,19	

Ermittlung der Lebenszykluskosten				gedruckt am	18.10.2014
Nr	Bez. Kostenart Formel	Wert EH	Frequ	Wert Gesamt [nach 50 J.]	
F4.6	Reinigung Außenanlagen Auf Km2a*BEFAF	1.740,00 €/Jahr	1	129.588,56	
F4.7	Gärtnerdienste RAPKm2a*GRÜNF	12.000,00 €/Jahr	1	893.714,36	
		0,00	0	0,00	
F5	Sicherheit #SUM	25.828,37 €/Jahr	0	1.923.598,72	
F5.1	Sicherheitsdienste (Schließdienste, Be 0,02*365/60*SKh*NF	25.828,37 €/Jahr	1	1.923.598,72	
F5.2	Brandschutzdienste	0,00 €/Jahr	1	0,00	
		0,00	0	0,00	
F6	Gebäudedienste #SUM	24.975,00 €/Jahr	0	1.860.042,98	
F6.1	Hauspost (Verteilung der Post im Hau	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F6.2	Kommunikations- und Informationstecl	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F6.3	Umzüge - interne Transporte, Hausarb NUE*UMZUGSrate*Umzugskosten	24.975,00 €/Jahr	1	1.860.042,98	
F6.4	Empfang und interne Bürodienste	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F6.5	Gastroservice	0,00 €/Jahr	1	0,00	
F6.6	Sonstige Dienste	0,00 €/Jahr	1	0,00	
		0,00	0	0,00	
F7	Instandsetzung, Umbau	0,00	0	83.400.413,24	
F7.1	Große Instandsetzung (inkl. Planung, f	0,00	0	83.400.413,24	
		0,00	0	0,00	
F7.1-2	Bauwerk-Rohbau	0,00	0	1.973.658,80	
F7.1-2.A	Bauwerk Rohbau Allgemein #E2.A *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00	
F7.1-2.B	Erdarbeiten, Baugrube #E2.B *GIF/100* PFAKT	38.164,64 €/Instandsetzung	100	0,00	
F7.1-2.C	Gründungen, Bodenkonstruktionen #E2.C *GIF/100* PFAKT	197.892,12 €/Instandsetzung	100	0,00	
F7.1-2.D	Horizontale Baukonstruktionen #SUM	307.420,90 €/Instandsetzung	0	700.237,39	
F7.1-2.D.01	Deckenkonstruktionen #E2.D.01 *GIF/100* PFAKT	284.503,35 €/Instandsetzung	40	700.237,39	
F7.1-2.D.02	Treppenkonstruktionen #E2.D.02 *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	40	0,00	
F7.1-2.D.03	Dachkonstruktionen	0,00	0	0,00	
F7.1-2.D.03.a	Dachkonstruktion Beton #E2.D.03.a *GIF/100* PFAKT	22.917,55 €/Instandsetzung	100	0,00	
F7.1-2.D.03.b	Dachkonstruktion Holz #E2.D.03.b *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	70	0,00	
F7.1-2.D.03.c	Dachkonstruktion Stahl #E2.D.03.c *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	45	0,00	
F7.1-2.D.03.s	Dachkonstruktion Sonstige #E2.D.03.s *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	40	0,00	
F7.1-2.D.S	Sonstiges Horizontale Baukonstruktion #E2.D.S *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	40	0,00	
		0,00	0	0,00	
F7.1-2.E	Vertikale Baukonstruktionen	0,00	0	718.147,21	
F7.1-2.E.01	Außenwandkonstruktionen	0,00	0	0,00	
F7.1-2.E.01.a	Außenwandkonstruktionen Ziegel #E2.E.01.a *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	100	0,00	
F7.1-2.E.01.b	Außenwandkonstruktionen Beton #E2.E.01.b *GIF/100* PFAKT	25.142,44 €/Instandsetzung	100	0,00	
F7.1-2.E.01.c	Außenwandkonstruktionen Holz #E2.E.01.c *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	70	0,00	
F7.1-2.E.01.d	Außenwandkonstruktionen Stahl #E2.E.01.d *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00	
F7.1-2.E.01.s	Außenwandkonstruktionen Sonstige #E2.E.01.s *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00	
F7.1-2.E.02	Innenwandkonstruktionen #E2.E.02 *GIF/100* PFAKT	24.986,10 €/Instandsetzung	60	0,00	
F7.1-2.E.03	Stützenkonstruktionen #E2.E.03 *GIF/100* PFAKT	232.951,81 €/Instandsetzung	50	718.147,21	
F7.1-2.E.04	Spezielle Konstruktionen #E2.E.04 *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00	
F7.1-2.E.S	Sonstiges Vertikale Baukonstruktionen #E2.E.S *GIF/100* PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00	
		0,00	0	0,00	
F7.1-2.S	Sonstige Bauwerk Rohbau #E2.S *GIF/100* PFAKT	180.119,24 €/Instandsetzung	50	555.274,20	

Ermittlung der Lebenszykluskosten				gedruckt am 18.10.2014	
Nr	Bez. Kostenart Formel	Wert EH	Frequ	Wert Gesamt [nach 50 J.]	
		0,00	0	0,00	
F7.1-3	Bauwerk Technik	0,00	0	28.057.557,17	
F7.1-3.A	Allgemein Bauwerk - Technik	0,00 €/Instandsetzung	25	0,00	
	#E3.A * PFAKT				
F7.1-3.B	Förderanlagen	0,00 €/Instandsetzung	25	0,00	
	#E3.B * PFAKT				
F7.1-3.C	Wärmeversorgungsanlagen	0,00	0	3.910.398,59	
F7.1-3.C.01	Wärmeerzeugungsanlagen	0,00 €/Instandsetzung	18	0,00	
	#E3.C.01 * PFAKT				
F7.1-3.C.02	Wärmeverteilnetze	0,00 €/Instandsetzung	40	0,00	
	#E3.C.02 * PFAKT				
F7.1-3.C.03	Raumheizflächen	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00	
	#E3.C.03 * PFAKT				
F7.1-3.C.S	Sonstige Wärmeversorgungsanlagen	1.106.025,01 €/Instandsetzung	25	3.910.398,59	
	#E3.C.S * PFAKT				
F7.1-3.D	Klima-/Lüftungsanlagen	0,00	0	2.187.240,27	
F7.1-3.D.01	Lüftungsanlagen	0,00	0	0,00	
F7.1-3.D.01a	Lüftungsanlagen Rohre	0,00 €/Instandsetzung	20	0,00	
	#E3.D.01*(100-E3D01VAnteil)/100 * PFAKT				
F7.1-3.D.01b	Lüftungsanlagen Ventilatoren	0,00 €/Instandsetzung	12	0,00	
	#E3.D.01*E3D01VAnteil/100 * PFAKT				
F7.1-3.D.02	Teilklimaanlagen	0,00 €/Instandsetzung	20	0,00	
	#E3.D.02 * PFAKT				
F7.1-3.D.03	Klimaanlagen	0,00 €/Instandsetzung	15	0,00	
	#E3.D.03 * PFAKT				
F7.1-3.D.04	Kälteanlagen	0,00 €/Instandsetzung	15	0,00	
	#E3.D.04 * PFAKT				
F7.1-3.D.05	Prozesslufttechnische Anlagen	0,00 €/Instandsetzung	20	0,00	
	#E3.D.05 * PFAKT				
F7.1-3.D.S	Sonstige Klima-/Lüftungsanlagen	695.167,37 €/Instandsetzung	20	2.187.240,27	
	#E3.D.S * PFAKT				
F7.1-3.E	Sanitär-/Gasanlagen	0,00	0	2.585.404,37	
F7.1-3.E.01	Abwasseranlagen	0,00 €/Instandsetzung	25	0,00	
	#E3.E.01 * PFAKT				
F7.1-3.E.02	Wasseranlagen	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00	
	#E3.E.02 * PFAKT				
F7.1-3.E.03	Gasanlagen	0,00 €/Instandsetzung	20	0,00	
	#E3.E.03 * PFAKT				
F7.1-3.E.04	Feuerlöchanlagen	0,00 €/Instandsetzung	20	0,00	
	#E3.E.04 * PFAKT				
F7.1-3.E.S	Sonstige Sanitär-/Gasanlagen	821.715,28 €/Instandsetzung	20	2.585.404,37	
	#E3.E.S * PFAKT				
F7.1-3.F	Starkstromanlagen	1.690.627,48 €/Instandsetzung	17	4.962.977,56	
	#E3.F * PFAKT				
F7.1-3.G	Fernmelde- und Informationstechnisch	0,00	0	1.762.516,68	
F7.1-3.G.01	Telekommunikationsanlagen	0,00 €/Instandsetzung	10	0,00	
	#E3.G.01 * PFAKT				
F7.1-3.G.02	Such-/Signalanlagen	0,00 €/Instandsetzung	20	0,00	
	#E3.G.02 * PFAKT				
F7.1-3.G.03	Zeitdienstanlagen	0,00 €/Instandsetzung	14	0,00	
	#E3.G.03 * PFAKT				
F7.1-3.G.04	Elektroakustische Anlagen	0,00 €/Instandsetzung	15	0,00	
	#E3.G.04 * PFAKT				
F7.1-3.G.05	Fernseh-/Antennenanlagen	0,00 €/Instandsetzung	16	0,00	
	#E3.G.05 * PFAKT				
F7.1-3.G.06	Gefahrenmelde-/Alarmanlagen	0,00 €/Instandsetzung	10	0,00	
	#E3.G.06 * PFAKT				
F7.1-3.G.07	Übertragungsnetze	0,00 €/Instandsetzung	10	0,00	
	#E3.G.07 * PFAKT				
F7.1-3.G.S	Sonstige Informationstechnische Anlaç	600.397,46 €/Instandsetzung	17	1.762.516,68	
	#E3.G.S * PFAKT				
F7.1-3.H	Gebäudeautomation	4.045.208,42 €/Instandsetzung	18	12.152.054,12	
	#E3.H * PFAKT				
F7.1-3.S	Sonstige Anlagen Bauwerk - Technik	157.949,84 €/Instandsetzung	20	496.965,58	
	#E3.S * PFAKT				
		0,00	0	0,00	
F7.1-4	Bauwerk Ausbau	0,00	0	29.997.022,66	
F7.1-4.A	Allgemein Bauwerk - Ausbau	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00	
	#E4.A * PFAKT				
F7.1-4.B	Dachverkleidung	0,00	0	4.973.004,70	
F7.1-4.B.01	Dachbeläge	0,00	0	4.973.004,70	

Ermittlung der Lebenszykluskosten			gedruckt am 18.10.2014	
Nr	Bez. Kostenart Formel	Wert EH	Frequ	Wert Gesamt [nach 50 J.]
F7.1-4.B.01.a	Flachdach #E4.B.01.a * PFAKT	1.375.052,86 €/Instandsetzung	17	4.973.004,70
F7.1-4.B.01.b	Steildach Ziegel #E4.B.01.b * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00
F7.1-4.B.01.c	Steildach Betonstein #E4.B.01.c * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00
F7.1-4.B.01.d	Steildach Blechdeckung #E4.B.01.d * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00
F7.1-4.B.01.s	Dachbeläge Sonstige #E4.B.01.s * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00
F7.1-4.B.02	Dachfenster-öffnungen #E4.B.02 * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00
F7.1-4.B.03	Balkon-/Terrassenbeläge #E4.B.03 * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	15	0,00
F7.1-4.B.S	Sonstige Dachverkleidung #E4.B.S * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00
		0,00	0	0,00
F7.1-4.C	Fassadenhülle #E4.C * PFAKT	2.179.011,38 €/Instandsetzung	30	4.281.815,31
F7.1-4.D	Innenausbau	0,00	0	20.742.202,65
F7.1-4.D.01	Bodenbeläge #E4.D.01 * PFAKT	1.551.836,47 €/Instandsetzung	20	6.254.061,50
F7.1-4.D.02	Wandverkleidungen	0,00	0	7.565.552,27
F7.1-4.D.02a	Ausmalen AUSMKm2*MALFw	44.789,23 €/Instandsetzung	11	345.671,92
F7.1-4.D.02b	Instandsetzung Wandverkleidungen #E4.D.02 * PFAKT	1.665.739,88 €/Instandsetzung	22	7.219.880,35
F7.1-4.D.03	Deckenverkleidungen	0,00	0	6.922.588,88
F7.1-4.D.03a	Ausmalen AUSMKm2*MALFd	25.448,42 €/Instandsetzung	11	196.404,46
F7.1-4.D.03b	Instandsetzung Deckenverkleidungen #E4.D.03 * PFAKT	1.551.836,47 €/Instandsetzung	22	6.726.184,42
F7.1-4.D.04	Innentüren, Innenfenster #E4.D.04 * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	24	0,00
F7.1-4.D.05	Innenwandelemente #E4.D.05 * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	24	0,00
F7.1-4.D.S	Sonstiger Innenausbau #E4.D.S * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	22	0,00
		0,00	0	0,00
F7.1-5	Einrichtung	0,00	0	23.372.174,61
F7.1-5.A	Allgemeine Einrichtung #E5.A * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	25	0,00
F7.1-5.B	Betriebseinrichtung #E5.B * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	15	0,00
F7.1-5.C	Ausstattungen, Kunstwerke #E5.C * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	25	0,00
F7.1-5.S	Einrichtung Sonstiges #E5.S * PFAKT	4.830.349,93 €/Instandsetzung	25	23.372.174,61
		0,00	0	0,00
F7.1-6	Außenanlagen	0,00	0	0,00
F7.1-6.A	Allgemeine Außenanlagen #E6.A * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00
F7.1-6.B	Geländeflächen #E6.B * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	50	0,00
F7.1-6.C	Befestigte Flächen #E6.C * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	37	0,00
F7.1-6.D	Bauteile Außenanlagen #E6.D * PFAKT	0,00 €/Instandsetzung	30	0,00
F7.1-6.S	Außenanlagen Sonstiges #E6.S * PFAKT	724.552,49 €/Instandsetzung	51	0,00
		0,00	0	0,00
F7.2	Verbesserung und Umnutzung	0,00 €	50	0,00
		0,00	0	0,00
F8	Sonstiges	0,00 €	0	0,00
	#SUM			
F8.1	Sonstiges	0,00 €	50	0,00
		0,00	0	0,00
F9	Objektbeseitigung, Abbruch	1.248.482,79 €	0	3.545.694,95
	#SUM			
F9.1	Planung und Organisation AB_ENTS_GESAMT * PFAKT-AB_ENTS_GESAMT	305.307,76 €	50	638.061,33

