



DIPLOMARBEIT
Master Thesis

**Lebenszykluskosten von Hochbauten –
Anwendungsgrenzen und Vergleich von Softwarelösungen**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Betreuer: O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Georg Jodl
und als verantwortlich mitwirkend
Dipl.-Ing. Andreas Makovec
Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Schranz, M.Sc.

234-1
Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Verfasser:	Lukas Steinschaden	Christoph Winkler
	0726140	0726841
	Kremser Straße 22	Steirisch Tauchen 21
	3552 Lenggenfeld	7421 Tauchen

Wien, im August 2012

Danksagung

Unser Dank gilt vor allem unserem betreuenden Professor Dipl.-Ing. Dr.techn. **Hans Georg Jodl**, der durch seine anschaulichen und praxisbezogenen Vorlesungen unser Interesse für die Bauwirtschaft bzw. den Baubetrieb geweckt und den Studientag aufgelockert hat. Daher war es für uns klar, dass wir unter seiner Obhut die Diplomarbeit verfassen wollen.

Ein besonderes Dankeschön gebührt unseren beiden Betreuern Univ.Ass. Dipl.-Ing. **Andreas Makovec** und Dipl.-Ing. Dr.techn. **Christian Schranz**, M.Sc., die dieses Diplomarbeitsthema initiiert und formuliert haben. Trotz ihres vollen Terminkalenders nahmen Sie sich immer Zeit für uns und hatten bei jeder Besprechung den geeigneten Ratschlag parat. Weiters bedanken wir uns bei ihnen für die Mithilfe bei der sprachlichen und formalen Gestaltung der Diplomarbeit. Ebenfalls ist dem „EDV-Zentrum Bauingenieurwesen“, unter der Leitung von Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Schranz, M.Sc, für den Programmierwerb zu danken.

Unser Dank gilt auch Dipl.-Ingⁱⁿ. Monika Ilg von der Firma ib-data GmbH und Dipl.-Ing. Dr.techn. Helmut Floegl (Donau-Universität Krems), die uns für die Untersuchungen im Rahmen der Diplomarbeit das Programm ABK-LEKOS kostenlos zur Verfügung gestellt haben. Außerdem standen Sie jederzeit für softwarebezogene Fragen zur Verfügung.

Ein großes Dankeschön geht auch an unsere Familien, insbesondere an die **Eltern**. Sie haben uns während der gesamten Studienzeit nicht nur finanziell unterstützt, sondern auch fortwährend motiviert und aufgemuntert. Lediglich durch diesen tatkräftigen Rückhalt war es uns möglich, das Studium so reibungslos zu absolvieren.

Abschließend wollen wir unseren **Freundinnen** und **Freunden** bzw. den StudienkollegInnen danken. Durch das eine oder andere Gespräch und Treffen mit ihnen, konnte so manche schwierige Studienphase einfacher gemeistert werden.

Danke!

Kurzfassung

Ein Gebäudeleben kann in mehrere Phasen unterteilt werden, beginnend mit der Planung, über die Herstellung sowie die Nutzung, bis hin zur Verwertung. In jeder dieser Abschnitte entstehen hohe Kosten und Energie- bzw. Stoffströme. Derzeit werden bei Neubauten und Sanierungen vor allem die Errichtungskosten optimiert. Es wird dabei übersehen, dass durch ein Kaputtsparen in der Planung und Herstellung eines Gebäudes die davon abhängigen Lebenszykluskosten explodieren können. Doch welche Folgen haben diese Einsparungen auf die in der Nutzungsphase entstehenden Kosten? Die Errichtungskosten bewegen sich lediglich in einem Rahmen von bis zu rund 20% der Totalkosten und sollten daher nicht ausschließlich als Grundlage für Planungsentscheidungen dienen. Die restlichen 80% der Lebenszykluskosten können in der Planungs- und Herstellungsphase entscheidend gesteuert werden. Jedoch ist es aufgrund zahlreicher Unsicherheiten immens schwierig, diese im Vorhinein genau zu prognostizieren. Welche Möglichkeiten gibt es nun, um die gesamten Lebensdauerkosten von Gebäuden zu untersuchen bzw. zu berechnen? Um diese zu ermitteln, sind seit kurzem erste Ansätze in Form von Softwarelösungen am Markt erhältlich. Zwei dieser Programme wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit einer genaueren Untersuchung unterzogen. Dies betrifft einerseits die Software ABK-LEKOS und andererseits die Software LEGEP. Wie diese funktionieren, wie praxistauglich diese sind, wie das zugrunde liegende Berechnungsmodell funktioniert, welche Anwendungsgrenzen diese haben usw., all diese Fragen werden in dieser Diplomarbeit behandelt. Um die Anwendbarkeit zu testen, wurden die Lebenszykluskosten eines fiktiven Bürogebäudes mit beiden Programmen berechnet und die Ergebnisse interpretiert bzw. teilweise gegenübergestellt. Als Resultat dieser Arbeit hat sich herausgestellt, dass es am Markt bereits brauchbare Softwarelösungen gibt, hier jedoch noch einiges an Verbesserungspotential gegeben ist. Die Diplomarbeit kann als Hilfestellung für den Ankauf einer Lebenszykluskostensoftware dienen, aufzeigen was aktuelle Softwarelösungen bei der Berechnung der Totalkosten bereits bieten und die Bedeutung der Nutzungskosten von Immobilien hervorheben.

Abstract

Life of a building can be separated into several phases – starting with the planning, followed by the establishment and utilization, ending with the demolition. In each of these phases high costs and energy as well as material flows result. Currently, new buildings and restoration objects are optimized only by the establishment costs. Often, much attention is laid on reducing the planning and establishment costs – which might result in higher life-cycle-costs of the project. The construction costs account for approximately 20% of the total costs and should not be the only basis for planning decisions. The remaining 80% of the life-cycle-costs can be essentially influenced during the planning and establishment phase. However, due to many uncertainties it is very difficult to predict these costs in advance. But what options are available to study or calculate the life-cycle-costs of buildings? Recently, software programs were developed in order to evaluate these costs. Two of these programs were examined in this thesis: ABK-LEKOS and LEGEP. How are they working? How practicable are they? How does the underlying calculation model work? Which limitations do they have? All these questions are examined in this master thesis. To test the applicability of the programs, the life-cycle-costs of a fictional office building were calculated with both ABK-LEKOS and LEGEP. The results were interpreted and partially compared as far as possible. The conclusion of this thesis is that currently there are software solutions on the market which are quite useful, but there is potential for improvement. This master thesis can be an assistance for the purchase of a life-cycle-costs software, showing what two current software solutions can offer for the calculation of total costs. Furthermore, the thesis emphasizes the importance of the utilization costs within real estate projects.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Forschungsfrage und Zielsetzung	2
1.2	Aufbau der Diplomarbeit	2
2	Allgemeine Grundlagen	3
2.1	Lebenszyklus von Bauwerken	3
2.1.1	Phase 1: Bedarfsermittlung und Planung	4
2.1.2	Phase 2: Herstellung und Inbetriebnahme	7
2.1.3	Phase 3: Nutzung	8
2.1.4	Phase 4: Verwertung	16
2.2	Lebenszykluskosten von Bauwerken	20
2.2.1	Allgemeines	20
2.2.2	Lebenszykluskostenrechnung	25
2.2.3	Errichtungskosten	28
2.2.4	Nutzungskosten	29
2.2.5	Instandhaltungskosten/Erneuerungskosten	30
2.2.6	Verwertungskosten	31
2.2.7	ÖNORM B 1801-1 und ÖNORM B 1801-2	32
2.2.8	DIN276-1 und DIN 18960	38
2.2.9	Vergleich ÖNORM vs. DIN	41
3	Beispiel eines Bürogebäudes	44
3.1	Beschreibung des Beispielprojekts	44
3.2	Gebäudedaten	49
4	Software: ABK-LEKOS	50
4.1	Allgemeines zum Programm	50
4.2	Berechnungsmethode des Programms	52
4.2.1	Version	53
4.2.2	Kostenstruktur	53
4.2.3	Umsatzsteuer	53
4.2.4	Valorisierungsmodell	55
4.2.5	Parameter	58
4.3	Eingabe	61

4.3.1	Basisparameter.....	63
4.3.2	Errichtungskosten.....	64
4.3.3	Parameter Folgekosten.....	71
4.3.4	Folgekosten.....	79
4.3.5	Ergebnisse.....	88
4.4	Auswertungen.....	91
4.4.1	Übersicht.....	92
4.4.2	Kostenverteilung.....	93
4.4.3	Kostenentwicklung.....	93
4.4.4	Kostenverlauf.....	94
4.5	Anwendung am Beispiel eines Bürogebäudes.....	95
4.5.1	Berechnung über BKI-Werte.....	95
4.5.2	Berechnung über genaue Werte.....	97
4.5.3	Ergebnisvergleich.....	99
4.5.4	Probleme bei der Lebenszykluskostenberechnung.....	102
4.6	Fazit.....	103
4.6.1	Allgemeines.....	103
4.6.2	Berechnungsmodell.....	104
4.6.3	Nachvollziehbarkeit.....	113
4.6.4	Flexibilität.....	114
4.6.5	Eingabe, Input.....	116
4.6.6	Ausgabe, Output.....	117
4.6.7	Anwendungsgrenzen.....	118
4.6.8	Zusammenfassung.....	120
5	Software: LEGEP.....	123
5.1	Allgemeines zum Programm.....	123
5.1.1	Programmkonzept.....	124
5.1.2	Kurzüberblick der Programmmodule (PM).....	126
5.1.3	Programmversion.....	128
5.1.4	Grundfunktionen.....	128
5.1.5	Grundeinstellungen.....	130
5.2	sirAdos-Elementdatenbank.....	130
5.2.1	Aufbau der Datenbank.....	130
5.3	Module im Detail.....	143
5.3.1	Zusammenhang der Module.....	143

5.3.2	Programmmodul Projekt.....	144
5.3.3	Programmmodul Kostenplanung	149
5.3.4	Programmmodul Wärme / Energie	153
5.3.5	Programmmodul Bauteilvergleich	158
5.4	Programmmodul Lebenszykluskosten.....	160
5.4.1	Allgemeines	160
5.4.2	Menüstruktur	161
5.4.3	HK Beschreibung.....	162
5.4.4	HK Berechnung	167
5.5	Anwendung am Beispiel eines Bürogebäudes	171
5.5.1	Interpretation der Ergebnisse.....	174
5.6	Fazit.....	175
5.6.1	Allgemeines	176
5.6.2	Berechnungsmodell.....	177
5.6.3	Nachvollziehbarkeit	180
5.6.4	Flexibilität	182
5.6.5	Eingabe, Input	182
5.6.6	Ausgabe, Output	183
5.6.7	Anwendungsgrenzen.....	184
5.6.8	Zusammenfassung.....	185
6	Zusammenfassung	187
6.1	Vergleich der Softwarelösungen	187
6.1.1	Vergleich anhand des Beispielprojekts	188
6.2	Resümee	189
	Literaturverzeichnis	191
	Abbildungsverzeichnis.....	194
	Tabellenverzeichnis	199

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik
AVA	Ausschreibung-Vergabe-Abrechnung
BBB	Beschreibung-Berechnung-Bewertung
BGF	Brutto-Grundfläche
BKI	Baukostenindex (Baukosteninformationszentrum deutscher Architektenkammern GmbH)
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
BRI	Brutto-Rauminhalt
BWK	Bauwerkskosten
CAD	Computer Aided Design
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CSV	Comma-Separated Values
d.h.	das heißt
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DGNB	Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen
DOC	Document
EG	Erdgeschoß
EnEV	Energieeinsparverordnung
etc.	et cetera
FAV	Favorit
GEFMA	German Facility Management Association
GIF	Rohbauerneuerung bei großer Instandsetzung
HK	Hauptkapitel
I	Inspektion
inkl.	inklusive
KG	Kellergeschoß
KG	Kostengruppe(n)
KHG	Kostenhauptgruppe(n)
KOA	Kostenart(en)
KUG	Kostenuntergruppe(n)
lt.	laut
LZK	Lebenszykluskosten
MS	Microsoft
MWSt	Mehrwertsteuer

n.	nach
NF	Nutzfläche
NO _x	Stickstoffoxide
o.V.	ohne Valorisierung
ÖBRV	Österreichischer Baustoff-Recycling Verband
OG	Obergeschoß
PDF	Portable Document Format
PKW	Personenkraftwagen
PM	Programmmodul(e)
RTF	Rich Text Format
S.	Seite
SKG	Summe von Kostengruppen
SO _x	Schwefeloxide
STB	Stahlbeton
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TU	Technische Universität
u.a.	unter anderem
Ü	Überschrift(en)
USt	Umsatzsteuer
usw.	und so weiter
VDI	Verein deutscher Ingenieure
vgl.	vergleich
vs.	versus
W	Wartung
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Immobilien zählen zu den langlebigsten Gütern. Sie verursachen in ihrem Lebenszyklus ungefähr 30% der weltweiten Energie- und Stoffströme.¹