Ermittlung der Lebenszykluskosten				gedruckt am 18.10.2014	
Nr	Bez. Kostenart Formel	Wert EH	Frequ	Wert Gesamt [nach 50 J.]	
F9.2	Abbruch und Entsorgung AB_ENTS_GESAMT	925.175,03 €	50	2.852.142,96	
F9.3	Herstellung des Vertragszustands HVZm2*BEFAF	18.000,00 €	50	55.490,66	
		0,00	0	0,00	
	Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5] #F1+#F2+#F3+#F4+#F5	678.994,58 €/Jahr	0	55.597.185,94	
	Gebäudebasiskosten [E1-F5] EK+KGB	0,00	0	84.288.738,11	
	Nutzungskosten [F1-F8] KGB+#F6+#F7+#F8	0,00	0	140.857.642,16	
	Folgekosten [F1-F9] ONK+#F9	0,00	0	144.403.337,11	
	Lebenszykluskosten [E1-F9] EK+OFK	0,00	0	173.094.889,28	
		0,00	0	0,00	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Favorit	Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Kennwerte						
*		Gesamtkosten Errichtung/Brutto-Grundfläche	GKBGF	GK\$/BGF	2.029,39	€/m2
*		Gesamtkosten Errichtung/Nutzungseinheit	GKNUE	GK\$/NUE	287.202,72	€/NUE
					0,00	
*		Lebenszykluskosten/Brutto-Grundfläche	LZKBGF	LZK\$/BGF	12.243,23	€/m2
*		Lebenszykluskosten/Nutzfläche	LZKNF	LZK\$/NF	20.384,44	€/m2
*		Lebenszykluskosten/Nutzungseinheit	LZKNUE	LZK\$/NUE	1.732.681,57	€/NUE
*		Lebenszykluskosten/Errichtungskosten	LZKEK	LZK\$/EK*100	603,30	%
					0,00	
		Verwaltung je Nutzfläche	F1NF	#F1\$/NF	229,39	€/m2
		Technischer Gebäudebetrieb je Nutzfläche	F2NF	#F2\$/NF	1.715,39	€/m2
		Ver- und Entsorgung je Nutzfläche	F3NF	#F3\$/NF	1.428,17	€/m2
		Reinigung und Pflege je Nutzfläche	F4NF	#F4\$/NF	2.947,90	€/m2
		Sicherheit je Nutzfläche	F5FN	#F5\$/NF	226,53	€/m2
		Gebäudedienste je Nutzfläche	F6NF	#F6\$/NF	219,05	€/m2
		Instandsetzung, Umbau je Nutzfläche	F7NF	#F7\$/NF	9.821,61	€/m2
		Sonstiges je Nutzfläche	F8NF	#F8\$/NF	0,00	€/m2
		Objektbeseitigung, Abbruch je Nutzfläche	F9NF	#F9\$/NF	417,56	€/m2
					0,00	
		Verwaltung je Nutzfläche und Jahr	F1NFJ	#F1\$/NF/LEBENT	4,59	€/m2/Jahr
		Technischer Gebäudebetrieb je Nutzfläche un	F2NFJ	#F2\$/NF/LEBENT	34,31	€/m2/Jahr
		Ver- und Entsorgung je Nutzfläche und Jahr	F3NFJ	#F3\$/NF/LEBENT	28,56	€/m2/Jahr
		Reinigung und Pflege je Nutzfläche und Jahr	F4NFJ	#F4\$/NF/LEBENT	58,96	€/m2/Jahr
		Sicherheit je Nutzfläche	F5NFJ	#F5\$/NF/LEBENT	4,53	€/m2/Jahr
		Gebäudedienste je Nutzfläche und Jahr	F6NFJ	#F6\$/NF/LEBENT	4,38	€/m2/Jahr
		Instandsetzung, Umbau je Nutzfläche und Jal	F7NFJ	#F7\$/NF/LEBENT	196,43	€/m2/Jahr
		Sonstiges je Nutzfläche und Jahr	F8NFJ	#F8\$/NF/LEBENT	0,00	€/m2/Jahr
		Objektbeseitigung, Abbruch je Nutzfläche und	F9NFJ	#F9\$/NF/LEBENT	8,35	€/m2/Jahr
					0,00	
		Jahresarbeitsstunden Technische Wartung		#F2.3/TKh	1.589,94	h/Jahr

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
Kostenbereiche						
E0	Grund			0,00	€	
E1	Aufschließung			0,00	€	
E2	Bauwerk - Rohbau			5.046.001,27	€	
E3	Bauwerk - Technik			6.854.955,53	€	
E4	Bauwerk - Ausbau			6.258.253,43	€	
E5	Einrichtung			3.631.842,05	€	
E6	Außenanlagen			544.776,31	€	
E7	Planungsleistungen			3.631.842,05	€	
E8	Nebenleistungen			363.184,20	€	
E9	Reserven			2.360.697,33	€	
	Bauwerkskosten [E2-E4]	BWK		18.159.210,23	€	
	Baukosten [E1-E6]	BK		22.335.828,59	€	
	Errichtungskosten [E1-E9]	EK		28.691.552,17	€	
	Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]	GK		28.691.552,17	€	
F1	Verwaltung			26.153,88	€/Jahr	
F2	Technischer Gebäudebetrieb			195.582,79	€/Jahr	
F3	Ver- und Entsorgung			95.319,97	€/Jahr	
F4	Reinigung und Pflege			336.109,57	€/Jahr	
F5	Sicherheit			25.828,37	€/Jahr	
F6	Gebäudedienste			24.975,00	€/Jahr	
F7	Instandsetzung, Umbau			0,00		
F8	Sonstiges			0,00	€	
F9	Objektbeseitigung, Abbruch			1.248.482,79	€	
	Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5]	KGB		678.994,58	€/Jahr	
	Gebäudebasiskosten [E1-F5]	GBK		0,00		
	Nutzungskosten [F1-F8]	ONK		0,00		
	Folgekosten [F1-F9]	OFK		0,00		
	Lebenszykluskosten [E1-F9]	LZK		0,00		

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
Errichtungs- und Folgekosten						
E0	Grund			0,00	€	
E0.A	Allgemein		KM #0.AS	0,00	€	
E0.B	Grunderwerb		KM #0.BS	0,00	€	
E0.S	Sonstiges für Grund		KM #0S-#0.AS-#0.B	0,00	€	
E1	Aufschließung			0,00	€	
E1.A	Allgemein		KM #1.AS	0,00	€	
E1.B	Baureifmachung		KM #1.BS	0,00	€	
E1.C	Erschließung		KM #1.CS	0,00	€	
E1.E	Provisorien		KM #1.ES	0,00	€	
E1.S	Sonstiges für Aufschließung		KM #1S-#1.AS-#1.BS-#1.CS-#1.ES	0,00	€	
E2	Bauwerk - Rohbau			5.046.001,27	€	
E2.A	Allgemein		KM #2.AS	0,00	€	
E2.B	Erarbeiten, Baugrube		KM #2.BS	191.301,47	€	
E2.C	Gründungen, Bodenkonstruktionen		KM #2.CS	991.940,46	€	
E2.D.01	Deckenkonstruktionen		KM #2.D.01	1.426.081,97	€	
E2.D.02	Treppenkonstruktionen		KM #2.D.02	0,00	€	
E2.D.03.a	Dachkonstruktion Beton			114.874,93	€	
E2.D.03.b	Dachkonstruktion Holz			0,00	€	
E2.D.03.c	Dachkonstruktion Stahl			0,00	€	
E2.D.03.s	Dachkonstruktion Sonstige		KM #2.D.03	0,00	€	
E2.D.S	Sonstiges Horizontale Baukonstruktionen		KM #2.DS-#2.D.01-#2.D.02-#2.D.03	0,00	€	
E2.E.01.a	Außenwandkonstruktionen Ziegel			0,00	€	
E2.E.01.b	Außenwandkonstruktionen Beton			126.027,26	€	
E2.E.01.c	Außenwandkonstruktionen Holz			0,00	€	
E2.E.01.d	Außenwandkonstruktionen Stahl			0,00	€	
E2.E.01.s	Außenwandkonstruktionen Sonstige		KM #2.E.01	0,00	€	
E2.E.02	Innenwandkonstruktionen		KM #2.E.02	125.243,60	€	
E2.E.03	Stützenkonstruktionen		KM #2.E.03	1.167.678,26	€	
E2.E.04	Spezielle Konstruktionen		KM #2.E.04	0,00	€	
E2.E.S	Sonstiges Vertikale Baukonstruktionen		KM #2.ES	0,00	€	
E2.S	Rohbau Sonstiges		KM #2S-#2.AS-#2.BS-#2.CS-#2.DS-#2.ES	902.853,32	€	
E3	Bauwerk - Technik			6.854.955,53	€	
E3.A	Allgemein		KM #3.AS	0,00	€	
E3.B	Förderanlagen		KM #3.BS	0,00	€	
E3.C.01	Wärmeerzeugungsanlagen		KM #3.C.01	0,00	€	
E3.C.02	Wärmeverteilnetze		KM #3.C.02	0,00	€	
E3.C.03	Raumheizflächen		KM #3.C.03	0,00	€	
E3.C.S	Sonstige Wärmeversorgungsanlagen		KM #3.CS-#3.C.01-#3.C.02-#3.C.03	831.597,75	€	
E3.D.01	Lüftungsanlagen		KM #3.D.01	0,00	€	
E3.D.02	Teilklimaanlagen		KM #3.D.02	0,00	€	
E3.D.03	Klimaanlagen		KM #3.D.03	0,00	€	
E3.D.04	Kälteanlagen		KM #3.D.04	0,00	€	
E3.D.05	Prozesslufttechnische Anlagen		KM #3.D.05	0,00	€	
E3.D.S	Sonstige Klima-/Lüftungsanlagen		KM #3.DS-#3.D.01-#3.D.02-#3.D.03-#3.D.04-#3.D.05	522.682,23	€	
E3.E.01	Abwasseranlagen		KM #3.E.01	0,00	€	
E3.E.02	Wasseranlagen		KM #3.E.02	0,00	€	
E3.E.03	Gasanlagen		KM #3.E.03	0,00	€	
E3.E.04	Feuerlöschanlagen		KM #3.E.04	0,00	€	
E3.E.S	Sonstige Sanitär-/Gasanlagen		KM #3.ES-#3.E.01-#3.E.02-#3.E.03-#3.E.04	617.831,04	€	
E3.F.01	Hoch-/Mittelspannungsanlage		KM #3.F.01	0,00	€	
E3.F.02	Eigenstromversorgung		KM #3.F.02	0,00	€	
E3.F.03	Niederspannungsschaltanlagen		KM #3.F.03	0,00	€	
E3.F.04	Niederspannungsinstallation		KM #3.F.04	0,00	€	
E3.F.05	Beleuchtungsanlagen		KM #3.F.05	0,00	€	
E3.F.06	Blitzschutzanlagen		KM #3.F.06	0,00	€	
E3.F.S	Sonstige Starkstromanlagen		KM #3.FS-#3.F.01-#3.F.02-#3.F.03-#3.F.04-#3.F.05-#3.F.06	1.271.148,48	€	
E3.G.01	Telekommunikationsanlagen		KM #3.G.01	0,00	€	
E3.G.02	Such-/Signalanlagen		KM #3.G.02	0,00	€	
E3.G.03	Zeitdienstanlagen		KM #3.G.03	0,00	€	
E3.G.04	Elektroakustische Anlagen		KM #3.G.04	0,00	€	
E3.G.05	Fernseh-/Antennenanlagen		KM #3.G.05	0,00	€	
E3.G.06	Gefahrenmelde-/Alarmanlagen		KM #3.G.06	0,00	€	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
E3.G.07	Übertragungsnetze		KM #3.G.07	0,00	€	
E3.G.S	Sonstige Informationstechnische Anlagen		KM #3.GS-#3.G.01-#3.G.02-#3.G.03-#3.G.04-#3.G.05-#3.G.06-#3.G.07	451.426,66	€	
E3.H.01	Mess-, Steuer-, Regel- und Leitanlagen		KM #3.H.01	0,00	€	
E3.H.S	Sonstiges		KM #3.HS-#3.H.01	3.041.510,09	€	
E3.I.01	Maschinenanlagen		KM #3.I.01	0,00	€	
E3.I.02	Mechatronische Anlagen		KM #3.I.02	0,00	€	
E3.I.S	Sonstiges		KM #3.IS-#3.I.01-#3.I.02	0,00	€	
E3.S	Sonstiges Bauwerk-Technik		KM #3S-#3.AS-#3.BS-#3.CS-#3.DS-#3.ES-#3.FS-#3.GS-#3.HS	118.759,28	€	
E4	Bauwerk - Ausbau			6.258.253,43	€	
E4.A	Allgemein		KM #4.AS	0,00	€	
E4.B.01.a	Flachdach			1.033.874,33	€	
E4.B.01.b	Steildach Ziegel			0,00	€	
E4.B.01.c	Steildach Betonstein			0,00	€	
E4.B.01.d	Steildach Blechdeckung			0,00	€	
E4.B.01.s	Dachbeläge Sonstige		KM #4.B.01	0,00	€	
E4.B.02	Dachfenster/-öffnungen		KM #4.B.02	0,00	€	
E4.B.03	Balkon-/Terrassenbeläge		KM #4.B.03	0,00	€	
E4.B.S	Sonstige Dachverkleidung		KM #4.BS-#4.B.01-#4.B.02-#4.B.03	0,00	€	
E4.C.01	Fassadenverkleidungen		KM #4.C.01	1.638.354,42	€	
E4.C.02	Fassadenöffnungen		KM #4.C.02	0,00	€	
E4.C.03	Sonnenschutz		KM #4.C.03	0,00	€	
E4.C.S	Sonstige Fassadenhülle		KM #4.CS-#4.C.01-#4.C.02-#4.C.03	0,00	€	
E4.D.01	Bodenbeläge		KM #4.D.01	1.166.794,34	€	
E4.D.02	Wandverkleidungen		KM #4.D.02	1.252.436,00	€	
E4.D.03	Deckenverkleidungen		KM #4.D.03	1.166.794,34	€	
E4.D.04	Innentüren, Innenfenster		KM #4.D.04	0,00	€	
E4.D.05	Innenwandelemente		KM #4.D.05	0,00	€	
E4.D.S	Sonstiger Innenausbau		KM #4.DS-#4.D.01-#4.D.02-#4.D.03-#4.D.04-#4.D.05	0,00	€	
E5	Einrichtung			3.631.842,05	€	
E5.A	Allgemein		KM #5.AS	0,00	€	
E5.B	Betriebseinrichtungen		KM #5.BS	0,00	€	
E5.C	Ausstattungen, Kunstwerke		KM #5.CS	0,00	€	
E5.S	Sonstige Einrichtung		KM #5S-#5.AS-#5.BS-#5.CS	3.631.842,05	€	
E6	Außenanlagen			544.776,31	€	
E6.A	Allgemein		KM #6.AS	0,00	€	
E6.B	Geländeflächen		KM #6.BS	0,00	€	
E6.C	Befestigte Flächen		KM #6.CS	0,00	€	
E6.D	Bauteile Außenanlagen		KM #6.DS	0,00	€	
E6.S	Sonstige Außenanlagen		KM #6S-#6.AS-#6.BS-#6.CS-#6.DS	544.776,31	€	
E7	Planungsleistungen			3.631.842,05	€	
E7.C	Planungsleistung		KM #7.CS	0,00	€	
E7.S	Sonstige Planungsleistungen		KM #7S-#7.CS	3.631.842,05	€	
E8	Nebenleistungen			363.184,20	€	
E8.B	Baunebenleistungen		KM #8.BS	0,00	€	
E8.S	Sonstige Nebenleistungen		KM #8S-#8.BS	363.184,20	€	
E9	Reserven			2.360.697,33	€	
E9.A	Allgemein		KM #9.AS	0,00	€	
E9.B	Reservemittel Budget		KM #9.BS	0,00	€	
E9.S	Sonstige Reservemittel		KM #9S-#9.AS-#9.BS	2.360.697,33	€	
	Bauwerkskosten [E2-E4]	BWK		18.159.210,23	€	
	Baukosten [E1-E6]	BK		22.335.828,59	€	
	Errichtungskosten [E1-E9]	EK		28.691.552,17	€	
	Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]	GK		28.691.552,17	€	
F1	Verwaltung			26.153,88	€/Jahr	
F1.1	Verwaltung und Management			26.153,88	€/Jahr	
F1.2	Gebühren, Steuern und Abgaben			0,00	€/Jahr	
F1.3	Flächenmanagement			0,00	€/Jahr	
F1.4	Sonstiges			0,00	€/Jahr	
F2	Technischer Gebäudebetrieb			195.582,79	€/Jahr	
F2.1	Technisches Gebäudemanagement			16.983,04	€/Jahr	
F2.2	Inspektionen			0,00	€/Jahr	
F2.3-3.B	Förderanlagen			0,00	€/Jahr	
F2.3-3.C	Wärmeversorgungsanlagen			4.157,99	€/Jahr	
F2.3-3.D	Klima-/Lüftungsanlagen			2.613,41	€/Jahr	
F2.3-3.E	Sanitär-/Gasanlagen			1.235,66	€/Jahr	
F2.3-3.F	Starkstromanlagen			12.711,48	€/Jahr	
F2.3-3.G	Femmelde- und Informationstechnische Anla			4.514,27	€/Jahr	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
F2.3-3.H	Gebäudeautomation			30.415,10	€/Jahr	
F2.3-3.I	Spezielle Anlagen			0,00	€/Jahr	
F2.3-4.B	Dachverkleidung			0,00	€/Jahr	
F2.3-4.C	Fassadenhülle			0,00	€/Jahr	
F2.3-4.D	Innenausbau			0,00	€/Jahr	
F2.3-5.B	Betriebseinrichtungen			0,00	€/Jahr	
F2.3-5.C	Ausstattungen, Kunstwerke			0,00	€/Jahr	
F2.3-6.C	Befestigte Flächen			0,00	€/Jahr	
F2.3-6.D	Bauteile Außenanlagen			0,00	€/Jahr	
F2.4-3.B	Förderanlagen			0,00	€/Jahr	
F2.4-3.C	Wärmeversorgungsanlagen			4.157,99	€/Jahr	
F2.4-3.D	Klima-/Lüftungsanlagen			2.613,41	€/Jahr	
F2.4-3.E	Sanitär-/Gasanlagen			3.089,16	€/Jahr	
F2.4-3.F	Starkstromanlagen			19.067,23	€/Jahr	
F2.4-3.G	Femmelde- und Informationstechnische Anla			6.771,40	€/Jahr	
F2.4-3.H	Gebäudeautomation			45.622,65	€/Jahr	
F2.4-3.I	Spezielle Anlagen			0,00	€/Jahr	
F2.4-4.B	Dachverkleidung			15.508,11	€/Jahr	
F2.4-4.C	Fassadenhülle			8.191,77	€/Jahr	
F2.4-4.D	Innenausbau			17.930,12	€/Jahr	
F2.4-5.B	Betriebseinrichtungen			0,00	€/Jahr	
F2.4-5.C	Ausstattungen, Kunstwerke			0,00	€/Jahr	
F2.4-6.C	Befestigte Flächen			0,00	€/Jahr	
F2.4-6.D	Bauteile Außenanlagen			0,00	€/Jahr	
F2.5	Sonstiges			0,00	€/Jahr	
F3	Ver- und Entsorgung			95.319,97	€/Jahr	
F3.1.a	Strom Verbraucher			25.653,36	€/Jahr	
F3.1.b	Strom Technik			19.942,81	€/Jahr	
F3.1.c	Strom Aufzüge			325,64	€/Jahr	
F3.1.d	Heizung + Warmwasser			38.348,41	€/Jahr	
F3.1.e	Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)			28,73	€/Jahr	
F3.2	Wasser und Abwasser			1.919,13	€/Jahr	
F3.3	Müllentsorgung			9.101,89	€/Jahr	
F3.4	Sonstige Medien			0,00	€/Jahr	
F4	Reinigung und Pflege			336.109,57	€/Jahr	
F4.1.a	Büro/Wohnflächenreinigungskosten			219.081,22	€/Jahr	
F4.1.b	Sanitärreinigungskosten			35.228,16	€/Jahr	
F4.1.c	Gang+Stiegenreinigungskosten			40.141,33	€/Jahr	
F4.1.d	Tiefgaragen+Nebenflächenreinigungskosten			4.231,61	€/Jahr	
F4.2.a	Fensterreinigungskosten			7.238,19	€/Jahr	
F4.2.b	Innenglasflächenreinigung			5.590,72	€/Jahr	
F4.3	Fassadenreinigung			0,00	€/Jahr	
F4.4.a	Sonnenschutzreinigungskosten			4.858,34	€/Jahr	
F4.5	Winterdienste			6.000,00	€/Jahr	
F4.6	Reinigung Außenanlagen			1.740,00	€/Jahr	
F4.7	Gärtnerdienste			12.000,00	€/Jahr	
F5	Sicherheit			25.828,37	€/Jahr	
F5.1	Sicherheitsdienste (Schließdienste, Bewachun			25.828,37	€/Jahr	
F5.2	Brandschutzdienste			0,00	€/Jahr	
F6	Gebäudedienste			24.975,00	€/Jahr	
F6.1	Hauspost (Verteilung der Post im Haus)			0,00	€/Jahr	
F6.2	Kommunikations- und Informationstechnik			0,00	€/Jahr	
F6.3	Umzüge - interne Transporte, Hausarbeiterdie			24.975,00	€/Jahr	
F6.4	Empfang und interne Bürodienste			0,00	€/Jahr	
F6.5	Gastroservice			0,00	€/Jahr	
F6.6	Sonstige Dienste			0,00	€/Jahr	
F7	Instandsetzung, Umbau			0,00		
F7.1-2.A	Bauwerk Rohbau Allgemein			0,00	€/Instandsetz	
F7.1-2.B	Erdarbeiten, Baugrube			38.164,64	€/Instandsetz	
F7.1-2.C	Gründungen, Bodenkonstruktionen			197.892,12	€/Instandsetz	
F7.1-2.D.01	Deckenkonstruktionen			284.503,35	€/Instandsetz	
F7.1-2.D.02	Treppenkonstruktionen			0,00	€/Instandsetz	
F7.1-2.D.03.a	Dachkonstruktion Beton			22.917,55	€/Instandsetz	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
F7.1-2.D.03.b	Dachkonstruktion Holz			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.D.03.c	Dachkonstruktion Stahl			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.D.03.s	Dachkonstruktion Sonstige			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.D.S	Sonstiges Horizontale Baukonstruktionen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.01.a	Aussenwandkonstruktionen Ziegel			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.01.b	Aussenwandkonstruktionen Beton			25.142,44	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.01.c	Aussenwandkonstruktionen Holz			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.01.d	Aussenwandkonstruktionen Stahl			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.01.s	Aussenwandkonstruktionen Sonstige			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.02	Innenwandkonstruktionen			24.986,10	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.03	Stützenkonstruktionen			232.951,81	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.04	Spezielle Konstruktionen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.E.S	Sonstiges Vertikale Baukonstruktionen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-2.S	Sonstige Bauwerk Rohbau			180.119,24	€/Instandsetzung	
F7.1-3.A	Allgemein Bauwerk - Technik			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.B	Förderanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.C.01	Wärmeerzeugungsanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.C.02	Wärmeverteilnetze			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.C.03	Raumheizflächen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.C.S	Sonstige Wärmeversorgungsanlagen			1.106.025,01	€/Instandsetzung	
F7.1-3.D.01a	Lüftungsanlagen Rohre			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.D.01b	Lüftungsanlagen Ventilatoren			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.D.02	Teilklimaanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.D.03	Klimaanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.D.04	Kälteanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.D.05	Prozesslufttechnische Anlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.D.S	Sonstige Klima-/Lüftungsanlagen			695.167,37	€/Instandsetzung	
F7.1-3.E.01	Abwasseranlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.E.02	Wasseranlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.E.03	Gasanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.E.04	Feuerlöschanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.E.S	Sonstige Sanitär-/Gasanlagen			821.715,28	€/Instandsetzung	
F7.1-3.F	Starkstromanlagen			1.690.627,48	€/Instandsetzung	
F7.1-3.G.01	Telekommunikationsanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.G.02	Such-/Signalanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.G.03	Zeitdienstanlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.G.04	Elektroakustische Anlagen			0,00	€/Instandsetzung	
F7.1-3.G.05	Fernseh-/Antennenanlagen			0,00	€/Instandsetzung	

Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
F7.1-3.G.06	Gefahrenmelde-/Alarmanlagen			0,00	€/Instandse	
F7.1-3.G.07	Übertragungsnetze			0,00	€/Instandse	
F7.1-3.G.S	Sonstige Informationstechnische Anlagen			600.397,46	€/Instandse	
F7.1-3.H	Gebäudeautomation			4.045.208,42	€/Instandse	
F7.1-3.S	Sonstige Anlagen Bauwerk - Technik			157.949,84	€/Instandse	
F7.1-4.A	Allgemein Bauwerk - Ausbau			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.B.01.a	Flachdach			1.375.052,86	€/Instandse	
F7.1-4.B.01.b	Steildach Ziegel			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.B.01.c	Steildach Betonstein			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.B.01.d	Steildach Blechdeckung			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.B.01.s	Dachbeläge Sonstige			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.B.02	Dachfenster/-öffnungen			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.B.03	Balkon-/Terrassenbeläge			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.B.S	Sonstige Dachverkleidung			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.C	Fassadenhülle			2.179.011,38	€/Instandse	
F7.1-4.D.01	Bodenbeläge			1.551.836,47	€/Instandse	
F7.1-4.D.02a	Ausmalen			44.789,23	€/Instandse	
F7.1-4.D.02b	Instandsetzung Wandverkleidungen			1.665.739,88	€/Instandse	
F7.1-4.D.03a	Ausmalen			25.448,42	€/Instandse	
F7.1-4.D.03b	Instandsetzung Deckenverkleidungen			1.551.836,47	€/Instandse	
F7.1-4.D.04	Innentüren, Innenfenster			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.D.05	Innenwandelemente			0,00	€/Instandse	
F7.1-4.D.S	Sonstiger Innenausbau			0,00	€/Instandse	
F7.1-5.A	Allgemeine Einrichtung			0,00	€/Instandse	
F7.1-5.B	Betriebseinrichtung			0,00	€/Instandse	
F7.1-5.C	Ausstattungen, Kunstwerke			0,00	€/Instandse	
F7.1-5.S	Einrichtung Sonstiges			4.830.349,93	€/Instandse	
F7.1-6.A	Allgemeine Außenanlagen			0,00	€/Instandse	
F7.1-6.B	Geländeflächen			0,00	€/Instandse	
F7.1-6.C	Befestigte Flächen			0,00	€/Instandse	
F7.1-6.D	Bauteile Außenanlagen			0,00	€/Instandse	
F7.1-6.S	Außenanlagen Sonstiges			724.552,49	€/Instandse	
F7.2	Verbesserung und Umnutzung			0,00	€	
F8	Sonstiges			0,00	€	
F8.1	Sonstiges			0,00	€	
F9	Objektbeseitigung, Abbruch			1.248.482,79	€	
F9.1	Planung und Organisation			305.307,76	€	
F9.2	Abbruch und Entsorgung			925.175,03	€	
F9.3	Herstellung des Vertragszustands			18.000,00	€	
	Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5]	KGB		678.994,58	€/Jahr	
	Gebäudebasiskosten [E1-F5]	GBK		0,00		
	Nutzungskosten [F1-F8]	ONK		0,00		
	Folgekosten [F1-F9]	OFK		0,00		
	Lebenszykluskosten [E1-F9]	LZK		0,00		

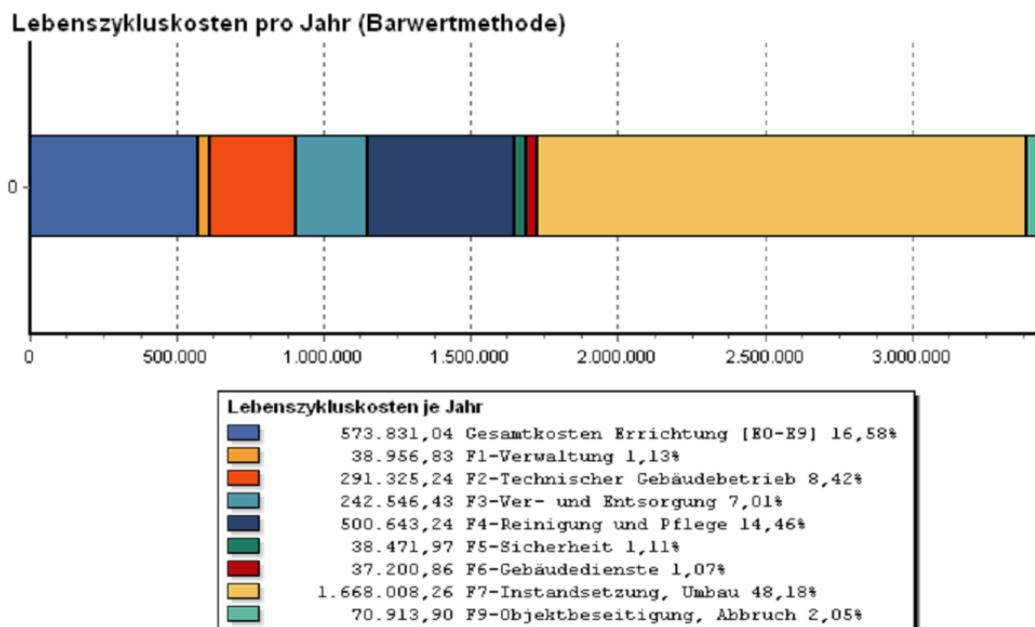
Ermittlung der Lebenszykluskosten

gedruckt am 18.10.2014

Übersicht

Bezeichnung	KWID	Wert	EH
Objektkennndaten			
Grundstücksfläche	GSTF	16.755,00	m ² OK
Brutto-Grundfläche	BGF	14.138,01	m ² OK
Brutto-Rauminhalt	BRI	62.506,04	m ³ OK
Netto-Grundfläche	NGF	12.283,30	m ² OK
Nutzfläche	NF	8.491,52	m ² OK
Brutto-Grundfläche beheizt	BGFbeheizt	11.415,00	m ² OK
Brutto-Grundfläche klimatisiert	BGFklimatisiert	15,00	m ² OK
Kennwerte			
Gesamtkosten Errichtung/Brutto-Grundfläche	GK/BGF	2.029,39	€/m ²
Gesamtkosten Errichtung/Nutzungseinheit	GK/NUE	287.202,72	€/NUE
Lebenszykluskosten/Brutto-Grundfläche	LZK/BGF	12.243,23	€/m ²
Lebenszykluskosten/Nutzfläche	LZK/NF	20.384,44	€/m ²
Lebenszykluskosten/Nutzungseinheit	LZK/NUE	1.732.681,57	€/NUE
Lebenszykluskosten/Errichtungskosten	LZKEK	603,30	%

Diagramm - Lebenszykluskosten dynamisch pro Jahr



Kostenverteilung

Bezeichnung	KWID	EH	dynamisch	%	statisch	%
Errichtungskosten		€	28.691.552,17	16,58 %	28.691.552,17	26,45 %
Verwaltung		€	1.947.841,46	1,13 %	1.307.694,00	1,21 %
Technischer Gebäudebetrieb		€	14.566.262,23	8,42 %	9.779.139,50	9,01 %
Ver- und Entsorgung		€	12.127.321,44	7,01 %	4.765.998,50	4,39 %
Reinigung und Pflege		€	25.032.162,09	14,46 %	16.805.478,50	15,49 %
Sicherheit		€	1.923.598,72	1,11 %	1.291.418,50	1,19 %
Gebäudedienste		€	1.860.042,98	1,07 %	1.248.750,00	1,15 %
Instandsetzung, Umbau		€	83.400.413,24	48,18 %	43.341.349,32	39,95 %
Sonstiges		€		%		%
Objektbeseitigung, Abbruch		€	3.545.694,95	2,05 %	1.248.482,79	1,15 %
Gesamtsummen		€	173.094.889,28	100,00 %	108.479.863,28	100,00 %
Finanzielle Parameter				%		%
Preissteigerung Bau pBau	PBAU	%	3,30	%		%
Preissteigerung Technik pTechnik	PTECHNIK	%	2,50	%		%
Preissteigerung Verbrauchspreise pAll PALLG	%		2,50	%		%
Preissteigerung pEnergie	PENERG	%	4,50	%		%
Preissteigerung Lohnintensiv pLohn	PLOHN	%	2,50	%		%
Verzinsung r	R	%	1,00	%		%
Laufzeit für die Finanzierung Errichtung LZAnnu	a		20,00	%		%
Zinssatz für Finanzierung Errichtung AnnuZins	%		3,50	%		%
Finanzierungskosten Errichtung in Pro FinanKoER	%		0,80	%		%
Abschreibungsdauer	Abschr	a	33,33	%		%



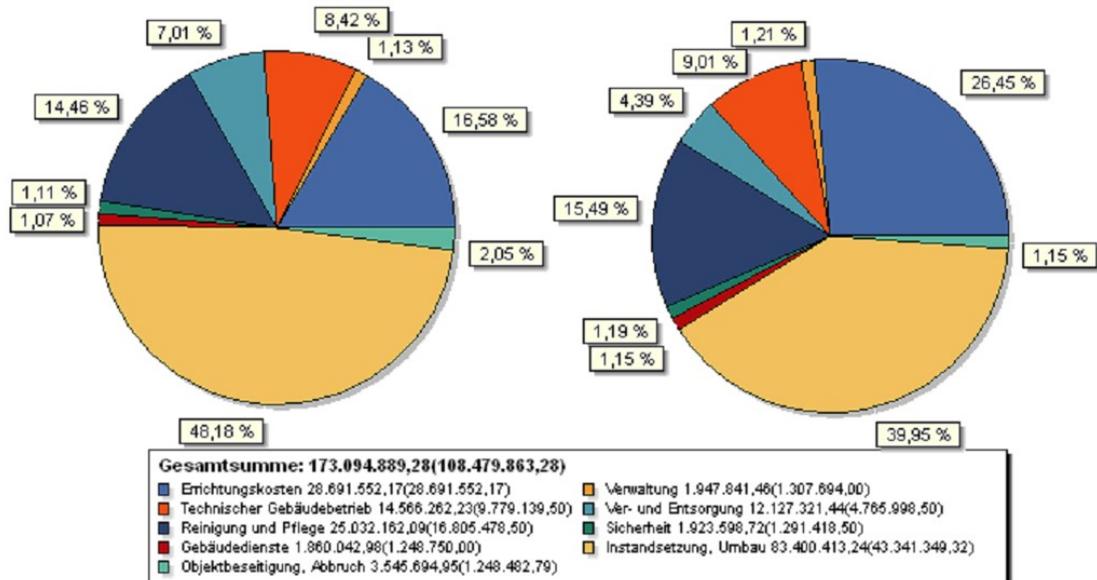
Kostenverteilung

Bezeichnung	KWID	EH	dynamisch	%	statisch	%
Restwert der Finanzierung	RestW0	€	1.000.000,00	%		%
Laufzeit für Leasing Instandsetzung, Ur LZLeas		a	5,00	%		%
Zinssatz Leasing Instandsetzung, Umb LeasZins		%	3,50	%		%
Mindestwert für Leasing Instandsetzung, LeasMinW		€	10.000,00	%		%
Finanzierungskosten Leasing in Prozeß FinanKoLeas		%	0,80	%		%



Kostenverteilung (dynamisch/statisch)

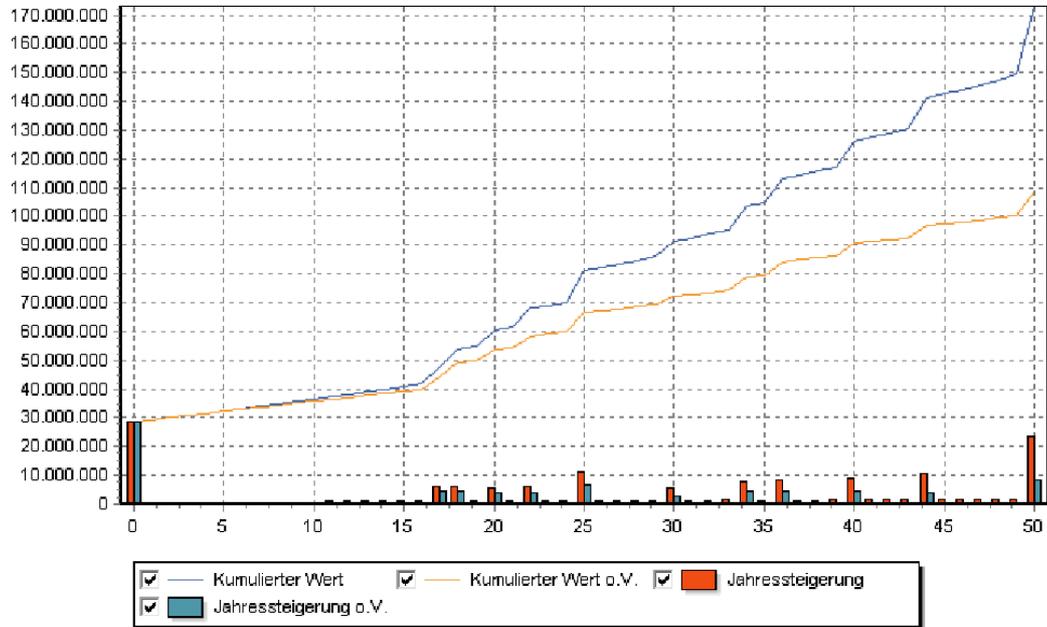
Barwertmethode / Nominalwertmethode



Hinweis: Falls ein Kostenbereich aufgrund von Einnahmen negativ ist, wird der Betrag auf die anderen Kostenbereiche umgelegt.