Aufgrund steigender Preise ist die Betrachtung der Lebenszykluskosten von Immobilien unumgänglich geworden. Von zentraler Bedeutung sind die immer höher werdenden Energiepreise; dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren bzw. Jahrzehnten mit großer Wahrscheinlichkeit weiter fortsetzen. Ein wesentlicher Grund hierfür ist die immer größer werdende Rohstoffknappheit. Diese ergibt sich einerseits durch den hohen Verbrauch bzw. durch den ineffizienten Umgang mit Energie in den westlichen Ländern (u.a. Europäische Union, Nordamerika, Japan, Australien), andererseits durch den steigenden Konsum der aufstrebenden Nationen (u.a. China, Indien, Südamerika), deren Bestrebung es ist, den westlichen Lebensstandard zu erreichen. Jedoch sind die steigenden Energiepreise nicht nur durch die Knappheit zu begründen; Marktspekulationen spielen eine genauso große Rolle. Dadurch werden künstliche Energieengpässe geschaffen. Solange der Spekulation nicht gesetzlich ein Riegel vorgeschoben wird, werden wir uns auch weiterhin mit steigenden Preisen auseinander setzen müssen und dadurch gewinnt die Optimierung des Lebenszyklus einer Immobilie an Bedeutung.

Im Zusammenhang mit dem Lebenszyklus von Immobilien wird für nahezu jede Tätigkeit Energie verbraucht. Sei es bei der Planung, dem Bau, dem Betrieb, der Umnutzung oder dem Abbruch eines Objekts. Beginnend mit dem ersten Mausklick im CAD-Programm, über den Antransport der Baustelleneinrichtung oder des Öffnen eines Fensters, bis hin zum Abtransport der letzten Schuttfuhre. Das bedeutet, wir können Immobilien nur **wirtschaftlich** gestalten, wenn wir an den richtigen Stellen die Kosten optimieren, unsere Ressourcen schonen und **Energie einsparen**.

Der zuvor angeführte Text beruht auf einer wirtschaftlichen Sichtweise. Ein anderer Zugang betrifft den **Schutz der Umwelt**. Der Einsatz von nachhaltigen und umweltschonenden **Technologien** ist unumgänglich. Einige Beispiele hierfür sind Solarzellen, Photovoltaik, Geothermie oder die Nutzung der speicherwirksamen Masse von Bauteilen (Beton).

Im Endeffekt führen beide Herangehensweisen zu einer ökologischen und ökonomischen Lebenszyklusbetrachtung von Immobilien. Das bedeutet, durch Energieeinsparungen und den Ein-

¹ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 6.

satz zukunftsweisender Technologien können Kosten gespart und zugleich der Produktion von umweltschädlichen Stoffen (CO_2 , SO_x , NO_x) entgegengewirkt werden. Jede Befassung, wie hier in Form dieser Diplomarbeit, rückt die Betrachtung des Lebenszyklus einer Immobilie mehr und mehr in den Vordergrund.

1.1 Forschungsfrage und Zielsetzung

Es erfolgt ein Vergleich von zwei Softwarelösungen, mit denen es möglich ist, die Lebenszykluskosten von Hochbau-Immobilien zu ermitteln. Das betrifft einerseits die Software ABK-LEKOS² und andererseits die Software LEGEP³.

Es stellt sich die Forschungsfrage: „Wie praxistauglich sind diese beiden Softwarelösungen, welche Anwendungsgrenzen besitzen diese?“ Auch deren Bedienbarkeit, Flexibilität und die finanziellen Aspekte werden einer genaueren Betrachtung unterzogen.

Vordergründiges Ziel dieser Diplomarbeit ist die Unterstützung der Entwicklung eines Berechnungsmodells für die Ermittlung der Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen. Wichtig hierfür ist die Analyse der Funktionen und des zugrundeliegenden Berechnungsmodells der oben genannten Programme. Ein weiteres Ziel ist das Hervorheben der Wichtigkeit einer Lebenszyklusbetrachtung im gesamten Bereich der Immobilien, insbesondere die Betrachtung der Folgekosten.

1.2 Aufbau der Diplomarbeit

Anschließend an die Einleitung folgen im zweiten Kapitel die Grundlagen des Lebenszyklus bzw. der Lebenszykluskosten von Bauwerken. Im dritten Kapitel ist die Beschreibung eines Beispielprojekts zu finden. Die Kapitel vier und fünf beschäftigen sich mit den Softwarelösungen ABK-LEKOS und LEGEP. Dort sind die Grundlagen, Bedienung, Berechnungsmethoden und die Auswertung des Berechnungsbeispiels beschrieben. Beide Kapitel schließen mit einem Fazit. Im Kapitel sechs erfolgt der Vergleich beider Programme. Zum Abschluss dieser Diplomarbeit werden die wichtigsten Aussagen tabellarisch zusammengefasst und die ausschlaggebenden Erkenntnisse in einem Resümee dargelegt.

² ib-data GmbH: www.abk.at.

³ WEKA MEDIA GmbH & Co. KG bzw. LEGEP Software GmbH: www.legep-software.de.

2 Allgemeine Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen des Lebenszyklus bzw. der Lebenszykluskosten von Bauwerken dargestellt. Es sind alle wichtigen Begriffe und Definitionen des Themas erläutert. Da in der Literatur eine Vielzahl an Auslegungen des Begriffs „Lebenszyklus“ vorhanden ist, kann nur auf einige wenige, aber unserer Meinung nach treffende eingegangen werden. Zusätzlich werden Normen der österreichischen und deutschen Normungsinstitute zitiert.

Bevor nun die Grundlagen behandelt werden, noch ein interessantes Zitat bezüglich der Nachhaltigkeit von Immobilien (Richard Weller – Geschäftsführer „makon GmbH & Co KG“): *„Gebäude sind in der Form zu konzipieren, planen, bauen und betreiben, dass sie die Bedürfnisse der heutigen Nutzer befriedigen, ohne dabei die Chancen künftiger Nutzer und der Umwelt zu gefährden.“*⁴

2.1 Lebenszyklus von Bauwerken

*„Die Bauqualität bezieht sich auf den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes und endet nicht mit seiner Fertigstellung. Die anspruchsvollen Nachhaltigkeitsziele und auch die Fähigkeit der Unternehmen, aktiv neue Märkte zu gestalten, sind nur mit einer neuen Qualitätsorientierung erreichbar. Qualität und Preis sind über den Lebenszyklus von Bauwerken betrachtet kein Gegensatz. Der rechtliche Rahmen soll marktkonforme Anreize für eine stärkere Orientierung an Nachhaltigkeit und am Lebenszyklus setzen. Der Staat und auch private Unternehmen sollen eine Vorreiterrolle beim nachhaltigen Bauen mit hoher Produkt- und Gestaltungsqualität übernehmen.“*⁵

Der Lebenszyklus von Immobilien lässt sich in mehrere Phasen unterteilen: ⁶

- 1) Bedarfsermittlung und Planung
- 2) Herstellung und Inbetriebnahme
- 3) Nutzung
- 4) Verwertung

⁴ Weller: www.facility-management.de, Ist ÖPP per se schon nachhaltig?, 13-07-2012.

⁵ Zentralverband Deutsches Baugewerbe et al.: Leitbild Bau, www.gefma.de, 03-2009.

⁶ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 31-34.

In Abb. 2.1 sind die Phasen des Lebenszyklus dargestellt.

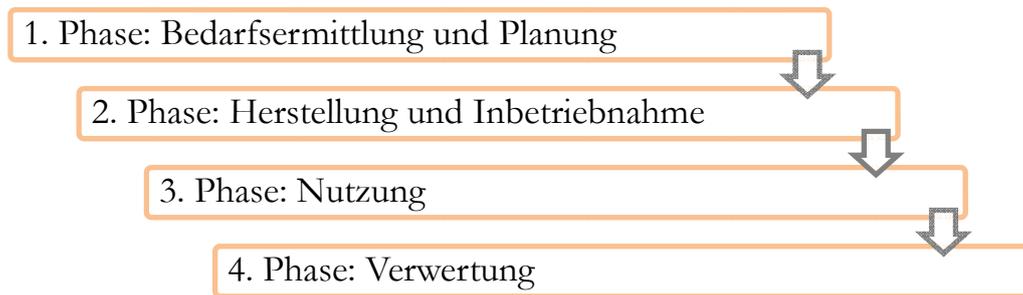


Abb. 2.1: Phasen im Lebenszyklus von Bauwerken

2.1.1 Phase 1: Bedarfsermittlung und Planung

Bedarfsermittlung

Für die Bedarfsermittlung ist es wichtig, eine Standort- und Wirtschaftlichkeitsanalyse durchzuführen bzw. ein Bedarfsprofil zu erstellen.

Die Standortanalyse erfolgt normalerweise vor dem Kauf des Grundstückes; sie gewichtet die einzelnen Lage-Faktoren. Entscheidend sind vor allem die Makro- und Mikrostandortfaktoren. Zu den Makrostandortfaktoren zählen unter anderem die Anfrage- und Nachfragestruktur. Im Gegensatz dazu gehören zu den Mikrostandortfaktoren z.B. die Verkehrsanbindung, Lage, Topographie und Bodenbeschaffenheit. Kurz gesagt: „Informationen sammeln, gewichten und auswerten.“

Das Ziel der Wirtschaftlichkeitsanalyse ist eine erste, grobe Kostenschätzung für das Projekt. Die Kosten können aus Richtwerten vergangener Projekte ermittelt werden. Aber nicht nur die Baukosten, sondern auch die Folgekosten sind zu betrachten. Diese können unter anderem mittels Fachbücher bzw. Software des BKI ermittelt werden. Das BKI stellt eine Kostenplanungs-Software bzw. Fachbücher für Baukosten und Nutzungskosten zur Verfügung. Da es sich hier nur um grobe Kostenkennwerte handelt, muss man bei der Präsentation der Zahlen nach außen hin sehr behutsam umgehen. Besser einen höheren Wert nennen, als einen viel zu niedrigen. In weiterer Folge bedeutet dies, Reserven sind unbedingt einzuplanen.

Beim Bedarfsprofil wird versucht, zu einer konkreten Projektidee auch das passende Grundstück zu finden.⁷

⁷ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 48-57.

In der Bedarfsermittlungsphase liegt eine große Entscheidungsfreiheit vor. Hier werden die Grundlagen für die finanziellen, energetischen und ökologischen Auswirkungen der Immobilie geschaffen. Die Möglichkeit, die Lebenszykluskosten zu steuern, ist in dieser Phase am größten und nimmt mit fortschreitender Planung deutlich ab.⁸ Dieses Prinzip, ist in der folgenden Abb. 2.2 gut zu sehen.

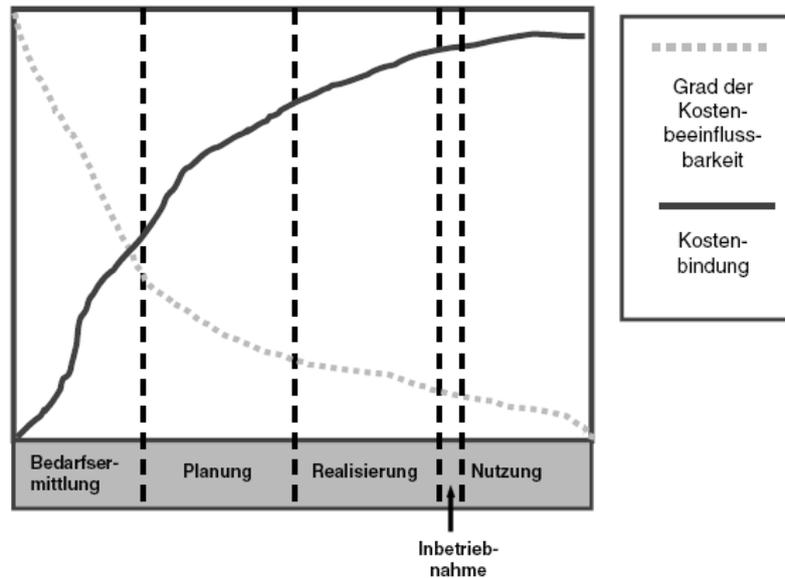


Abb. 2.2: Kostenbeeinflussbarkeit⁹

Planung

Zur Planungsphase zählen die Entwurfsplanung, Einreich- bzw. Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung und Werksplanung (u.a. Schalung, Bewehrung). Auch die Tragwerksplanung, Planung der technische Gebäudeausrüstung, Ausschreibung und Vergabe gehören zu dieser Phase. Damit werden die Errichtungs- und die Nutzungskosten zu einem großen Teil festgelegt.¹⁰

Um ein Projekt erfolgreich durchzuführen, ist das Einschalten eines **Bauprojektmanagements** schon am Beginn der Planungsphase unumgänglich. „Gerade die oft komplexen und umfangreichen Projekte im Baubereich, die unter hohem Termin- und Kostendruck bei gleichzeitig begrenzten Kapazitäten abgewickelt werden müssen, erfordern einen hohen Planungs- und Koordinierungsaufwand, der durch die Organisations- und Führungskonzepte des Projektmanagements wesentlich erleichtert wird.“¹¹

Ein weiterer Garant für eine gelungene lebenszyklusorientierte Planung ist die sogenannte **integrale Planung**. Integrale Planung bedeutet „das simultane und interdisziplinäre Zusammenspiel

⁸ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 23.

⁹ Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 36.

¹⁰ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 58.

¹¹ Jodl: Betriebsorganisation und Bauprojektmanagement 3, 2011, S 105.

*kreativer Leistungen aller am Planungsprozess Beteiligten“.*¹² Die steigende Komplexität der Immobilien und die dadurch entstehende Anzahl an Problemen können bzw. konnten nicht mehr durch die konventionelle serielle Planung gelöst werden. Bei der integralen Planung steht das gesamte Planungsteam zu Beginn des Projektes fest. Zusätzlich werden die Bauherrenvertreter in alle Entscheidungen mit eingebunden. Auch bauausführende Unternehmen sollten mit ihrem Fachwissen schon in einer frühen Planungsphase beratend zur Seite stehen. Eines der größten Hindernisse dieser Planung ist der Einsatz von unterschiedlichen Software-Paketen. Auch heute noch verwendet jeder Planer seine eigene Software und daraus ergeben sich oft große Kompatibilitätsprobleme. Zum einen verursacht die Doppeleingabe einen Zeitverlust und zum anderen entstehen bei Änderungen langwierige Kommunikationswege, die häufig zu Fehlern führen. Das bedeutet: eine einheitliche Softwarelösung ist entscheidend. Diese Software sollte alle Planungsphasen bzw. Lebensphasen der Immobilie unterstützen. Die beteiligten Planer (u.a. Architekt, Tragwerksplaner, Kalkulanten, Planer der TGA) arbeiten mit demselben Programm auf einer zentralen Datenbank.¹³ Beispiele für Software-Pakete, die eine integrale Planung ermöglichen, sind unter anderem Autodesk Revit Architecture und Nemetschek Allplan unter Einbindung einer Lebenszykluskosten-Software (z.B. LEGEP).

Ein weiterer möglicher Ansatz, um den Lebenszyklus von Immobilien in den Vordergrund zu rücken, wäre bei einem Wettbewerb Architekten mit Erfahrungen im Bereich der lebenszykluskostenorientierten Planung zu bevorzugen. Es ist sinnvoll, einen Teil der Honorare für Planer auf Basis der Lebenszykluskosten zu berechnen. Ein Bonus- und Malussystem könnte hier eingeführt werden, um einen Anreiz zu schaffen.¹⁴

Bei der Ausschreibung des Projektes können über bestimmte Eignungskriterien, in Bezug auf die Kenntnisse mit einer lebenszyklusorientierten Bauausführung, schon ungeeignete Bieter ausgeschlossen werden. Beispiele für solche Kriterien wären u.a. Erfahrungen im Passivhausbau oder Erfahrungen mit der Installation einer komplexeren technischen Gebäudeausrüstung. Auch die Zuschlagskriterien sind an die Gegebenheiten anzupassen. Mindestanforderungen werden ausgeschrieben und die Bieter verbessern nach Möglichkeit diese Anforderungen. Dadurch verringern sich die Nutzungskosten. Beispiele: Verringerung des U-Wertes der Außenwände oder Verwendung eines Fußbodens mit geringerem Reinigungsaufwand. Das **Angebot** mit den **geringsten Lebenszykluskosten** soll den **Zuschlag** bekommen.

¹² ATP Planungs- und Beteiligungs-AG: www.atp.ag, 04-03-2012

¹³ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 78-80.

¹⁴ vgl. Leutgöb, Benke: Energie und Umwelt im Lebenszyklusspiegel von Gebäuden, 2000, S. 14-18.

2.1.2 Phase 2: Herstellung und Inbetriebnahme

Herstellung

In der Herstellungsphase wird der planerische Entwurf umgesetzt. Hier entsteht ein **Spannungsfeld** zwischen den **Planern und Bauausführenden**. Der vorgegebene Kosten-, Qualitäts- und Terminrahmen muss eingehalten werden. Die Informationen sind laufend zu aktualisieren.

Auf Bauherrnseite hat das Bauprojektmanagement auf die Einhaltung der zuvor genannten Faktoren zu achten. Auf der Seite des Bauunternehmens ist der Bauleiter dafür zuständig auf mögliche Bauzeitverzögerungen, Kostenüberschreitungen und Veränderungen ehestens hinzuweisen. Soll-/Ist-Vergleiche sind während der gesamten Bauphase durchzuführen, dies erfordert eine genaue Baudokumentation. Die **Dokumentation** wird oft zu wenig honoriert und dadurch oft vernachlässigt. Somit entstehen Dokumentationslücken und nach Fertigstellung des Objektes kommt es dann von beiden Seiten zu unterschiedlichen Auffassungen.

Entscheidend für mögliche Umplanungen zu einem späteren Zeitpunkt ist auch eine geregelte Weitergabe der Planungsdaten an den Betreiber der Immobilie. Die CAD-Dateien sind so aufzubereiten, dass sie auch nach etlichen Jahren noch verwendet werden können. Dies ist bereits zu Beginn der Planung zu beachten, da die Weitergabe oft auch Vertragsbestandteil ist.¹⁵

Jede gewählte Baumethode bzw. jeder geplanter Baustoff ist auf die Einsatztauglichkeit (Baubarkeit), Unterhaltungsmöglichkeit, Reparaturmöglichkeit, Kontrollmöglichkeit sowie Demontier- und Ersetzbarkeit zu kontrollieren. Folgende Ziele des dauerhaften Konstruierens sind zu unterscheiden:¹⁶

- ◆ Lebensdauer maximieren
- ◆ Stoffflüsse minimieren
- ◆ Weiterverwendbarkeit ermöglichen
- ◆ Rückbaufähigkeit maximieren

Inbetriebnahme

Die Phase der Inbetriebnahme beginnt nach der Baufertigstellung. Abnahme und Übergabe sind die zwei zentralen Themen dieser Phase. Auch mögliche Gewährleistungsansprüche sind hier einzufordern und etwaige Mängelbehebungen durchzuführen. Es ist empfehlenswert, sich einen

¹⁵ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 75-82.

¹⁶ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 25-26.

Kalender mit allen Terminen betreffend Gewährleistung zu erstellen. Zusätzlich beginnt die Nutzungsphase der Immobilie.

Eine geordnete Abnahme erfolgt mittels Protokoll. Die technischen Anlagen sind vor der Übergabe mittels Probetrieb zu testen. Es geht um die Herstellung der Betriebsbereitschaft des gesamten Gebäudesystems. Oft werden diese Arbeiten nicht mit der notwendigen Sorgfalt durchgeführt, dies kann während der Nutzungsphase zu betrieblichen Problemen führen.

Spätestens bei der Übergabe der Immobilie sind die Bestandspläne und die gesamten vertraglichen Dokumente zu übergeben, bestmöglich in Papier- und digitaler Form.¹⁷

Es ist nicht möglich, alle Eigenschaften von Immobilien bei der Übergabe zu kennen. Daher hat die Optimierung des Betriebs von Bauwerken im ersten Betriebsjahr zu erfolgen.¹⁸

2.1.3 Phase 3: Nutzung

Die Phase der Nutzung ist mit Abstand bei (fast) allen Immobilien die Längste.

In der Nutzungsphase sind die folgenden fünf Hauptaufgaben zu unterscheiden:¹⁹

- ◆ Flächenmanagement
 - Flächenorganisation (Reserven)
 - Raumbuch (Erstellung, Verwaltung)
- ◆ Infrastrukturelles Gebäudemanagement
 - Gebäudedienste (Hausmeister, Reinigung, Entsorgung, Winterdienst)
 - Bürodienste (Sekretariat, Archiv)
 - Verpflegung
- ◆ Kaufmännisches Gebäudemanagement
 - Buchhaltung
 - Controlling
 - Vermietung
- ◆ Rechtliches Gebäudemanagement
 - Vertragsabschluss
 - Mahnwesen
 - Steuerrechtliches Gebäudemanagement

¹⁷ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 84-96.

¹⁸ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 26.

¹⁹ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 112.

- ◆ Technisches Gebäudemanagement
 - Instandhaltung (Wartung, Instandsetzung)
 - Energiemanagement
 - Bautechnik

In der Praxis geht es darum, die Nutzungskosten zu ermitteln bzw. Kosteneinsparungspotentiale zu finden, siehe dazu Kapitel 2.2.

Flächenmanagement

Hauptaufgabe des Flächenmanagements ist die Bestandsaufnahme betreffend Struktur, Zusammensetzung und Belegung. Es sind nicht nur die Gebäudeflächen, sondern auch die Freiflächen zu betrachten. Ziel des Flächenmanagements ist es, die optimale Ausnutzung der gesamten Flächen zu finden. Ein wichtiger Kennwert ist das Verhältnis von Hauptnutzfläche zur Brutto-Grundfläche.²⁰

Infrastrukturelles Gebäudemanagement

Das Infrastrukturelle Gebäudemanagement beschäftigt sich mit der Betreuung der Immobilie und Nutzer. Es geht um die Durchführung von Dienstleistungen, wie unter anderem Reinigung, Bewachung, Pflege, Entsorgung oder Winterdienst.²¹

Kaufmännisches Gebäudemanagement

Beim Kaufmännischen Gebäudemanagement geht es vorwiegend um die finanziellen Vorgänge der Immobilie. Hauptthema ist die Wirtschaftlichkeit.²²

Rechtliches Gebäudemanagement

Das Rechtliche Gebäudemanagement hat durch den hohen Anteil an Outsourcing im Bereich des Facility Managements in den letzten Jahren zugenommen. Die Vertragsgestaltungen werden immer komplexer. Darunter fallen z.B. Versicherungs-, Wartungs-, Mietverträge, Mahnwesen und steuerrechtliche Belange.²³

²⁰ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 216.

²¹ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 185.

²² vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 117.

²³ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 289.