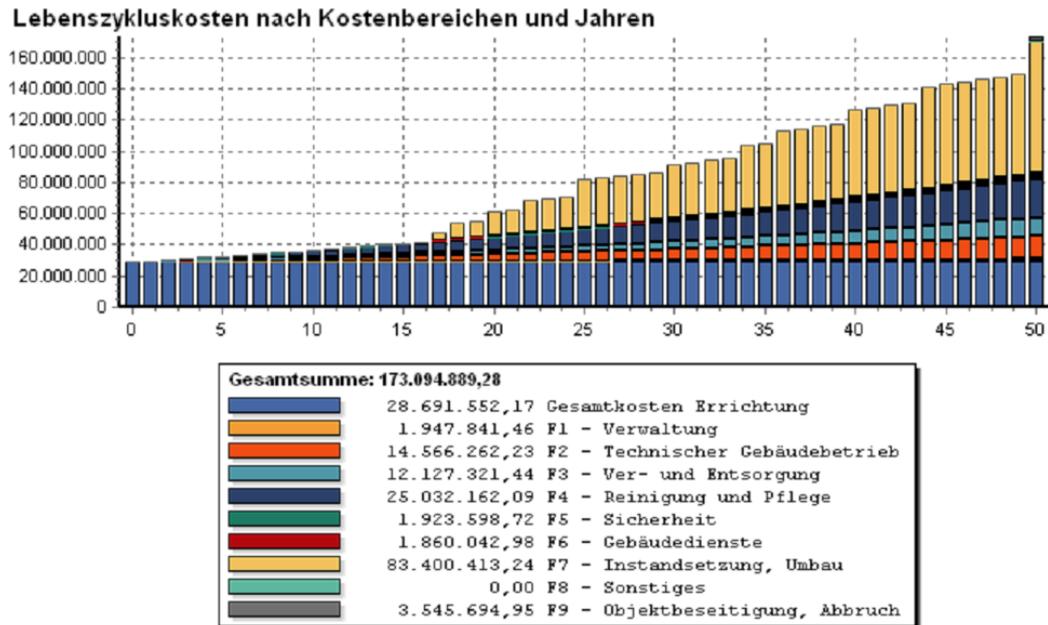


Kostenentwicklung (dynamisch/statisch/absolut)



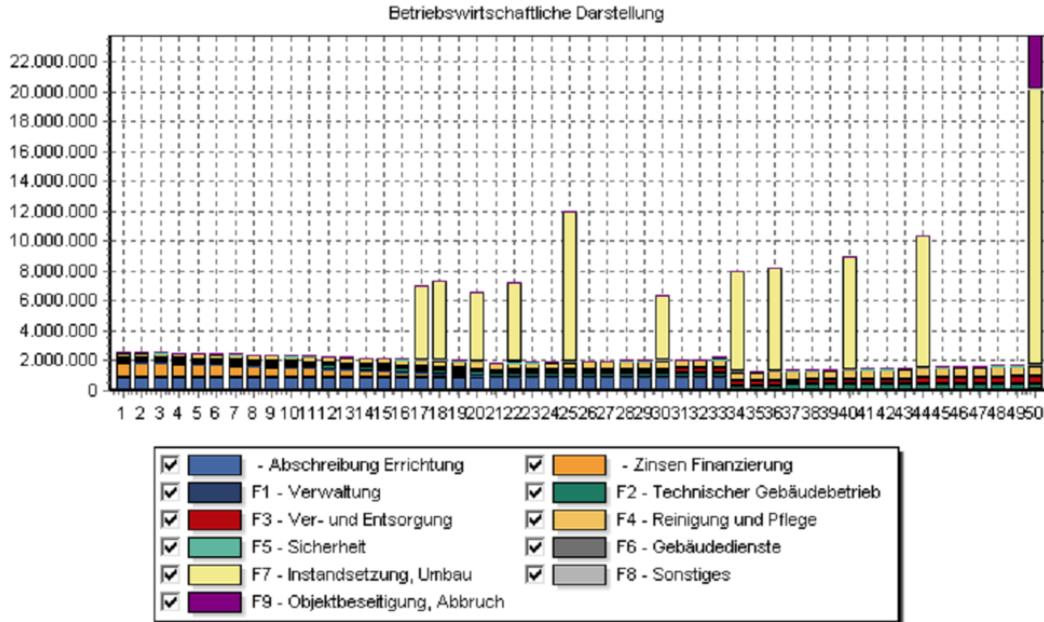


Kostenverlauf nach Kostenbereichen und Jahren



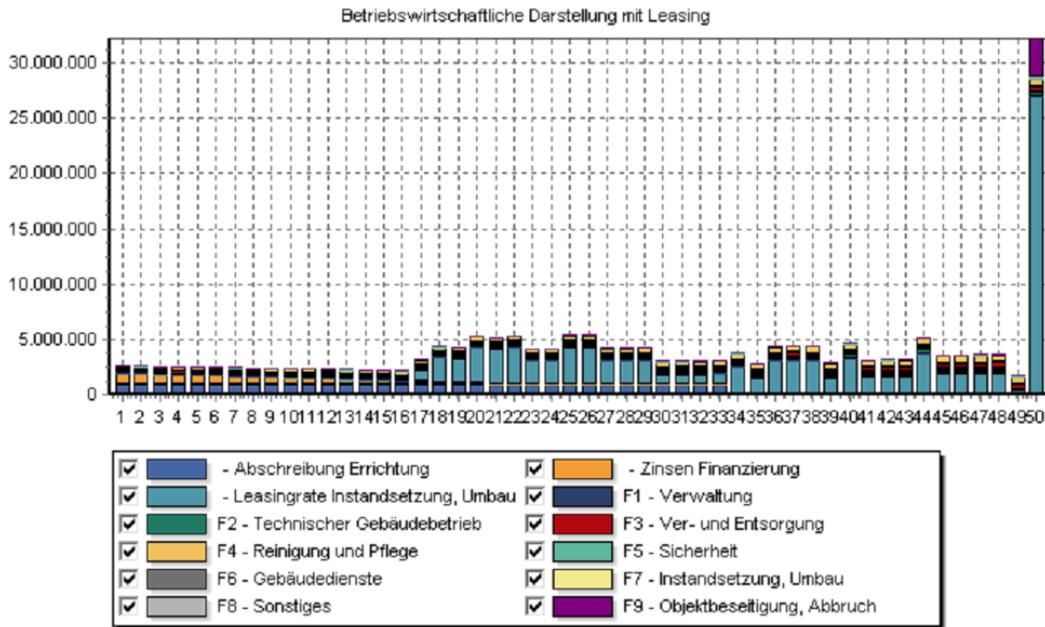


Betriebswirtschaftliche Darstellung

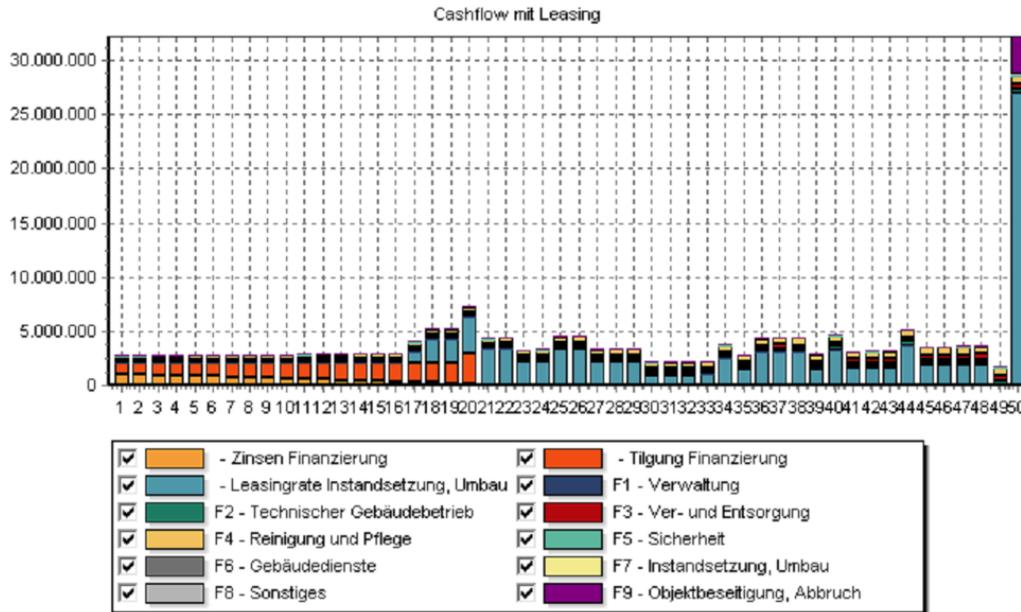




Betriebswirtschaftliche Darstellung



Betriebswirtschaftliche Darstellung



A3. Ergebnisbogen LZK Tool^{ÖKO}

Mehrwert für Ihr Gebäude
kostentransparent. ökologisch. zertifiziert.

Zusammenfassung der Berechnungen aus dem
LZK TOOL^{ÖKO}

Projekt: XXXXXX
Status: Entwurf
erstellt am: 00.00.0000
Bearbeiter: Max Mustermann
Berater: Margit Musterfrau

 LZK Tool^{ÖKO}  bauXund
Lösungen und Beratung ganz  e7  M.O.O.CON

1 Projektdaten

1.1 Stammdaten

Projektstandort	0	Projektbeginn
Planungsstand	Entwurf	Baubeginn
APL ges.:	98 Stk.	Einzug

1.2 Flächen und Volumen

Grundfläche oi	11.607 m ² BGF oi	Rauminhalt oi	53.192 m ³ BRI oi
Grundfläche ui	2.531 m ² BGF ui	Rauminhalt ui	9.314 m ³ BRI ui
Grundfläche	14.138 m ² BGF	Rauminhalt	62.506 m ³ BRI
Anzahlen Etagen oi	3,5 Etagen		
Gebäudehöhe	14 m		

1.3 Energiestandard

Heizwärmebedarf HWB*	4,5 kWh/m ³ BRI/a	charakt. Länge lc	3,80 1/m
Heizwärmebedarf HWB*-Linie (entspreche	2,7 kWh/m ³ BRI/a	A/V-Verhältnis	0,26 1/m
Kühlbedarf KB*	0,95 kWh/m ³ BRI/a		
Primärenergiebedarf PEB (Bilanz Energieausw	120 kWh/m ² BGF/a	Skala HWB	A
Primärenergiebedarf PEB (gesamt)	180 kWh/m ² BGF/a	Skala PEB	B

1.3 Kosten

Lebenszykluskosten nach 30 Jahren	86.244.349 €	Interner Zins	0%
Nutzungskosten	666.476 €/a	Energieindex	4,5%
Gesamtinvestitionskosten	29.158.394 €	Verbrauchsindex	2,5%
Bauwerkskosten	20.529.566 €	Baukostenindex	3,3%

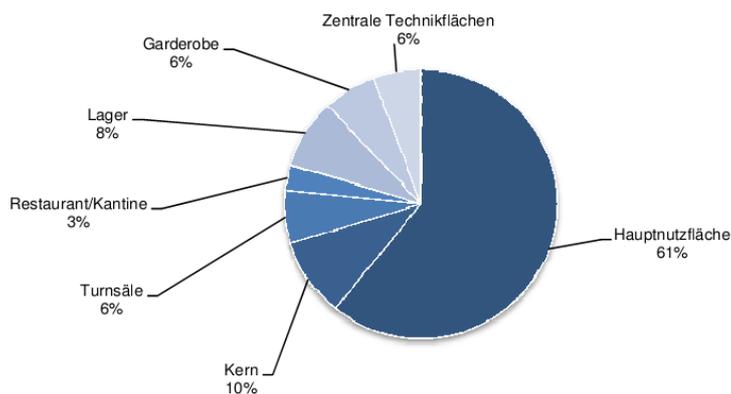
1.4 Kennwerte

Bauwerkskosten	1.835 €/m ² BGFoi
	1.156 €/m ² BGFui
	1.589 €/m ² BGF
Gesamtinvestitionskosten	3.167 €/m ² BGFoi
	1.934 €/m ² BGFui
	2.650 €/m ² BGF
Nutzungskosten	35,00 €/m ² BGF/a
	42,50 €/m ² NGF/a

2 Flächendaten

2.1 Flächenzusammenstellung

Nutzungsart	m ² BGF	Anteil [%]
Hauptnutzfläche	8599	60,8%
Kern	1339	9,5%
Foyer/Empfang	0	0,0%
Atrium	0	0,0%
Turnsäle	894	6,3%
Restaurant/Kantine	434	3,1%
Rechenzentrum	13	0,1%
Büro und büroähnl. zentrale Sonderflächen	0	0,0%
Lager	1164	8,2%
Garderobe	893	6,3%
Zentrale Technikflächen	802	5,7%
SUMME	14.138	100%



3 Investitionskosten

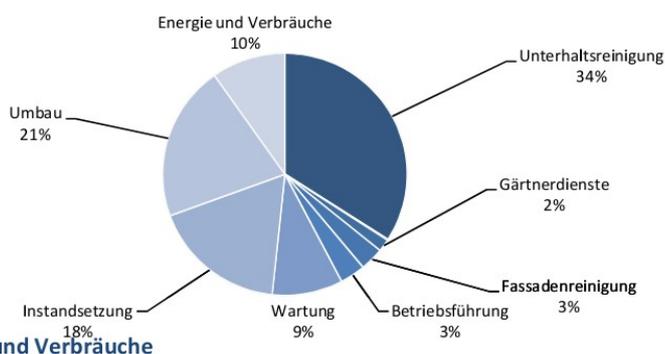
3.1 Investitionskosten nach ÖN B 1801-1

Kostenbereiche	€	Kosten/BGF [€/m ² BGF]	Anteil [%]
KB 0 Grundstück	0	0	0,0%
KB 1 Aufschließung	486.823	34	1,7%
KB 2 Bauwerk-Rohbau	4.788.001	339	16,4%
KB 3 Bauwerk-Technik	6.222.630	440	21,3%
KB 4 Bauwerk-Ausbau	9.518.936	673	32,6%
KB 5 Einrichtung	2.599.023	184	8,9%
KB 6 Außenanlagen	1.026.478	73	3,5%
KB 7 Honorare	3.490.026	247	12,0%
KB 8 Nebenkosten	1.026.478	73	3,5%
ZW.SUMME KB 0-8	29.158.394	2.062	100%
KB F Finanzierung	0	0	0,0%
G.SUMME inkl. KB F	29.158.394	2.062	100,0%

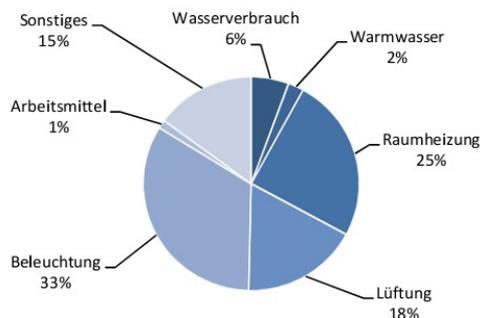
4 Nutzungskosten

4.1 Zusammenfassung

Kostenarten	€/a	€/m²BGF/a	Anteil [%]
Unterhaltsreinigung	187.888	13,29	34,0%
Glasreinigung	659	0,05	0,1%
Gärtnerdienste	9.170	0,65	1,7%
Fassadenreinigung	17.289	1,22	3,1%
Betriebsführung	18.615	1,32	3,4%
Wartung	51.525	3,64	9,3%
Instandsetzung	98.130	6,94	17,8%
Umbau	114.577	8,10	20,8%
Energie und Verbräuche	54.048	3,82	9,8%
SUMME	551.900	39,04	100%