Technisches Gebäudemanagement

Zu dem Hauptbereich des technischen Gebäudemanagements zählt vor allem die Instandhaltung. Auch das Energiemanagement und alle Belange, welche die Bautechnik betreffen, fallen in diesen Bereich.²⁴

Eine Immobilie ohne Instandhaltung würde relativ schnell zu einem Unterschreiten der Schwellwerte bezüglich Gebrauchstauglichkeit oder Sicherheit führen. Durch eine regelmäßige Instandhaltung wird dieser Verlauf verlangsamt. In der Theorie könnte dadurch ein Gebäude auf unbeschränkte Zeit genutzt werden.²⁵

Das europäische Normungsinstitut definiert die Instandhaltung folgendermaßen: *„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustandes dient, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.“*²⁶

Die deutsche Norm „E DIN 31051“ gliedert die Instandhaltung in folgende vier Bereiche:

◆ **Wartung**

*„Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats.“*²⁷

Wartung bezeichnet alle Maßnahmen, welche die Bewahrung des Soll-Zustandes positiv beeinflussen. Beispiele hierfür sind unter anderem das Schmieren, Justieren und Kalibrieren von Maschinen.²⁸

◆ **Inspektion**

*„Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes einer Einheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung.“*²⁹

Inspektion beinhaltet alle Tätigkeiten, die den aktuellen Zustand der Elemente feststellen und bewerten. Danach werden die nächsten Schritte bestimmt.³⁰ Beispiele: Untersuchung einer Stahlkonstruktion auf gelockerte Verbindungen, Lagerbeurteilung einer Brücke.

²⁴ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 242.

²⁵ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 34.

²⁶ ÖNORM EN 13306: Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung, 10-2010, S. 5 oder

E DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, 12-2011, S. 4.

²⁷ E DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, 12-2011, S. 5.

²⁸ vgl. Schenk: Instandhaltung technischer Systeme, 2010, S. 23.

²⁹ E DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, 12-2011, S. 5.

³⁰ vgl. Hochreiner: Wert der Instandhaltung, 2011, S. 3.

◆ Instandsetzung

„Physische Maßnahme, die ausgeführt wird, um die Funktion einer fehlerhaften Einheit wiederherzustellen.“³¹

Durch eine Instandsetzung wird eine Komponente des Elements dahingehend verändert, dass der funktionsfähige Zustand wiederhergestellt wird, jedoch auf ein Niveau, ohne jegliche Verbesserung.³²

◆ Verbesserung

„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Steigerung der Zuverlässigkeit und/oder Instandhaltbarkeit und/oder Sicherheit einer Einheit, ohne ihre ursprüngliche Funktion zu ändern.“³³

In den Bereich einer Verbesserung fällt unter anderem die Beseitigung einer Schwachstelle durch eine konstruktive Veränderung von Komponenten.³⁴

In Abb. 2.3 ist leicht zu erkennen, weshalb eine ordnungsgemäße Instandhaltung unumgänglich ist. Jedes (Bau)Element besitzt einen bestimmten Abnutzungsvorrat, dieser Vorrat verringert sich mit fortschreitender Nutzung bis zu einer bestimmten Abnutzungsgrenze. Spätestens hier sollte mittels geeigneten Maßnahmen gegengesteuert werden. Diese bezeichnet man als Verbesserung und Instandsetzung. Um die Grenze ausnutzen zu können, sind die Elemente regelmäßig zu warten und zu inspizieren. Erfolgt dies nicht, kann bzw. wird es zu einem Ausfall kommen.

Eine mögliche Verbesserung ist auf ihre technische Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit zu überprüfen. Ist eine solche Maßnahme auszuschließen, so besteht lediglich die Möglichkeit einer Instandsetzung. Aber auch diese ist auf ihre Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Sollte auch die Instandhaltung als unwirtschaftlich erscheinen, dann ist dieses Element auszumustern.

Der tatsächliche Instandhaltungsaufwand bzw. die Instandhaltungskosten sind zunächst relativ gering und steigen erst mit zunehmendem Alter der Immobilie an. Dies liegt einerseits an allgemeinen Kostensteigerungen (Inflation) und andererseits zum größten Teil daran, dass mit fortschreitendem Alter des Objekts der Instandhaltungsbedarf zunimmt. Bei gewerblichen Immobilien liegt der jährliche Instandhaltungssatz bei ungefähr 0,5 bis 2,0% des Neubauwertes. Der absolute Betrag liegt oft zwischen 10,00 und 15,00 €/m²/Jahr bezogen auf die Nutzfläche. Leider tritt in der Praxis die Instandhaltung oftmals ungeplant ein und dadurch entstehen unnötige Kos-

³¹ E DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, 12-2011, S. 6.

³² vgl. Schenk: Instandhaltung technischer Systeme, 2010, S. 24.

³³ E DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, 12-2011, S. 6.

³⁴ vgl. Hochreiner: Wert der Instandhaltung, 2011, S. 3.

ten. Ungefähr 12,5% der Bauelemente einer Immobilie verursachen über 50% der Instandhaltungskosten.³⁵

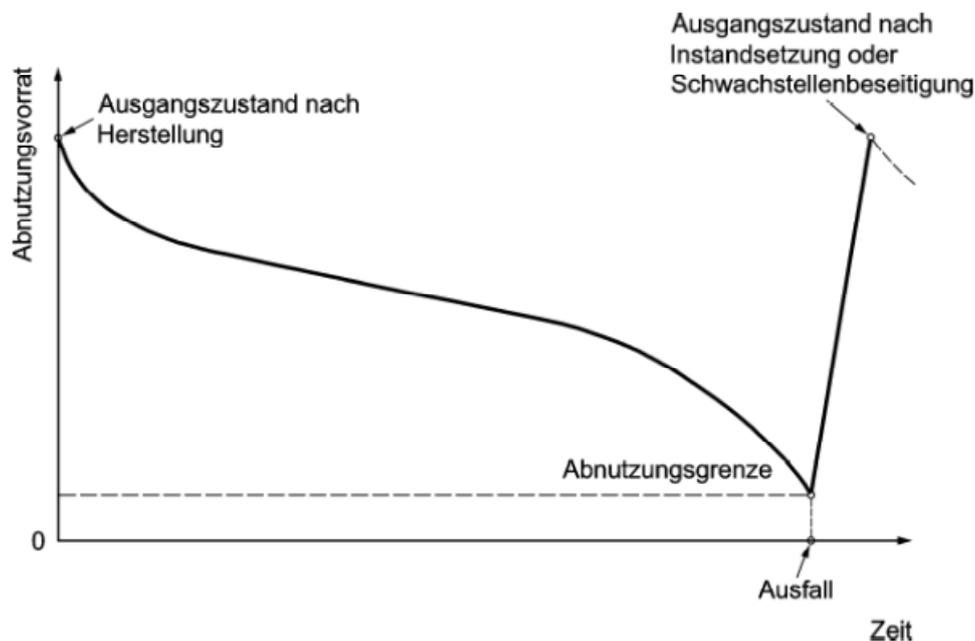


Abb. 2.3: Darstellung der Abnutzung³⁶

(Technische) Lebensdauer von Immobilien

Allgemein ist die (technische) Lebensdauer des konstruktiven Tragwerks kaum beschränkt. Problematischer sind dagegen Gebäudehülle und Ausbausystem, da die Gebäudehülle den äußeren Einwirkungen dauerhaft ausgesetzt ist und der Ausbau fortwährend genutzt wird. Eine richtige Materialwahl ist unumgänglich. Technische Anlagen haben eine noch kürzere Lebensdauer. Ein Grund hierfür ist die schnelle Weiterentwicklung. Die ordnungsgemäßen Instandhaltungszyklen sind in allen Bereichen einzuhalten.

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob es sich um ein temporäres Gebäude (\ll 50 Jahre) oder um ein langlebiges Gebäude (\gg 50 Jahre) handelt:³⁷

- ◆ Merkmale eines temporären Gebäudes:
 - Tragwerk vollständig demontierbar ausführen
 - Konstruktive Elemente wieder verwenden
 - Laufende Anpassung des Gebäudes ermöglichen

³⁵ vgl. Bienert, Funk: Immobilienbewertung Österreich, 2009, S. 354-355.

³⁶ E DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, 12-2011, S. 8.

³⁷ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 35-36.

- ◆ Merkmale eines langlebigen Gebäudes:
 - Tragwerk mit einer Lebensdauer von mehr als 100 Jahre ausführen
 - Außenhülle und Innenwände mit einer Lebensdauer von mehr als 40 Jahre ausführen
 - Ausbauteile zerstörungsfrei austauschbar und rückbaubar ausführen
 - Vorausplanung für kommende Erneuerungen (Lebenszyklusmanagementplan)

Die (technische) Lebensdauer einer Immobilie ist vor allem von den verwendeten Baustoffen und der Bauausführungsqualität abhängig. Zusätzlich spielt der Standort (Umwelteinflüsse) eine wesentliche Rolle. Jedem Bauelement ist eine bestimmte Lebensdauer zugewiesen. Diese ist natürlich an eine ordnungsgemäße Wartung und Inspektion gebunden.³⁸ Die (technische) Lebensdauer wird vor allem durch die folgenden materiellen Einflussfaktoren bestimmt:³⁹

- | | |
|--|--|
| ◆ Materialabhängiges Alterungsverhalten | ◆ Luftverschmutzung |
| ◆ Baujahr | ◆ Wind |
| ◆ Bauteilqualität | ◆ Bauwerkverschütterung |
| ◆ Planungsqualität | ◆ Mechanische Belastung |
| ◆ Ausführungsqualität | ◆ Art der Nutzung |
| ◆ Temperatureinwirkung | ◆ Qualität der Instandhaltung |
| ◆ Strahlung | ◆ Instandhaltungsstrategie |
| ◆ Feuchtigkeit | ◆ Instandhaltungsfreundlichkeit des Bauteils |
| ◆ Gegenseitige Beeinflussung von Bauteilen | |

In Tab. 2.1 finden sich einige Beispiele für die durchschnittliche (technische) Lebensdauer von Gebäudekomponenten.

Tab. 2.1: Lebensdauer von Gebäudekomponenten⁴⁰

Gebäudekomponente	(Technische) Lebensdauer [Jahren]
Elektronische Datenverarbeitung (EDV)	~ 3
Möbiliar	~ 10
Beleuchtung	~ 15
Haustechnik	~ 20
Innenausbau	~ 35
Rohbau/Tragwerk	~ 70

³⁸ Grabener Verlag GmbH, www.immobiliens-fachwissen.de, 17-04-2012

³⁹ vgl. Bahr, Lennerts, Endbericht: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, 2010, S. 24-41.

⁴⁰ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 272.

In Abb. 2.4 ist ein Auszug aus dem Arbeitsblatt der BTE-Arbeitsgruppe „Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte“ bezüglich Lebensdauern von Bauteilen zu sehen:



BTE-Lebensdauerkatalog

Die veröffentlichten Tabellenwerte sind Richtwerte, die von Einzelfällen zum Teil weit abweichen können.
Die Vorbemerkungen sind zwingend zu beachten.