Verbrauchsart	€/a	€/m²BGF/a	Anteil [%]
Wasserverbrauch	3.055	0,22	5,7%
Warmwasser	1.256	0,09	2,3%
Raumheizung	13.462	0,95	24,9%
Raumkälte	0	0,00	0,0%
Lüftung	9.455	0,67	17,5%
Beleuchtung	18.043	1,28	33,4%
Arbeitsmittel	703	0,05	1,3%
Sonstiges	8.075	0,57	14,9%
SUMME	54.048	3,82	100%



5 Energiekennzahlen

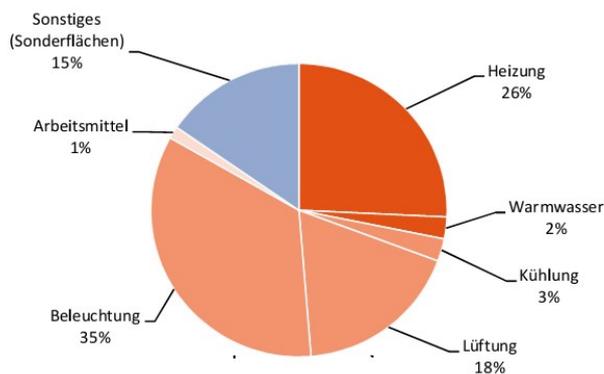
5.1 Energiekennzahlen

Energiekennzahlen Bauordnung		spez. Wert [kWh/m²a]	
Heizwärmebedarf (HWB*)	Anforderung	9,63	
	Wert d. Projektes	6,31	
Kühlbedarf (KB*)	Anforderung	1,00	
	Wert d. Projektes	1,29	

Nutzenergiebedarf für Heizen, Kühlen und Warmwasser der Hauptnutzfläche	Absolutwert [kWh/a]	spez. Wert [kWh/m²a]	
Heizwärmebedarf (HWB)	540.829	41,69	
Kühlbedarf (KB)	91.245	7,03	
Warmwasserwärmebedarf (WWWB)	17.208	1,33	

Endenergiebedarf der Hauptnutzfläche	Absolutwert [kWh/a]	spez. Wert [kWh/m²a]	
Heizung	121.823,00	14,17	
Warmwasser	15.739,00	0,00	
Kühlung	0,00	0,00	
Lüftung	93.460,00	10,87	
Beleuchtung	188.180,00	21,88	
Arbeitsmittel	0,00	0,00	
SUMME	419.202	46,92	

Endenergiebedarf des Gebäudes	Absolutwert [kWh/a]	spez. Wert [kWh/m²a]	
Heizung	175.744	12,43	
Warmwasser	16.392	1,16	
Kühlung	16.920	1,20	
Lüftung	123.431	8,73	
Beleuchtung	235.549	16,66	
Arbeitsmittel	9.172	0,65	
Sonstiges (Sonderflächen)	105.416	7,46	
Ertrag Photovoltaik	0	0,00	
SUMME	682.624	48,28	



Gesamtenergiekennzahlen

Gesamt

Je m² BGF

Endenergiebedarf gesamt [kWh/a]	628.026	48
Endenergiebedarf Bilanz Energieausweis [kWh/a]	0	0
Primärenergiebedarf gesamt [kWh/a]	1.645.426	127
Primärenergiebedarf Bilanz Energieausweis [kWh]	0	0,00
CO2 Emissionen gesamt [kg CO2/a]	261.887	20
CO2 Emissionen Bilanz Energieausweis [kg CO2]	0	0,00

5.2 Energiekosten

Energiekosten Hauptnutzfläche	€/a	€/m ² BGF/a	Anteil [%]
Heizung	14.079	1,0	38,6%
Warmwasser	1.206	0,1	3,3%
Kühlung	1.206	0,1	3,3%
Lüftung	10.801	0,8	29,6%
Beleuchtung	9.182	0,6	25,2%
Arbeitsmittel	0	0,0	0,0%
SUMME	36.475	2,58	100%

Energiekosten Gesamtgebäude	€/a	€/m ² BGF/a	Anteil [%]
Heizung	13.462	1,0	24,9%
Warmwasser	1.256	0,1	2,3%
Wasserverbrauch	3.055	0,0	5,7%
Lüftung	9.455	0,7	17,5%
Beleuchtung	18.043	1,3	33,4%
Arbeitsmittel	703	0,0	1,3%
Sonstiges	8.075	0,6	14,9%
SUMME	54.048	3,61	100%

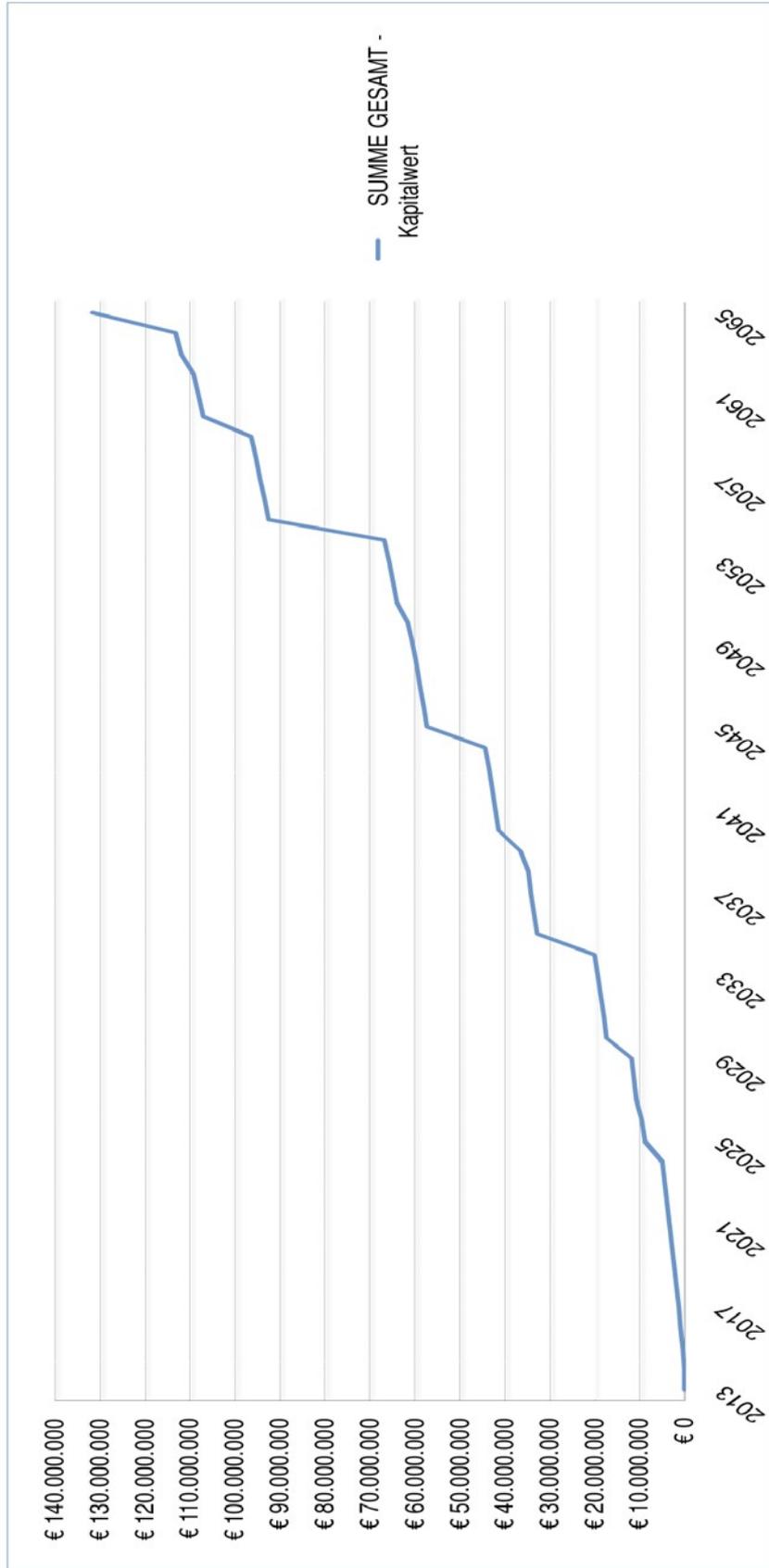
Energiekosten Gesamtgebäude pro Monat	Energiekosten [€/M]	Energiekosten/NGF [€/M.m ² BGF]	Anteil [%]
Wärme (Heizung, Warmwasser, Kühlung)	0	0,0	0,0%
Strom (Heizung, Warmwasser, Kühlung, Lüftung,	3.518	0,2	82,8%
Arbeitsmittel und Aufzüge	731	0,1	17,2%
SUMME	4.249	0,30	100%

6 Lebenszykluskosten

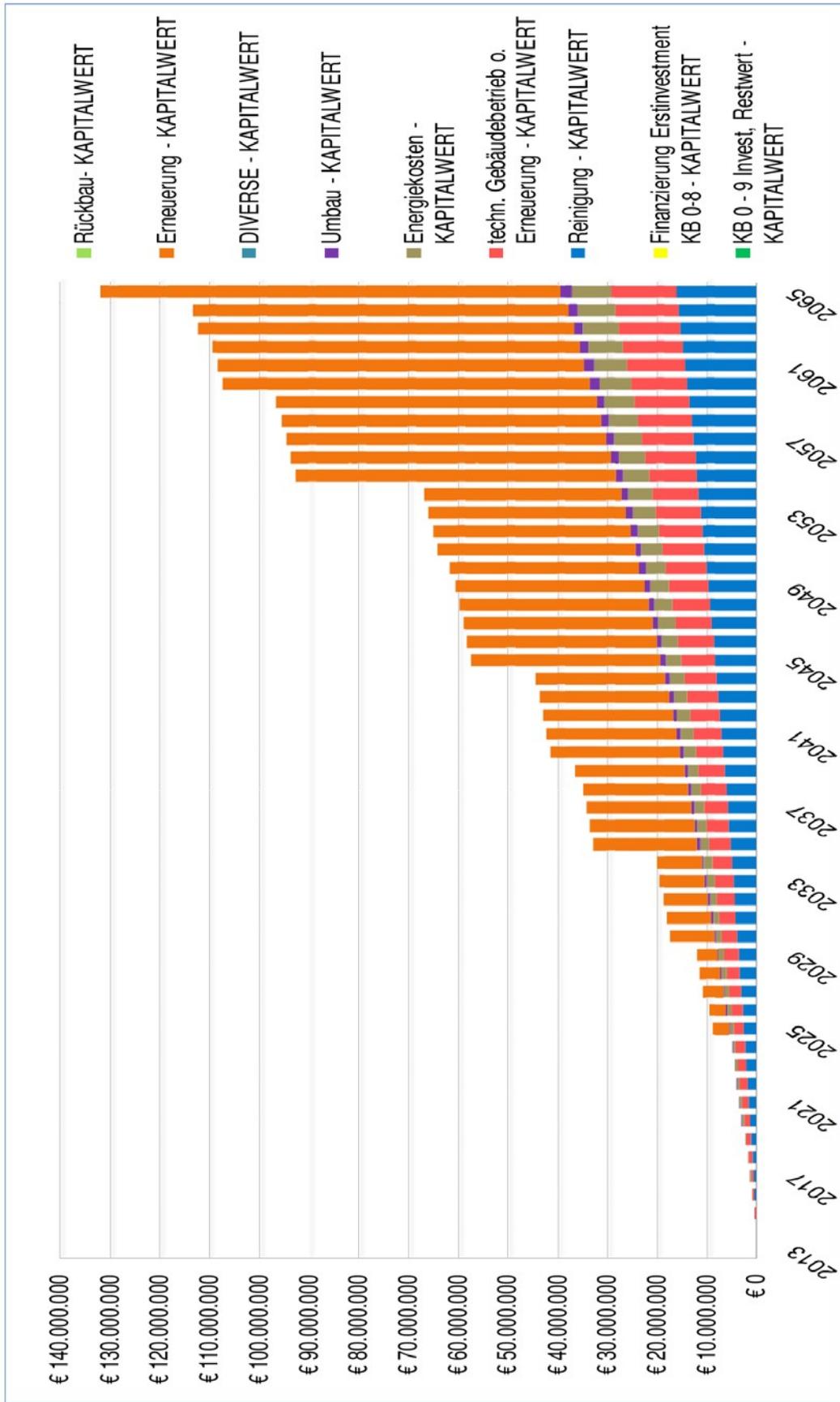
Lebenszykluskosten nach Jahren nach Inbetriebnahme:

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	#NV
2.912.143	8.915.190	17.397.457	32.844.164	41.427.385	57.276.162	61.565.487	92.556.295	107.143.920	131.742.760	#NV