Stand: 14.3.2008

Bauteilgliederung [1] [2]		Empfehlung der BTE Arbeitsgruppe			Statistische Auswertungen der... Umfrage BTE Auswertung			bisherigen Ver- öffentlichungen		
]von [3]	MW [4]	bis[[5]]von [6]	MW [7]	bis[[8]]von [9]	MW [10]	bis[[11]
Bauwerk - Baukonstruktion										
1	Gründung									
1.1	Betonfundament	80	100	120						
1.1.1	Einzelfundament		100		67	90	128		90	
1.1.2	Streifenfundament		100		69	90	124		90	
1.1.3	Plattenfundament		100		61	87	117		90	
1.2.	Bauwerksabdichtung erdberührter Bauteile	25	40	60						
1.2.1	gegen nichtdrückendes Wasser		40		25	41	58		40	
1.2.2	gegen drückendes Wasser		40		24	40	56		40	
1.3.	Dränanlagen	25	40	50						
1.3.1	Leitungen		40		22	34	41		30	
1.3.2	Schächte		40		29	42	51		40	
2	Außenwände									
2.0	Außenwände, unbekleidet, sichtbare Konstruktion									
2.0.1	Fachwerk, Holz	20	30	40						
2.0.2	Betonwand	30	55	80						
2.0.3	Sichtmauerwerk	40	60	80						
2.1	Wände und Stützen, bekleidet									
2.1.1	Beton		90		73	88	120		95	
2.1.2	Ziegel		100		80	97	130		93	
2.1.3	Stein (sonstiger)		90		64	92	119		95	
2.1.3a	Porenbeton		80							
2.1.4	Holz hart		75		54	72	84		83	
2.1.5	Holz weich		50		37	48	74		50	
2.2	Bekleidungen tragender Konstruktionen								35	
2.2.1	Klinker, Verblender		90		80	89	130		80	
2.2.2	Vefugung, Sichtmauerwerk		50		38	50	70		48	
2.2.3	Fliesen, Platten		40		28	43	48		40	
2.2.4	Außenputz, mineralisch/organisch	35	50	65	37	47	58		41	
2.2.6	Holz weich		30		22	32	42		35	
2.2.7	Naturstein		70		67	73	109		80	
2.2.8	Faserzement		35		32	46	48		70	
2.2.9	Stahlblech	30	40	50	30	41	48		48	
2.2.10	Kunststoff	25	30	40	25	33	38		45	
2.2.11	Glas		40		32	42	56		40	
2.2.12	Kupferblech		50		34	55	60		50	
2.2.13	Aluminium		50		30	45	50		80	

Abb. 2.4: BTE Lebensdauerkatalog – Zeitwerte⁴¹

⁴¹ vgl. Agethen, Frahm, Renz, Thees: Lebensdauer von Bauteilen – Zeitwerte, 2008, Anhang S. 1.

(Wirtschaftliche) Nutzungsdauer von Immobilien

Als wirtschaftliche Nutzungsdauer wird jener Zeitraum bezeichnet, in dem es wirtschaftlich sinnvoll ist, das Gebäude zu nutzen.⁴²

Allgemein gesagt ist die (wirtschaftliche) Nutzungsdauer geringer als die (technische) Lebensdauer. In der Praxis entscheidet daher vor allem die Wirtschaftlichkeit über die Dauer einer Nutzung der Immobilie. Jedem Gebäude wird schon in der Planungsphase eine bestimmte Nutzungsdauer zugeordnet. Werden Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt oder unterlassen, kann die Nutzungsdauer entweder erhöht oder verringert werden (gleiches gilt für die Lebensdauer).⁴³

Neben den materiellen Einflussfaktoren, welche die (technische) Lebensdauer beeinflussen, gibt es die immateriellen Einflussfaktoren, welche die (wirtschaftliche) Nutzungsdauer verändern. Eine Vorhersage der tatsächlichen Nutzungsdauer von Bauelementen ist nicht möglich. Die immaterielle Alterung ist somit nicht im Bauelement selbst begründet. Folgende Faktoren können dazu führen, dass die Lebensdauer der Bauteile nicht ausgenutzt wird:⁴⁴

- ◆ Funktionale Anforderungen
- ◆ Ästhetische bzw. modische Aspekte
- ◆ Baurechtliche Änderungen (Wärme-, Schall- und Brandschutz)
- ◆ Ökologische Aspekte
- ◆ Wirtschaftlichkeit
- ◆ Technische Weiterentwicklungen
- ◆ Steuerrechtliche Änderungen
- ◆ Abschreibungsmöglichkeiten
- ◆ Förderprogramme

In Abb. 2.5 ist ein Vergleich zwischen der gesamten Nutzungsdauer einer Immobilie und der Nutzungsdauer einzelner Bauteile (X) dargestellt. Auch die Reduktion des Nutzungspotentials im Zusammenhang mit der Nutzungsdauer ist gut zu erkennen.

Die wirtschaftliche Nutzungsdauer einer Immobilie hängt von zahlreichen Faktoren ab. Daher ist eine exakte Ermittlung nicht möglich. In Tab. 2.2 finden sich einige Objekttypen mit ihren möglichen Nutzungsdauern.

⁴² vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 35-36.

⁴³ Grabener Verlag GmbH, www.immobiliien-fachwissen.de, 17-04-2012

⁴⁴ vgl. Bahr, Lennerts, Endbericht: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, 2010, S. 41-43.

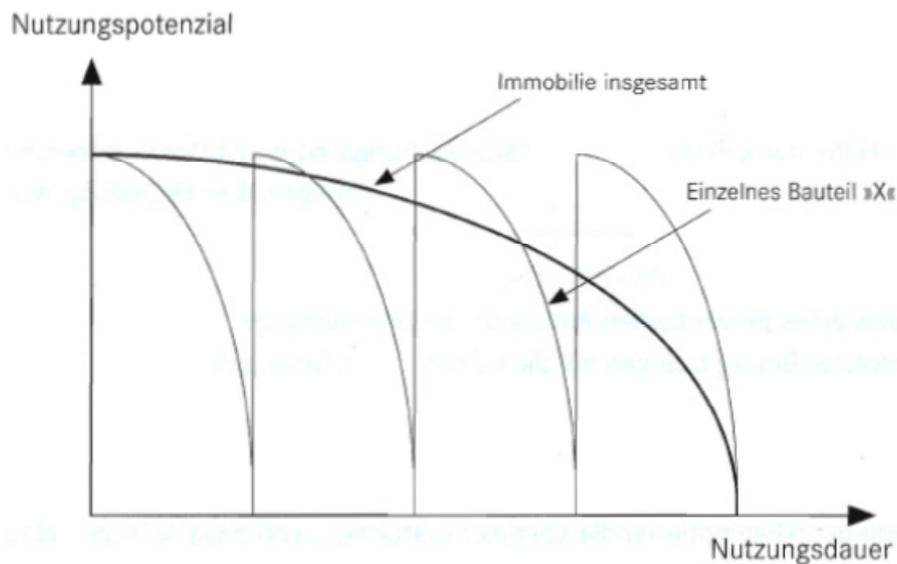


Abb. 2.5: Reduktion des Nutzungspotenzials⁴⁵

Tab. 2.2: Nutzungsdauer nach Objekttypen⁴⁶

Objekttyp	(Wirtschaftliche) Nutzungsdauer [Jahren]
Bürogebäude	40 – 80
Containerbauten	15 – 30
Gewerbegebäude (massiv)	30 – 60
Hallenbauten (massiv)	30 – 60
Hotels	40 – 80
Kirchen	60 – 100
Kläranlagen	25 – 50
Krankenhäuser	50 – 70
Lagerhäuser	20 – 40
Leichtbauten	15 – 30
Schulen	60 – 80
Sportanlagen	30 – 50
Ställe	20 – 50
Wohngebäude – Ortbau (massiv)	70 – 100
Wohngebäude – Fertigteilbau (massiv)	60 – 80

2.1.4 Phase 4: Verwertung

Bei der Verwertung einer Immobilie bewegt man sich im Spannungsfeld von Instandhaltung, Sanierung (Modernisierung), Erweiterung und zuletzt auch Abbruch.⁴⁷

⁴⁵ vgl. Bienert, Funk: Immobilienbewertung Österreich, 2009, S. 355.

⁴⁶ vgl. Bienert, Funk: Immobilienbewertung Österreich, 2009, S. 288-289.

In diesem Unterkapitel wird näher auf die Begriffe Sanierung und Abbruch eingegangen. Welche dieser beiden Möglichkeiten am geeignetsten ist, entscheidet die Wirtschaftlichkeit. Die Erweiterung kann einem (Teil-)Neubau gleichgesetzt werden und wird daher nicht genauer erläutert.

Sanierung (Modernisierung) einer Immobilie

„Unter Bauwerkssanierung versteht man die bauliche technische Wiederherstellung oder Modernisierung eines Bauwerks.“⁴⁸ Mittels Sanierung wird die ursprüngliche Standsicherheit, Funktions- und Betriebsfähigkeit der Immobilie wieder hergestellt. Primär umfasst die Sanierung die Rohbaumaßnahmen. Im Gegensatz dazu beschäftigt sich die Modernisierung mit den geplanten Ausbaumaßnahmen. Oft spielt die Denkmalpflege eine entscheidende Rolle bei der Bausanierung.

Um die Wirtschaftlichkeit einer Sanierung zu bestimmen, ist zwischen materiellem und immateriellem Gebäudewert zu unterscheiden. Unter dem materiellen Gebäudewert versteht man den Verkehrswert bzw. den am Markt erzielbaren Kaufpreis. Er wird im Wesentlichen von der Nutzungsqualität bestimmt. Zusätzlich spielen auch die Verkehrslage, das Wohnumfeld und die Umwelteinflüsse eine Rolle. Der immaterielle Gebäudewert wird meist durch den Denkmalwert bestimmt. Immaterielle Werte können der Alters-, Geschichts-, Symbol- oder Kunstwert sein.⁴⁹

Grundlage für eine gelungene Bausanierung ist eine ordnungsgemäß durchgeführte Bestandsaufnahme und Bauwerksanalyse. Eine ganzheitliche Betrachtungsweise muss im Vordergrund stehen. Die Kombination von „alten“ Baumaterialien mit „neuen“ Baumaterialien stellt oft ein Problem dar. Hier hat im Vorhinein eine Abstimmung zu erfolgen. Dadurch ist bei einem Sanierungsobjekt die Materialwahl eingeschränkter als bei einem Neubau. Weitere Unterschiede zu einem neu zu errichtenden Objekt finden sich im Bereich der Bauphysik oder der Bauablaufplanung. Nach der Bestandsanalyse ist eine Kostenschätzung und daran anschließend eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchzuführen.⁵⁰

Abbruch einer Immobilie

Als Abbruchart kommt heutzutage entweder der **konventionelle Abbruch** oder der **Rückbau** infrage. Wenn eine Sanierung nicht wirtschaftlich erscheint, ist es meist am besten die Immobilie abzurechen. Gründe hierfür wären z.B. eine schlecht erhaltene Bausubstanz, eine zu geringe Raumhöhe oder ein ungünstiges Achsmaß. Normalerweise erfolgt nach dem Abbruch der Neu-

⁴⁷ vgl. Donath: Bauaufnahme und Planung im Bestand, 2008, S. 1.

⁴⁸ Stahr: Bausanierung – Erkennen und Beheben von Bauschäden, 2011, S. 3.

⁴⁹ vgl. Stahr: Bausanierung – Erkennen und Beheben von Bauschäden, 2011, S. 3-6.

⁵⁰ vgl. Moschig: Bausanierung – Grundlagen – Planung – Durchführung, 2008, S. 1-2.

bau einer Immobilie, dadurch lässt sich oft eine wesentlich bessere Flächenausnutzung (Effizienzsteigerung) erzielen. Auch ein Abbruch benötigt eine detaillierte Planung. Bevor mit diesen Arbeiten begonnen werden kann, müssen alle gebäuderelevanten Daten aufgenommen werden. Die möglicherweise auftretenden Altlastenprobleme dürfen dabei nicht außer Acht gelassen werden.⁵¹

Daher ist schon während der Projektentwicklung auf einen möglichen Abbruch bzw. Rückbau Rücksicht zu nehmen. Üblicherweise sind folgende Grundsätze einzuhalten:⁵²

- ◆ Widerverwendbarkeit von Bauteilen bzw. Einbauten
- ◆ Verwendung von Recycling-Baustoffen
- ◆ Bevorzugung abfallarmer Konstruktionen
- ◆ Reduktion der Materialvielfalt
- ◆ Modularer Aufbau der Bauwerke
- ◆ Demontagerechte Baustruktur und Verbindungstechnik
- ◆ Kennzeichnung wertvoller bzw. schädlicher Werkstoffe

Jedoch steckt die Lebenszyklusbetrachtung bei Bauwerken noch in den Kinderschuhen. Die heute neu entstehenden und nach dem Prinzip der Lebenszyklusbetrachtung geplanten Gebäude werden erst in einigen Jahrzehnten rückgebaut. Erst dann wird es möglich sein, einen realistischen Wert bezüglich einer möglichen Kostenreduktion anzugeben.

Beim Rückbau ist ein komplexeres Tätigkeitsspektrum abzudecken als beim konventionellen Gebäudeabbruch. Eine grundlegende Rückbaustrategie ist auszuarbeiten. Es sind Demontagestufen festzulegen und ein Demontageplan zu entwerfen. Die Strategie hat unter anderem folgende Punkte zu enthalten: Ablauforganisation auf der Baustelle, Art, Menge und Zeitpunkt der zur Demontage auf der Baustelle bereitzustellenden Ressourcen und voraussichtliche Demontage- und Entsorgungskosten. Ein wichtiger Schlüssel zu einem durchdachten Rückbau ist die stoffliche Erfassung des Bauwerkes im Rahmen einer Gebäudediagnose.⁵³ Durch einen gezielten Rückbau lässt sich eine weitgehende Sortenreinheit der demontierten Baustoffe erzielen. Damit sind die Voraussetzungen für einen hochwertigen Wiedereinsatz als Sekundärbaustoffe getroffen.⁵⁴

⁵¹ vgl. Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 414-416.

⁵² vgl. Rechberger: Urbaner Stoffhaushalt, 2010

⁵³ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 28-29.

⁵⁴ vgl. Scheibengraf, Reisinger: Abfallvermeidung und -verwertung: Baurestmassen, 2005, S. 38-42.

Die Anzahl der Demontage- bzw. Rückbaustufen hängt von der Materialvielfalt ab. Schadstoffhaltige Bauteile (Asbestbauteile, teerhaltige Baustoffe) sind unbedingt in einer eigenen Rückbaustufe zu demontieren.

Folgende Rückbaustufen können unterschieden werden:⁵⁵

- ◆ In der ersten Rückbaustufe werden in Handarbeit Bauelemente ausgebaut. Diese können unter Umständen wiederverwendet werden.
 - Technische Gebäudeausrüstung
 - Heizkörper
 - Sanitärarmaturen
 - Trennwände (demontierbar)
- ◆ In der zweiten Rückbaustufe werden wiederverwendbare Bauelemente demontiert, die nachträglich zu reinigen sind.
 - Türen
 - Fenster
 - Kabel
 - Bodenbeläge
 - Decken- und Wandverkleidungen
- ◆ In der dritten Rückbaustufe werden recyclebare Bauelemente demontiert. Diese Baustoffe können als Sekundärrohstoffe verwendet werden.
 - Dachstuhl
 - Stahlkonstruktionen
 - Gläser aller Art
 - Fassade
 - Metalle aller Art
- ◆ In der vierten Rückbaustufe werden alle Bauelemente abgebaut, die nicht zum Rohbau gehören.
 - Dämmmaterialien
 - Innenausbauelemente
- ◆ In der fünften und letzten Rückbaustufe ist der Rohbau konventionell abzureißen. Die Baumaterialien sollten gezielt sortiert werden (u.a. Beton unbewehrt, Stahlbeton, Porenbeton, Mauerwerk).

⁵⁵ vgl. Scheibengraf, Reisinger: Abfallvermeidung und –verwertung: Baurestmassen, 2005, S. 38-42.

Regelungen zum Abriss bzw. Rückbau findet man in der Werkvertragsnorm ÖNORM B 2251 Abbrucharbeiten (Ausgabe: 01.08.2006) und anknüpfend zur Norm in dem Leitfaden „Verwertungsorientierter Rückbau – Ein Leitfaden für Bauherren und Ausführende“, der vom Österreichischen Baustoff-Recycling Verband (ÖBRV 1996) herausgegeben wird.

Nach dem Abriss endet der Lebenszyklus der Immobilien. Während der „alte“ Lebenszyklus noch nicht zu Ende ist, hat meist schon ein „neuer“ Lebenszyklus und zwar mit der Projektentwicklung einer Neubau-Immobilie begonnen.

2.2 Lebenszykluskosten von Bauwerken

2.2.1 Allgemeines

Besonders bei Immobilien sind Kosten ein heikles, aber immens wichtiges Thema. Es sind große Geldsummen für deren Errichtung, Nutzung und Abbruch aufzubringen. Im Allgemeinen gilt dabei der Grundsatz, dass höhere Investitionskosten während der Nutzungsphase geringere Folgekosten verursachen. Es sind sich viele Bauherren nicht im Klaren, welche Konsequenzen in der Phase der Objektnutzung getragen werden müssen, wenn ein Projekt in der Planung und Herstellung kaputtgespart wird. Um sich mit Lebenszykluskosten beschäftigen zu können, sind zuerst einige dafür relevante Begriffe zu erläutern.

Kosten

Allgemein bezeichnet man Kosten als den monetär bewerteten Einsatz von Gütern und Dienstleistungen.

Folgende Kosten können unterschieden werden:⁵⁶

- ◆ Arbeitskosten: Löhne, Gehälter, sonstige Personalkosten
- ◆ Materialkosten: Baustoffe, Bauhilfsstoffe, Baubetriebsstoffe
- ◆ Kapitalkosten: Abschreibungen, Zinsen
- ◆ Fremdleistungskosten: Fremdarbeiterkosten, Subunternehmerkosten
- ◆ Sonstige Kosten: Steuern, Abgaben

⁵⁶ vgl. Gebhart: Baukostensystematik, 2012, S. 12.

Lebenszykluskosten

Grob umschrieben handelt es sich bei Lebenszykluskosten um solche Kosten, welche durch Auszahlungen während der verschiedenen Lebensphasen eines Objektes entstehen.

*„Unter Lebenszykluskosten versteht man alle relevanten Kosten, die mit dem Erwerb oder Besitz eines Guts verbunden sind und für eine Berechnung systematisch zu erfassen sind. Diese Definition beinhaltet implizit den kompletten Lebenszyklus des Guts.“*⁵⁷

Eine immer noch gültige Definition aus dem Jahre 1984 stammt von Wübbenhorst: *„Lebenszykluskosten bezeichnen die totalen Kosten eines Systems während seiner gesamten Lebensdauer.“*⁵⁸ Diese Aussage ist sehr allgemein gehalten und anwendbar auf ein breites Spektrum.

Die ÖNORM B 1801-2 versteht unter Lebenszykluskosten die *„Summe (der Barwerte) der Objekt-Errichtungskosten gemäß ÖNORM B 1801-1 und der Objekt-Folgekosten“*.⁵⁹

Die GEFMA (German Facility Management Association) 220 grenzt den Begriff Lebenszykluskosten folgendermaßen ab: *„Lebenszykluskosten stellen die Summe aller über den Lebenszyklus von Facilities anfallenden Kosten (Kosten im Hochbau, Projektkosten, Nutzungskosten und Leerstandskosten) dar.“*⁶⁰

Neben dem Begriff Lebenszykluskosten existieren auch noch andere Synonyme, wie z.B. Projektgesamtkosten, Totalkosten und Gesamtlebensdauerkosten.⁶¹

Abb. 2.6 ermöglicht einen groben Überblick über die Zusammensetzung der Lebenszykluskosten eines durchschnittlichen Bürobaus. Auffallend sind hierbei die großen Kostenanteile für die Erhaltung und die Energie des Gebäudes.

Der Kostenverlauf, betrachtet über den Lebenszyklus einer Immobilie, ist in Abb. 2.7 ersichtlich. Weiters ist in dieser Grafik erkennbar, dass neben den Kosten für den Gebäudebetrieb zusätzliche Aufwendungen für Abbruch und Entsorgung der Immobilie in der End-of-Life-Phase entstehen.

⁵⁷ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 13-14.

⁵⁸ Wübbenhorst: Konzept der Lebenszykluskosten, 1984.

⁵⁹ ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten, 2011, S. 4.

⁶⁰ GEFMA 220-1: Lebenszykluskosten-Ermittlung FM – Einführung und Grundlagen, 2010, S. 3.

⁶¹ vgl. Pelzeter: Lebenszykluskosten von Immobilien, 2006, S. 32.

Mit den **Planungskosten**, rund **2%** der **Totalkosten**, können die restlichen **98%** der **Kosten** gesteuert werden.

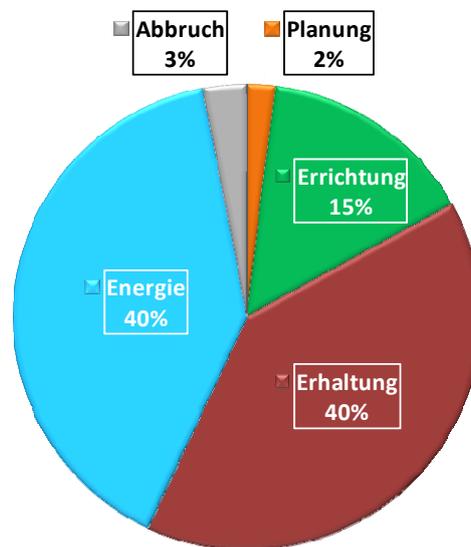


Abb. 2.6: Aufteilung der Lebenszykluskosten eines durchschnittlichen Bürogebäudes⁶²

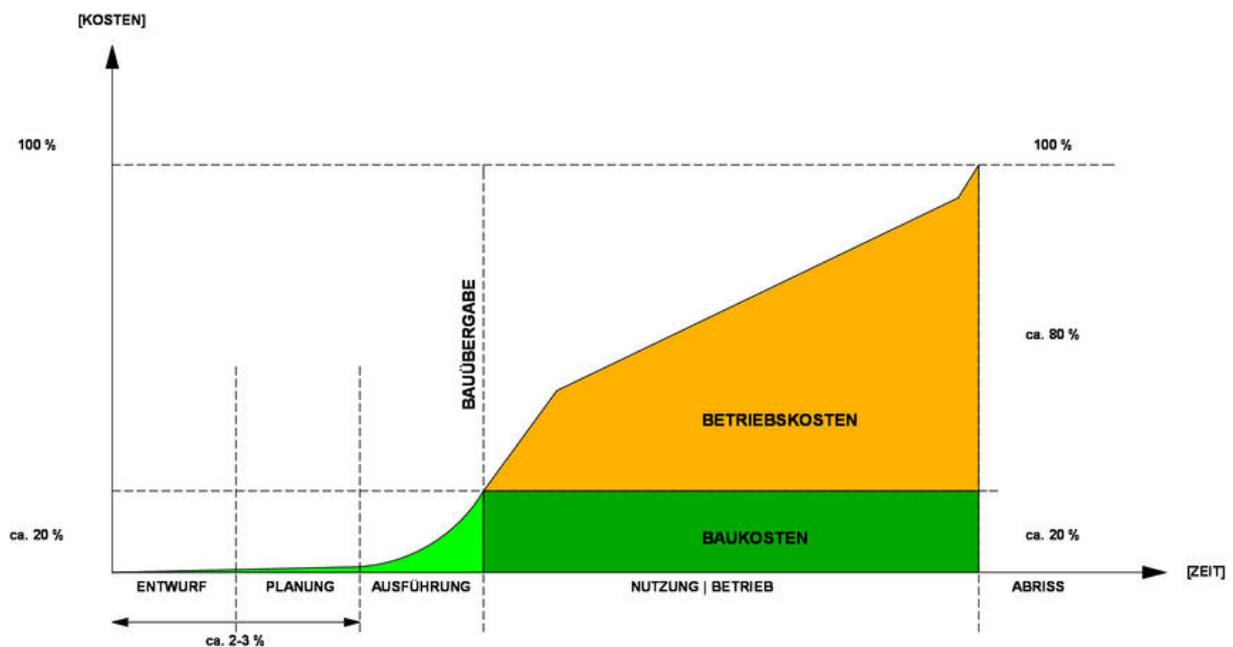


Abb. 2.7: Kostenverlauf betrachtet über den Lebenszyklus einer Immobilie⁶³

Ökonomische Nachhaltigkeit

Oberstes Ziel für einen Investor bzw. Nutzer ist eine langfristige Leistbarkeit, bei einem vorgegebenen und erfüllten Nutzungsprofil. Um dies zu erreichen, gilt es die Errichtungskosten pro m² und die Folgekosten pro m² zu optimieren. Durch eine ganzheitliche Kosten-Nutzen-

⁶² adaptiert n. Langer: www.noe-gestalten.at, 12-04-2012.

⁶³ tatendräng | architektur: www.tatendräng.at, 12-04-2012.