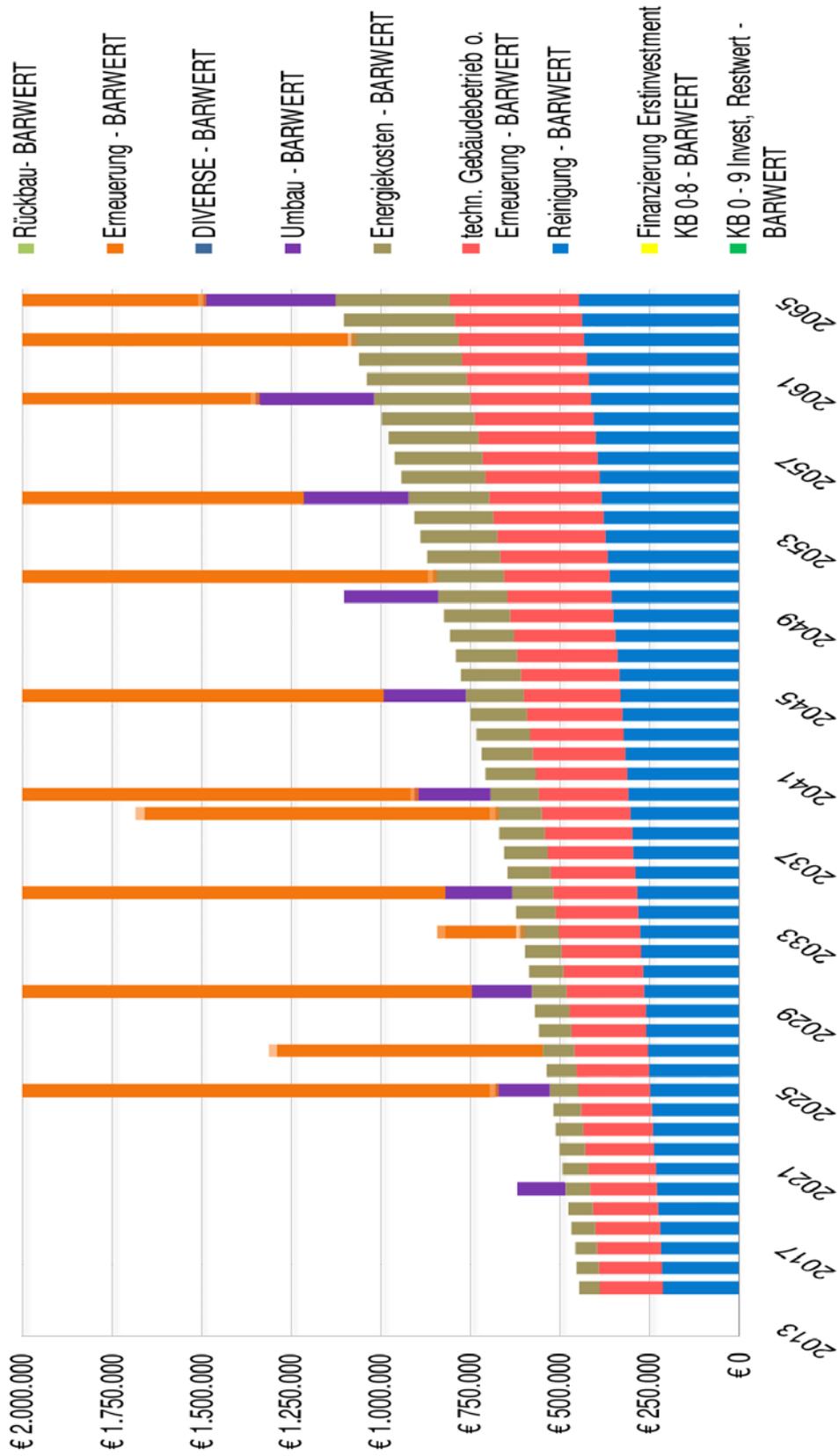
INDIZIERT, ABGEZINST, KUMULIERT - BARWERT



BARWERT: indexirt, abgezinst, kummuliert



KAPITALWERT: indexiert, abgezinst



A4. Fragebogen zur Datenerhebung LZX Tool^{ÖKO}



Projekt:

1 Gebäudedaten		Masse	Anmerkung
Struktur	Kerne	3 Sk.	
	Etagen OI	3,5 Sk.	
	Etagen UI	0,5 Sk.	
	durchschnittl. Gebäudebereiche/Regelgeschoß	1,5 Sk.	
	Gebäudebereiche Büro	4,5 Sk.	
	Anzahl Gebäude für	1 Sk.	
	Fläche für Bemessung OI	7.818 m²	
	Siegenhaus im Kern	40 m² BGF	
	Sanitärflächen im Kern	56 m² BGF	
	Arbeitsplätze gesamt	550 Sk.	
	Sanitäranschlüsse im Kern	14 Sk.	
	Aufzüge	2 Sk.	
	Hauptnutzfläche	Achsen	234 Sk.
Achsraster		440 cm	
Bürofläche		23 Sk.	
Flurtennwände Büro		873 m	
Großenwände Büro		952 m	
Breite Deckenkoffer MZ/Gang		2,50 m	
Mögliche Flurwandstellungen		1 Sk.	
größte Bürosummtiefe		7,75 m	
AP Büro (ohne zentr. SF):		439 Sk.	
Trakttiefe		19,1 m	
AP Büro in 1 AP-Reihe		275 Sk.	
AP Büro in 2 AP-Reihe		275 Sk.	

1 Gebäudedaten		Masse	%	Anmerkung
Geschoßhöhen:	Regelgeschoß	4,42 m		
	Untergeschoß	3,68 m		
Bruttorauminhalt:	Oberirdisch	43.700 m³		
Bruttogrundflächen:	HNF & Nutzzone	8.611 m² BGF	60,9%	
	Dezentrale Sonderflächen unregelmäßig	0 m² BGF	0,0%	
	Kerne	1.339 m² BGF	9,5%	
	Foyer / Empfang	0 m² BGF	0,0%	
	Atrium	0 m² BGF	0,0%	
	Küche	153 m² BGF	1,1%	
	Speisesaal	281 m² BGF	2,0%	
	Rechenzentrum / Serverraum	12 m² BGF	0,1%	
	Büro und büroähnliche ZSF	0 m² BGF	0,0%	
	Lager I	934 m² BGF	6,8%	
	Lager II	152 m² BGF	1,1%	
	Zentrale Technikflächen	802 m² BGF	5,7%	
	Werkstätte	0 m² BGF	0,0%	
	Garderobe	893 m² BGF	6,3%	
Müllraum	78 m² BGF	0,6%		
Turnsaal	894 m² BGF	6,3%		
	Summe:	14.149 m² BGF		
	Konstruktionsfläche	12,4%		
	NGF ca.	12.395 m²		

1 Gebäudehülle von MC		Anmerkung
Aufschließung	Grüne Wiese	
Erdaarbeiten/Baugruben	Grüne Wiese	
Gründung/Bodenkonstruktion	Tiefengründung ohne	hoher Baukörper
Gründung/Bodenkonstruktion	Tiefengründung ohne	niedriger Baukörper

Gebäudehülle		Masse	%	Anmerkung
1.3 Dachbelag:	Warmdach (extensiv begrünt)	4.175 m²	0,18	
	Betonplatten/ Dachbelag	556 m²	0,16	
	Oberlicht	13 m²	2,00	
1.31 Boden zu Erdreich	Art	4.464 m²	0,23	
1.6 Boden zu Außenluft	Auskragung	280 m²	0,14	



		Masse	U-Wert	g-Wert	
2.1 Nordfassade 1	Elementfassade/Metall	459 m²	1,56		
	Glaspaneelfassade	63 m²	0,49		13,7%
	innerliegender Blendschutz				
Nordfassade 2	Pfosten-Riegel	338 m²	1,40		
	Fenster	395 m²	1,40		116,9%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.2 Nordfassade 1	Wand gegen Estrich	204 m²	0,26		
	Fensterart	61 m²	U-Wert	g-Wert	30,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
Nordfassade 2	Trennwand zu unbeheizt	269 m²	0,42		
	Fensterart	81 m²	U-Wert	g-Wert	30,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.3 Ostfassade 1	Elementfassade/ Metall	839 m²	0,16		
	Fenster	440 m²	1,40	g-Wert	52,4%
	in Schiebewischenraum				
Ostfassade 2	Pfosten-Riegel	200 m²	1,40		
	Außenlüftung	16 m²	1,40	g-Wert	8,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.4 Ostfassade 1	Glaspaneelfassade	33 m²	0,49		
	Fensterart		U-Wert	g-Wert	0,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
Ostfassade 2	Wand gegen Estrich	67 m²	0,26		
	Trennwand zu unbeheizt	108 m²	0,42	g-Wert	161,2%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.5 Südfassade 1	Außenwand 25 Stb	553 m²	0,19		
	Pfosten-Riegel	582 m²	1,40	g-Wert	105,2%
	in Schiebewischenraum				
Südfassade 2	Vorgehängte Fassade	131 m²	0,16		
	Fenster	70 m²	1,40	g-Wert	53,4%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.6 Südfassade 1	Wand gegen Estrich	222 m²	0,26		
	Fensterart		U-Wert	g-Wert	0,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
Südfassade 2	Trennwand zu unbeheizt	169 m²	0,42		
	Fensterart		U-Wert	g-Wert	0,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.7 Westfassade 1	Glaspaneelfassade	38 m²	0,49		
	Pfosten-Riegel	182 m²	1,40	g-Wert	
	in Schiebewischenraum				
Westfassade 2	Vorgehängte Fassade	718 m²	0,16		
	Fenster	448 m²	1,40	g-Wert	62,4%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.8 Westfassade 1	Wand gegen Estrich	201 m²	0,26		
	Außenlüftung	4 m²	1,40	g-Wert	2,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
Westfassade 2	Trennwand gegen unbeheizt	111 m²	0,42		
	Fensterart		U-Wert	g-Wert	0,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.9 Wand zu Pufferraum 1	Fassadenart	0 m²	U-Wert		
	Fensterart	0 m²	U-Wert	g-Wert	0,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
Wand zu Pufferraum 2	Fassadenart	0 m²	U-Wert		
	Fensterart	0 m²	U-Wert	g-Wert	0,0%
	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung				
2.9 Zusammenfassung Fassaden	Fassade Gesamt:	4.552 m²			
	Transparente Fassadenfläche:	2.450 m²			
	Opake Fassadenfläche:	2.102 m²			
	Fassade Typ 1	2.549 m²			56%
	Transparente Fassadenfläche Typ 1	1.332 m²			54%
	Fassade Typ 2	1.665 m²			37%
Transparente Fassadenfläche Typ 2	1.118 m²			46%	



6.8 Haustechnik Gesamtgebäude von MC

6.0 Sprinklerung	nein
Außenbeleuchtung	einfach
Sicherheitsbeleuchtung	LED preiswert
WW-Aufbereitung	kombiniert
Regenwasser	standard
MSR	zentral hoch
Pumpen	Klasse A

7.8 Haustechnik2 Gesamtgebäude von MC

7.0 ENS	ENS für Flachbauten			
7.1 Zutrittssicherheit	zentral niedrig			
7.2 Überwachung	Video			
7.3 Brandmeldeanlage	Ja			
7.4 Netzersatz	nein	0 kVA	USV:	0 kVA
7.5 Aufzugseffizienz	hoch			
7.6 Energietarife	Elektrische Energie	0,076 EUR/kWh		
	Fernwärme	0,00 EUR/kWh		
	Gas	0,00 EUR/kWh		
	Heizöl Extra Leicht	0,00 EUR/kWh		
	Pellets	0,00 EUR/kWh		
	Fernkälte	0,00 EUR/kWh		

8.8 Standard

8.1 Atrium	Atrium	100%	
8.2 Foyer/Empfang	Foyer/Empfang	100%	
8.3 Restaurant/Kantine	Restaurant/Kantine	100%	
8.4 Rechenzentrum	Rechenzentrum	100%	
8.5 Konf./Schulung	Konf./Schulung	100%	
8.6 Lager	Lager	100%	
8.7 Garage	mechan. Belüftet	100%	
8.8 Kern-Sanitär	Kern-Sanitär	100%	
8.9 Kern Treppenhaus	Kern Treppenhaus	100%	
8.10 Kern Nebenflächen	Kern Nebenflächen	100%	
8.11 büroähnliche SF	büroähnliche SF	büroähnliche SF	100%
8.12 Technikflächen	Technikflächen	100%	
8.13 Werkstätte	Werkstätte	100%	
8.14 Garderobe	Garderobe	100%	
8.15 Sonstiges 1	Sonstiges 1	100%	
8.16 Sonstiges 2	Sonstiges 2	100%	

8.8 Standard

Baubeginn	11.11.2013	Inbetriebnahme	2015
Nutzungsdauer	KA	Betrachtungszeitpunkt	2065
Methodik	0	Grundstückskosten	€ 0
		Energiekostenindex	4,5%
		Inflation	2,5%
		Baukostenindex	2,5%
		Diskontzinssatz	1,0%