Betrachtung wird erstens der Nutzen erhöht und zweitens werden Kosten gespart. Besonders auf Folgekostentreiber ist ein erhöhtes Augenmerk zu legen.⁶⁴

Beachtung der Lebenszykluskosten

Inwiefern die Lebenszykluskosten betrachtet werden, hängt stark davon ab, ob der Investor die Immobilie nach der Fertigstellung verkaufen oder nutzen will. Ist der Nutzer jemand anderer, so stehen für ihn meist nur die Errichtungskosten im Vordergrund. Dies führt zwangsläufig auch zu höheren Folgekosten. Solange der Nutzer während der Kaufentscheidung kein Augenmerk auf diese Nutzungskosten legt bzw. keine Möglichkeit hat, diese abzuschätzen, wird der Investor (wenn er die Immobilie nach deren Fertigstellung verkauft) die niedrigsten Errichtungskosten anstreben. Es sind daher Anreize zu schaffen, damit die Lebenszykluskosten eine stärkere Beachtung finden. Dies kann u.a. über ein Zertifikat erfolgen, womit jeder potentielle Käufer schnell und grob die Gesamtkosten abschätzen kann.⁶⁵

Wie wichtig die Beachtung der Objekt-Folgekosten ist, zeigt Abb. 2.8. Diese Grafik stellt den Zusammenhang verschiedener Gebäudearten bezüglich der Überschreitung ihrer Herstellkosten in Jahren her.

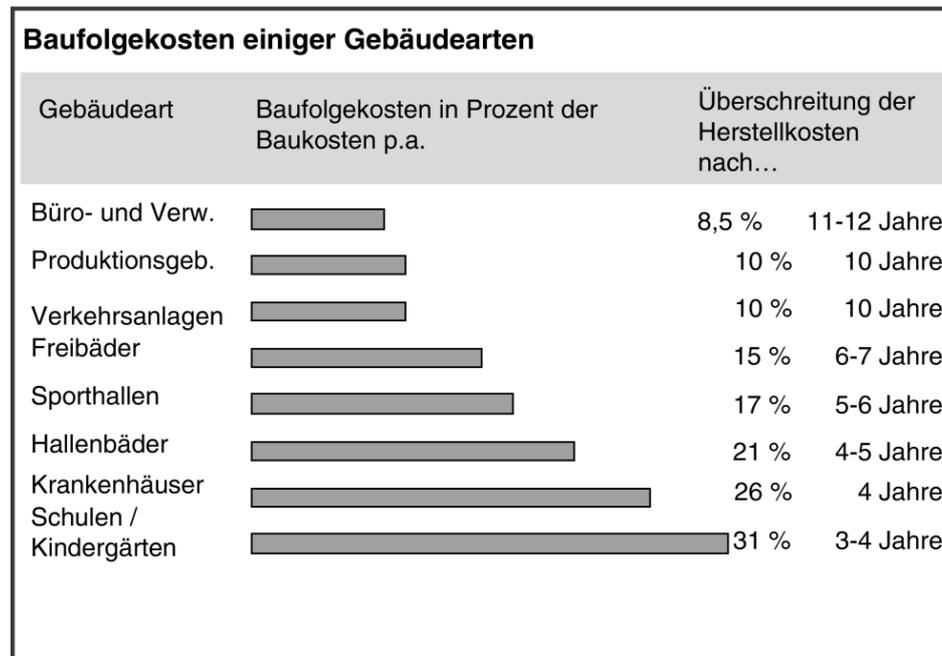


Abb. 2.8: Baufolgekosten verschiedener Gebäudetypen⁶⁶

⁶⁴ vgl. Floegl: Praxisbezogenes Lebenszykluskosten-Prognosemodell, 10-2010, S. 2.

⁶⁵ vgl. Leutgöb, Benke: Energie und Umwelt im Lebenszyklusspiegel von Gebäuden, 2000, S. 11.

⁶⁶ Hellerforth: Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, 2006, S. 36.

Beeinflussbarkeit der Kosten

Die Möglichkeit, Kosten zu beeinflussen, nimmt im Laufe des Lebens einer Immobilie nahezu exponentiell ab, siehe Abb. 2.9. Die Kernaussage dieser Grafik ist eindeutig. Lebenszykluskosten können zu Projektbeginn, in den Phasen der Bedarfsplanung und der Projektplanung, am effektivsten gesteuert werden – nur so können die Totalkosten einer Immobilie am sinnvollsten optimiert werden.

Die wichtigsten Entscheidungen für ein Bauprojekt werden in der Planungsphase getroffen. Die Herausforderung hierbei ist, dass die Auswirkungen dieser Festlegungen nicht immer leicht zu erkennen sind. Es ist daher von großer Bedeutung, ein Programm bzw. Tool anzuwenden, welches dem Projektteam die Auswirkungen der Planungsentscheidungen auf die Lebenszykluskosten rasch aufzeigen kann.

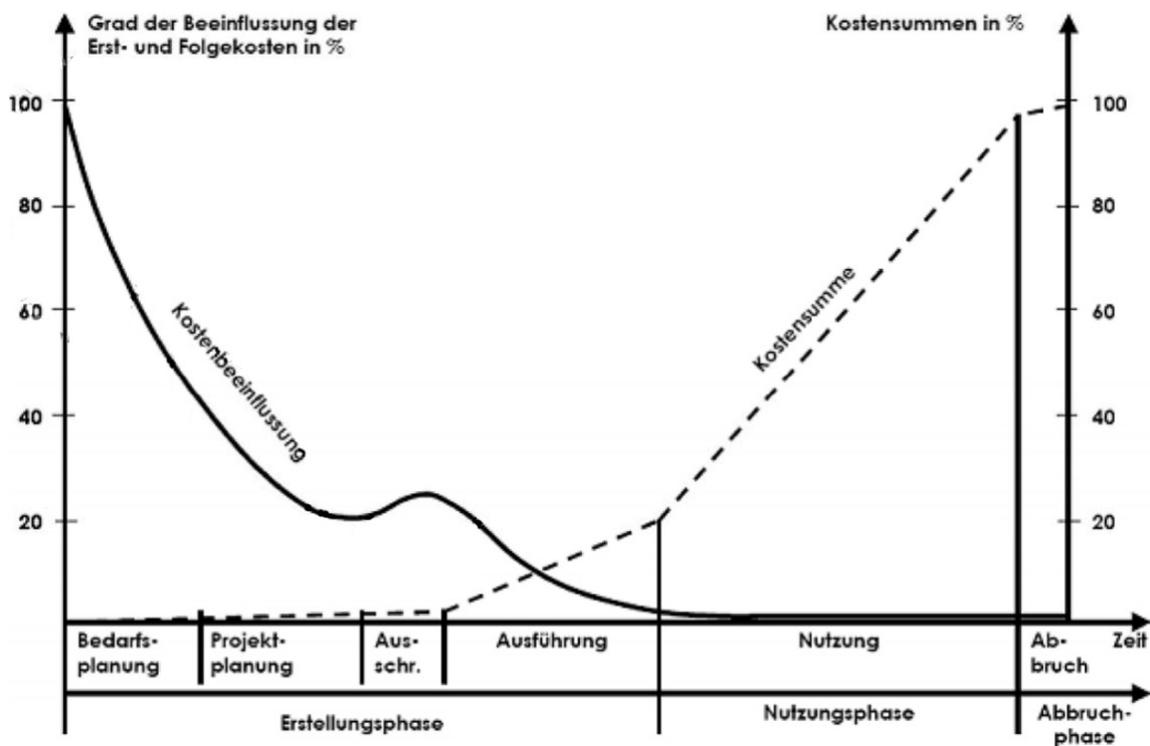


Abb. 2.9: Zusammenhang Kostenbeeinflussung – Kostensumme⁶⁷

Zum Beispiel verursacht eine dickere Wärmedämmung der Außenbauteile höhere Errichtungskosten, diese Kosten werden jedoch in der Nutzungsphase durch einen geringeren Energieverbrauch wieder eingespart. Die Auswahl eines qualitativeren, leichter zu reinigenden Fußbodenbelags führt möglicherweise zu Mehrkosten in der Anschaffung, aufgrund einer längeren Nutzungsdauer und der geringeren Reinigungskosten, in Summe können aber auch hier Kosten gespart werden.

⁶⁷ Achammer: Planungsprozess und Bauprojektmanagement 2 – Block 2, 2011, S. 22.

Lebenszykluskosten als Problem für den Nutzer

Für den Nutzer ergibt sich folgendes Problem. Beim Ankauf einer Immobilie liegt nur der Kaufpreis vor. Dieser stellt zwar eine sehr hohe, sofort zahlungswirksame Einzelausgabe dar, die größenordnungsmäßig wirklich relevanten Kosten kommen jedoch erst später, während der Nutzung, zum Vorschein. Jedoch ist der Kauf an dieser Stelle schon längst abgeschlossen.

Abb. 2.10 zeigt beispielhaft die Sicht des Nutzers bei einem Immobilienkauf. Wird ihm keine Prognose der Lebenszykluskosten vorgelegt, dann kennt er meist nur den Kaufpreis. Um eine wirtschaftlich optimale Kaufentscheidung treffen zu können, ist dies aber eindeutig zu wenig. Ganzheitlich betrachtet stellt der Kaufpreis nur die Spitze des Eisbergs dar.

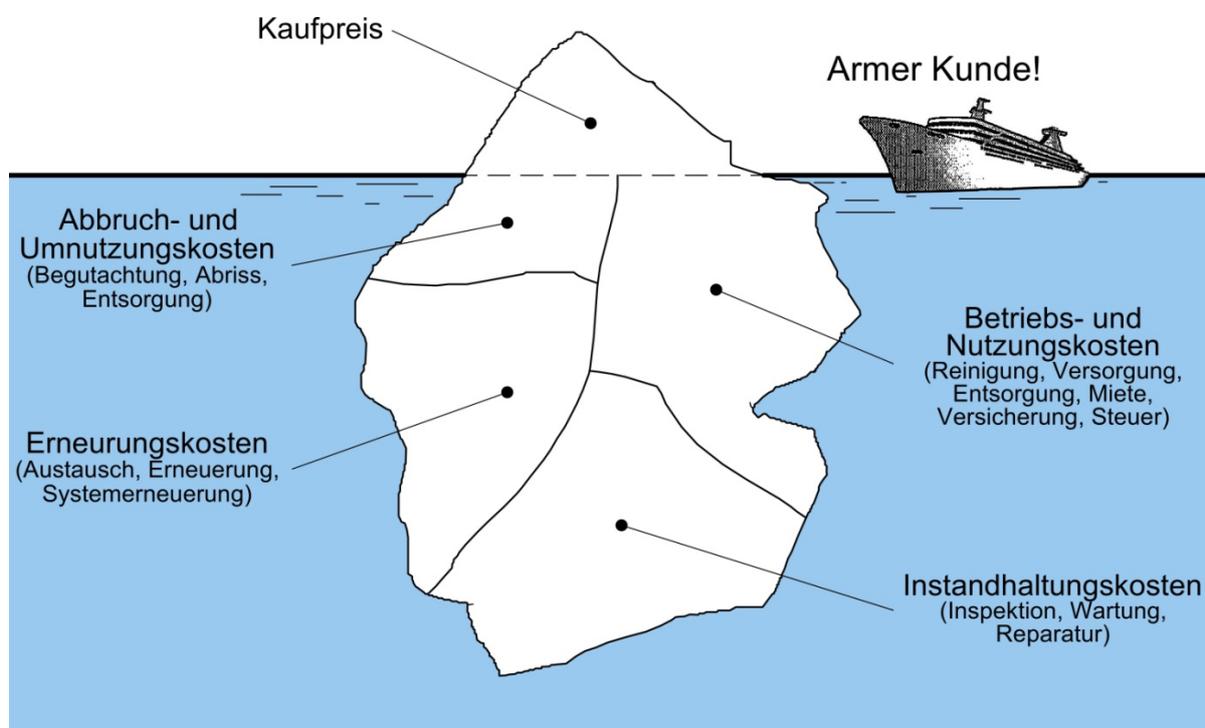


Abb. 2.10: Der Eisberg der Lebenszykluskosten aus der Sicht der Nutzer⁶⁸

2.2.2 Lebenszykluskostenrechnung

Jede Immobilie durchläuft einen gewissen Lebenszyklus (Planung, Herstellung, Nutzung und Verwertung). In jeder einzelnen dieser Phasen entstehen Kosten, diese gilt es zu erfassen und zu bewerten. Die Lebenszykluskostenrechnung bildet eine wichtige Basis für Investitionsentscheidungen.⁶⁹ Diese werden durch zahlreiche, meist unbekannte Parameter bestimmt. Die Vorhersage bzw. Berechnung der Lebenszykluskosten basiert daher zum Großteil auf Annahmen. Realistisch betrachtet kann nur ein Schätzwert bzw. eine Prognose als Ergebnis geliefert werden.