Projekt: <input type="text"/>		Teilnehmernummer: <input type="text"/>		Anmerkung	
1 Gebäudedaten und Aufbauten		Masse		%	
1.0	Bruttorauminhalt:	Gebäude oberirdisch Gebäude unterirdisch	0 m³ 0 m³		
1.1	Dachaufbau 1 Dachaufbau 2	oberlichte glas teilw. öffentbar Wamdach/STB	0 m³ 0 m³	U-Wert U-Wert	
1.2	Dachflächenöffnungen		0 m³	U-Wert	E-Wert
1.3	Boden zu Erdreich		0 m³	U-Wert	
1.4	Boden zu unbeheizter Zone		0 m³	U-Wert	
1.5	Boden zu Außenluft/Auskragung		0 m³	U-Wert	
1.6	Wand zu Atrium/Pufferraum	Fassadeart Fensterart	0 m³ 0 m³	U-Wert U-Wert	E-Wert
1.7	Wand zu unbeheizter Zone	Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m³	U-Wert	
1.8	Außenwand zu Erdreich		0 m³	U-Wert	
2 Gebäudehülle - Fassade					
Bitte definieren Sie alle Fassaden entsprechend Ihrer Himmelsrichtung. Erläuterung: in das Feld Fassadeart ist die Fassadeart wie beispielsweise Wärmedämmverbundsystem oder Pfosten-Riegel-Fassade einzugeben, bei Masse die gesamte Fassadenfläche inkl. Fensterflächenanteil Erläuterung: in das Feld Fensterart ist die Technologie wie beispielsweise Holzfenster, Fenster mit Freilschabe einzugeben, bei Masse nur die Gesamfläche der Fenster Erläuterung: in das Feld Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung ist die Technologie wie beispielsweise außenliegende Jalousie, bauliche Auskragung, Markisen, etc. einzugeben.					
2.1	Nordfassade 1	Fassadeart Fensterart Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m³ 0 m³	U-Wert U-Wert	E-Wert
2.2	Nordostfassade 1	Fassadeart Fensterart Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m³ 0 m³	U-Wert U-Wert	E-Wert
2.3	Ostfassade 1	Fassadeart Fensterart Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m³ 0 m³	U-Wert U-Wert	E-Wert
2.4	Südfassade 1	Fassadeart	0 m³	U-Wert	



2.5	Südfassade 1	Fensterart Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m ²	U-Wert	g-Wert
		Fassadenart Fensterart	0 m ²	U-Wert	g-Wert
		Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m ²	U-Wert	g-Wert
2.6	Südwestfassade 1	Fassadenart Fensterart	0 m ²	U-Wert	g-Wert
		Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m ²	U-Wert	g-Wert
2.7	Westfassade 1	Fassadenart Fensterart	0 m ²	U-Wert	g-Wert
		Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m ²	U-Wert	g-Wert
2.8	Nordwestfassade 1	Fassadenart Fensterart	0 m ²	U-Wert	g-Wert
		Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkung	0 m ²	U-Wert	g-Wert

Fassade Gesamt: 0 m²
 Transparente Fassadenfläche: 0 m²
 Opake Fassadenfläche: 0 m²

3 Haustechnik der Hauptnutzfläche

Erläuterung: Als Art ist die Technologie zu verstehen, Beispiel Radiator als Art der Wärmeabgabe im Raum oder Wärmepumpe als Art der zentralen Wärmeerzeugung

3.1	Lüftung in Büroflächen	Art
3.2	Wärmeabgabe in Büroflächen	Art
3.3	Kälteabgabe Büroflächen	Art
3.4	Zentrale Raumlufttechnik	Art
3.5	Zentrale Wärmeerzeugung	Art
3.6	Zentrale Kälteerzeugung	Art
3.7	Solarthermie	Kollektorfläche Neigung Orientierung/Himmelsrichtung 0 m ² 0° N
3.8	Photovoltaik	Kollektorfläche Neigung 0 m ² 0° N

LITERATURVERZEICHNIS

Achammer, Christoph M.: Planungsprozess und Bauprojektmanagement 2;
Studienunterlagen; TU-Wien; 2011

Agethen, Ulrich;Frahm, Karl-Joachim; Renz, Konrad: Lebensdauer von
Bauteilen

Bone-Winkel, Stephan; Schulte, Karl-Werner; Sotelo, Ramon:
Immobilieninvestition; In: Schulte, Karl-Werner. (Hrsg.); Immobilienökonomie -
Band 1; 4. Auflage; München; 2008

Bruhnke, Karl-Heinz; Kübler, Reinhard: Der Lebenszyklus einer Immobilie;
In: Leipzig Annual Civil Engineering Report; No.7; Leipzig; 2002

ClimaDesign 2.0: <http://www.climadesign2.de/projekte/lebenszykluskosten/>;
17-01-2018

Dahlhaus, Ulrich J.; Meisel, Ulli: Nachhaltiges Bauen 08/09; 1. Auflage; Essen;
2009

DGNB: Steckbrief Nr. 16, Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus; Deutsche
Gesellschaft für nachhaltiges Bauen; Stuttgart 2009

DGNB-System: <http://www.dgnb-system.de/de/system/kriterien/>; 06-09-2013

Geissler, Susanne; Keiler, Sebastian; Neumann, Günter: Lebenszykluskosten-
Prognosemodell; Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Haus der
Zukunft; Wien; 2010

Fa. Ascona: Biografie: Holger König; <http://www.koenig-holger.de/biografie/bio.html>; 14-10-2013

Fa. Die Haustechniker: Bau- und Ausstattungsbeschreibung Gewerk
Elektrotechnik; Entwurf; Wien; 2013

Fa. Die Haustechniker: Bau- und Ausstattungsbeschreibung Haustechnik;
Entwurf; Wien; 2013

Fa. Dr. Pfeiler: Bautechnischer Entwurf; Version 1.0; Graz; 2013

Friedl, Karl; Herzog, Bernhard: Planungsunterstützendes Lebenszykluskostentool für energieeffiziente Immobilien (LZK-Tool); In: Redlein, Alexander (Hrsg.); Journal für Facility Management, Heft 1/2009; Wien; 2009

Herzog, Kati: Lebenszykluskosten von Baukonstruktionen. Entwicklung eines Modells und einer Softwarekomponente zur ökonomischen Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung von Gebäuden; Dissertation: Technische Universität Darmstadt; 2005

Hellerfoth, Michaela: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen; Lüdenscheid; 2006

IFMA Schweiz (Hrsg.): Lebenszykluskosten-Ermittlung von Immobilien; Teil 1: Modell; Zürich; 2011

IPOSS: www.iposs.de/1/gesetz-der-wirtschaft, 21-09-2013

Keller, Siegbert: Baukostenplanung für Architekten; 2.Auflage; Berlin; 1995

Kern, Peter: Bau- und Ausstattungsbeschreibung; Wien; 2013

König, Holger: LEGEP-Handbuch für die Gebäudezertifizierung; <http://legep.de/wp-content/uploads/LEGEP-handbuch1.pdf>; 14-10-2013

König, Holger; Kohler; Kreißing: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung;

Kovacic, Iva.: Lebenszykluskosten und -analyse; Studienunterlagen; TU-Wien; 2012

LEGEP Software GmbH: Forschung; <http://legep.de/forschung>; 14-10-2013

Pelzeter, Andrea; Pierschke, Barbara: Facilities Management; In: Schulte, Karl-Werner (Hrsg.); Immobilienökonomie - Band 1; 4. Auflage; München; 2008

Rottke, Nico; Wernecke, Martin: Lebenszyklus von Immobilien; In: Schulte, Karl-Werner (Hrsg.); Immobilienökonomie - Band 1; 4. Auflage; München; 2008

SwissBauCo: www.swissbauco.com, 05-01-2014

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: Die Softwarelösung für die integrale Planung nachhaltiger Gebäude; <http://www.weka-bausoftware.de/architekten/legep-nachhaltigkeit/legep.html>; 14-10-2013

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: LEGEP-Die Software für integrale Planung nachhaltiger Gebäude (Broschüre); 2012

Wiegand, Dietmar; Mebes, Priska; Pichler, Veronika: Event based simulations: enabling improved development planing and partnerships; In: Schrenk, Manfred; Popovich, Vasily (Hrsg.); Real Corp 007:Planen ist nicht genug; Wien; 2007

Wiegand, Dietmar: 5 Thesen zur nachhaltigen Entwicklung gebauter Umwelt; In: Köhler, R. (Hrsg.): Schweizer Energiefachbuch 2008 - Nachhaltig Planen, Bauen und Betreiben; St. Gallen; 2007

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1 Aufbau der Arbeit	5
Abbildung 2-1 Lebenszyklus von Immobilien.....	6
Abbildung 2-2 Immobilien-Lebensdauer	11
Abbildung 2-3 Definition whole-life cost und life-cycle cost	13
Abbildung 2-4 Gliederung der Lebenszykluskosten	14
Abbildung 2-5 Baufolgekosten verschiedener Gebäudetypen	14
Abbildung 2-6 Kostenbindung im Projektverlauf	15
Abbildung 2-7 Methoden der Lebenszykluskostenberechnung	17
Abbildung 3-1 Steckbrief Nr. 16, Eingabe Bezugsgröße.....	25
Abbildung 3-2 DGNB Steckbrief Nr. 16 Regelmäßige Zahlungen für Betrieb.....	26
Abbildung 3-3 DGNB Steckbrief 16, regelmäßige Zahlungen für Wartung und Inspektion sowie regelmäßige Instandsetzung der TGA	26
Abbildung 3-4 Steckbrief 16, unregelmäßige Zahlungen für Herstellung und Ersatzinvestitionen	28
Abbildung 3-5 Steckbrief 16, Ergebnisausgabe.....	28
Abbildung 3-6 DGNB Steckbrief Nr. 16, grafische Darstellung der Ergebnisse.....	29
Abbildung 3-7 Checkliste LEKOS.....	34
Abbildung 3-8 Prüfprotokoll LEKOS.....	34
Abbildung 3-9 Ergebnisdarstellung LEKOS I.....	35
Abbildung 3-10 Ergebnisdarstellung LEKOS II.....	35
Abbildung 3-11 Programmstruktur LEGEP	38
Abbildung 3-12 Lebenszykluskosten Kreisdiagramm.....	41
Abbildung 3-13 Lebenszykluskosten Balkendiagramm	41
Abbildung 3-14 Lebenszykluskosten als jährliche Entwicklung	42
Abbildung 3-15 3D-Schnitt.....	43
Abbildung 3-16 Grundriss Erdgeschoss	44
Abbildung 3-17 Grundriss Regelgeschoss	45
Abbildung 3-18 Graphischer Vergleich der Ergebnisse	48
Abbildung 3-19 Prozentuelle Abweichung der Errichtungskosten	49
Abbildung 3-20 Prozentuelle Abweichung der Folgekosten	49
Abbildung 4-1 Methode der Fallstudie	73
Abbildung 4-2 Ergebnis - Übersicht.....	77
Abbildung 4-3 Ergebnis - Kostenverteilung.....	77
Abbildung 4-4 Ergebnis - Kostenentwicklung	78
Abbildung 4-5 Ergebnis - Kostenverlauf	79
Abbildung 4-6 Eingabemaske LZK Toolöko Haustechnik.....	82
Abbildung 4-7 Eingabemaske LZK Toolöko Fassade	83

Abbildung 4-8 Übersicht Elementdatenbank LZK Toolöko	83
Abbildung 4-9 Balkendiagramm Kostenverursacher - Bauteile	84
Abbildung 4-10 Nutzerspezifische Folgekosten LZK Tool ÖKO	84
Abbildung 4-11 Grafische Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-1.....	90
Abbildung 4-12 Kreisdiagramm Verteilung der Errichtungskosten	90
Abbildung 4-13 Graphische Gegenüberstellung der Baukosten	91
Abbildung 4-14 Graphische Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-2 ...	94
Abbildung 4-15 Kreisdiagramm Verteilung der Folgekosten	95
Abbildung 4-16 Graphische Gegenüberstellung ausgewählter Folgekosten.....	95
Abbildung 4-17 Graphische Gegenüberstellung - Technischer Gebäudebetrieb	97
Abbildung 4-18 Graphische Gegenüberstellung - Ver- und Entsorgung.....	98
Abbildung 4-19 Graphische Gegenüberstellung - Reinigung und Pflege	99
Abbildung 4-20 Graphische Gegenüberstellung - Instandsetzung	100
Abbildung 4-21 Gegenüberstellung - Instandsetzung/ Erneuerung	103
Abbildung 4-22 Gegenüberstellung - Technischer Gebäudebetrieb	104

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1 Gliederung des operativen Gebäudemanagements	8
Tabelle 2-2 technische Lebensdauer verschiedener Bauteile	11
Tabelle 2-3 wirtschaftliche Lebensdauer unterschiedlicher Immobilientypen	12
Tabelle 2-4 Faktoren für Reinigungskosten	16
Tabelle 3-1 Gebäudeeckdaten	46
Tabelle 3-2 Vergleich der getesteten Tools	50
Tabelle 4-1 Raumtemperaturen	59
Tabelle 4-2 Beleuchtungsstärke nach Bereichen	62
Tabelle 4-3 Geplante KennwerteTabelle	70
Tabelle 4-4 Hüllflächen Ausrichtung Nord-Nord-Ost.....	70
Tabelle 4-5 Hüllflächen Ausrichtung Ost-Süd-Ost.....	71
Tabelle 4-6 Hüllflächen Ausrichtung Süd-Süd-West.....	71
Tabelle 4-7 Hüllflächen Ausrichtung West-Nord-West	71
Tabelle 4-8 Hüllflächen Horizontal.....	71
Tabelle 4-9 Vergleich der analysierten LZK Tools	86
Tabelle 4-10 TAM - Vergleich der LZK-Tools.....	87
Tabelle 4-11 Gegenüberstellung Ergebnisse nach ÖN B 1801-1 und 1801-2.....	88
Tabelle 4-12 Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-1	89
Tabelle 4-13 Analyse Abweichung Bauwerkskosten	92
Tabelle 4-14 Gegenüberstellung der Ergebnisse nach ÖNORM B1801-2- statisch.....	94
Tabelle 4-15 Analyse Abweichung Folgekosten.....	96
Tabelle 4-16 Vergleich 1 - dynamisch.....	100
Tabelle 4-17 Vergleich 2 - dynamisch.....	101
Tabelle 4-18 Vergleich 3 - dynamisch.....	102

FORMELVERZEICHNIS

Formel 1 Kapitalwertmethode	18
Formel 2 Annuitätenmethode	18