⁶⁸ adaptiert n. Ehrlenspiel, Kiewert, Lindemann: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren, 2007, S. 120.

⁶⁹ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 15.

Ziel

Das Ziel ist, unterschiedliche Realisierungsmöglichkeiten von Bauwerken hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit zu untersuchen, zu bewerten und vergleichbar zu machen. Im Anschluss kann die geeignetste Lösung unter den verschiedenen Varianten herausgefiltert werden. Durch eine derartige Berechnung sollen Einsparpotentiale aufgezeigt werden.

Die Lebenszykluskosten sind nicht nur für Investoren interessant, die eine spätere Nutzung beabsichtigen, auch bei Verkauf der Immobilie ergibt sich ein großer Vorteil. Zum Beispiel kann durch ausgewiesene, niedrige Nutzungskosten ein höherer Verkaufspreis bzw. Marktwert erzielt werden. Besonders von Bedeutung ist dabei eine phasenübergreifende Kostenbetrachtung. Das Bauwerk kann im gesamten Lebenszyklus nur durch eine Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven (z.B. aus der Nutzer- und Investorensicht) erfolgreich sein. Jedoch ergibt sich bei einer Gegenüberstellung von verschiedenen Projekten immer das Problem der Vergleichbarkeit. Die Berechnungen basieren zum Großteil auf Annahmen und wahrscheinlichen Kennwerten, selbst die Systemgrenzen können unterschiedlich gewählt werden.⁷⁰

Derzeit wird von vielen Fachleuten ein falscher Ansatz verfolgt: sie versuchen die Lebenszykluskosten alleinig über die Energiekosten zu optimieren. Dadurch entstehen Gebäude mit High-Tech-Ausrüstungen, welche enorme Unterhaltskosten (Wartung, Reparatur) und Neuanschaffungskosten verursachen.⁷¹

Laut Leutgöb und Benke „handelt es sich um Low-Tech-Lösungen oder gar No-Tech-Lösungen, bei denen neben allfälligen Reduktionen der Errichtungs- und Energiekosten auch niedrigere Instandhaltungskosten positiv zu Buche schlagen“.⁷² Daher gilt der Grundsatz, je weniger technisiert die Gebäudeausstattung ist, desto weniger kann kaputt werden und desto weniger muss gewartet werden. Weiters wird der Benutzungs- und Betreuungskomfort durch Low-Tech-Lösungen erhöht. „Aus den Befragungen der Benutzenden und Betreibenden ging hervor, dass ein hoher Technisierungsgrad der Gebäude nicht erwünscht ist. Entsprechend komplexe Funktionen werden oftmals ausgeschaltet oder nicht genutzt und sind in der Bedienung wenig benutzerfreundlich. Der hohe Anteil der Lebenszykluskosten der Gebäudetechnik und die Ergebnisse aus den Befragungen bestätigen, dass eine neue Grundhaltung bezüglich angemessener Technisierung notwendig ist.“⁷³

⁷⁰ vgl. Pelzeter: Lebenszykluskosten von Immobilien, 2006, S. 98-99.

⁷¹ vgl. Engelhart, Rotermund: Nutzungskosten bis zu 90% der Lebenszykluskosten, 2011.

⁷² Leutgöb, Benke: Energie und Umwelt im Lebenszykluspiegel von Gebäuden, 2000, S. 13-14.

⁷³ Sigg, Kälin: Grundlagen und Instrumente für die praxisnahe Berechnung von Lebenszykluskosten, 2008, S.4.

Unsicherheiten bei der Berechnung

Da es sich bei einer Lebenszykluskostenrechnung lediglich um eine Prognose handeln kann, ist diese auch mit großen Unsicherheiten behaftet. Die lange Lebensdauer von Immobilien ist dabei einer der größten Unsicherheitsfaktoren, weil es schwierig ist vorherzusehen, wie sich gewisse Rahmenbedingungen in der Zukunft verändern werden.⁷⁴

Aufgrund solcher großen Unsicherheiten bei der Lebenszyklusbetrachtung kann man nur eine grobe Prognose für die Zukunft abgeben. Es sollten daher auch nur einfache Modelle in der Berechnung Anwendung finden. Die technische Lebensdauer von Materialien wird z.B. von der Produktqualität, der Wartungs- und Reinigungsintensität und von der Belastung (Nutzung bzw. Benutzung) beeinflusst. Um eine Aussage über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes treffen zu können, muss zwischen einer Prognose (wie lange ein Gebäude den Umwelteinflüssen standhält), einem Potenzial (abhängig von den konstruktiven Eigenschaften) und einer Hypothese (welche Annahme soll nun getroffen werden, Lebensdauer meist gleich wie Tragwerkslebensdauer) unterschieden werden.⁷⁵

Beispiele für Unsicherheiten:⁷⁶

- ◆ Prognose der Lebensdauer
- ◆ Prognose der Kosten
- ◆ Änderungen der Nutzeranforderungen
- ◆ Technische Entwicklungen
- ◆ Auswirkungen des Klimawandels
- ◆ Standortentwicklung
- ◆ Besteuerung, Förderung

Rahmenbedingungen

Um eine Lebenszykluskostenberechnung durchführen zu können, müssen unter anderem folgende Rahmenbedingungen festgelegt werden:⁷⁷

- ◆ Systemgrenze: Gebäude mit all seinen Bauteilen
- ◆ Betrachtungszeitraum: abhängig vom Gebäudetyp (Bürogebäude, Wohngebäude)

⁷⁴ vgl. Pelzeter: Lebenszykluskosten von Immobilien, 2006, S. 119.

⁷⁵ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 15, 34.

⁷⁶ vgl. Pelzeter: Lebenszykluskosten von Immobilien, 2006, S. 120.

⁷⁷ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 106.

- ◆ Annahmen der verschiedenen Zyklen: für Reinigung, Instandsetzung, Wartung, Erneuerung von Bauteilen und technischen Anlagen
- ◆ Zusätzliche Annahmen: Preissteigerungen für Baukosten und Energie
- ◆ Entsorgungsszenarien (Rückbau, Entsorgung): mineralische Baustoffe, Metall, Glas, Farben, eventuell Berücksichtigung einer Wiederverwertung

2.2.3 Errichtungskosten

Bei den Errichtungskosten handelt es sich um einmalige Kosten, welche nur am Beginn eines Projekts bzw. bei einer Erstanpassung oder Sanierung entstehen.

Beispiele für die Kosten der Gebäudeerstellung sind:⁷⁸

- ◆ Grundstückskosten für: Freimachen des Geländes
- ◆ Kosten der Bauplanung und Beratung für: Projektentwurf und Ingenieurarbeiten (Honorar Architekt, Tragwerksplaner, Statiker, HKLS-Planer), behördliche Genehmigungen, Vermarktung, Projektmanagement, Wertermittlung
- ◆ Kosten der Bauausführung für: Material (inkl. Infrastruktur, Festeinbauten, Innenausbau etc.), Arbeitszeit, Steuern (auf Bauprodukte und Bauleistungen)

Die Errichtungskosten sind von gewissen Randbedingungen abhängig. Diese können aber meist problemlos in der Kostenermittlung berücksichtigt werden. Solche Faktoren sind beispielsweise

- ◆ die Gebäudeform und Gebäudegröße,
- ◆ der Gebäudetyp,
- ◆ die topografischen und örtlichen Besonderheiten und
- ◆ die regionalen Einflussfaktoren.⁷⁹

Die Berechnung der Kosten kann u.a. nach der DIN 276-1 bzw. der ÖNORM B 1801-1 erfolgen. Dies geschieht dann unter anderem über Kostenkennwerte pro Bezugsgröße, abhängig von der Genauigkeitsanforderung:

- ◆ €/m² Nutzfläche, €/m³ Rauminhalt
- ◆ €/m² Decke, €/m² Wand, €/m² Dach
- ◆ €/kg Baustahl, €/m² STB-Decke, €/m² Deckenschalung

⁷⁸ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 61.

⁷⁹ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 66.

Die Bestimmung der Kostenkennwerte erfolgt entweder über gesammelte Erfahrungswerte des jeweiligen Planers oder über Hilfwerte aus der Literatur (z.B.: BKI). Während der Planungsphase ist die Kostenermittlung in der Angebotsphase am genauesten, weil die ausführenden Firmen die einzelnen Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses mit Preisen versehen. Hier ist aber die Beeinflussbarkeit der Objekt-Folgekosten schon relativ gering.

Die Kosten für Planungsleistungen können über einen Prozentsatz der Baukosten abgeschätzt werden, abhängig vom Schwierigkeitsgrad des Projekts und dem Honorarsatz laut Honorartafel. Zu beachten gilt hierbei, dass die Planungskosten nur einen geringen Teil der Errichtungskosten ausmachen, die Objekt-Folgekosten mit diesen Leistungen aber beträchtlich beeinflusst werden können.

2.2.4 Nutzungskosten

Die Nutzungskosten stellen laufende Kosten dar. Sie entstehen in der Nutzungsphase des Objektes. Diese im Vorhinein festzustellen bzw. zu prognostizieren, ist eine besonders schwierige Aufgabe, weil sie innerhalb der größten Zeitspanne des Immobilienlebens anfallen.

Die Nutzungskostenplanung verfolgt das Ziel „*der wirtschaftlichen und kostentransparenten Planung, Herstellung, Nutzung und Optimierung von Bauwerken*“.⁸⁰

Beispiele für die Nutzungskosten sind:⁸¹

- ◆ Ver- und Entsorgungskosten: Heizung, Kühlung, Elektrizität, Wasser, Abwasser, Müllentsorgung
- ◆ Reinigungskosten: Fassade, Gebäudereinigung, Außenreinigung, Pflege von Außenanlagen (innerhalb der Grundstücksgrenze)
- ◆ Wartung und Instandhaltung: Technische Anlagen, Baukonstruktion
- ◆ Kosten für die Bewachung bzw. Überwachung: Brandschau, Sicherheitsdienste
- ◆ Kosten für Miete, Versicherungen
- ◆ Kosten für Steuern: Grundsteuer, Kommunalabgaben, Umweltsteuern

⁸⁰ DIN 18960: Nutzungskosten im Hochbau, 2008, S. 5.

⁸¹ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 61.

Die Nutzungskosten sind ebenso von gewissen Randbedingungen abhängig. Um die Kennwerte aus der Literatur verwenden zu können, müssen unter anderem folgende Einflussfaktoren weitestgehend bekannt sein:⁸²

- ◆ Gebäudetyp
- ◆ Nutzungsart
- ◆ Nutzungsbedingungen, Nutzungsintensität, Service Level
- ◆ Besonderheiten der Gebäudenutzung
- ◆ Marktsituation

Nutzungskosten am Beispiel Reinigung

Die Reinigungskosten sind von entscheidender Bedeutung, darunter versteht man die Reinigung von Glasflächen, Fassadenflächen, Unterhaltsreinigungen etc. Diese sind von mehreren Faktoren abhängig und lassen den Einfluss von unterschiedlichen Randbedingungen gut erkennen:⁸³

- ◆ Nutzungsintensität: mit zunehmender Nutzung steigt die erforderliche Reinigung und somit die Arbeitskosten (z.B. Schulen)
- ◆ Zugänglichkeit der zu reinigenden Flächen bzw. Objekte: bestimmt den Aufwand und somit die Arbeitskosten
- ◆ Art des zu reinigenden Materials: bestimmt den Aufwand (Arbeitskosten) und den erforderlichen Einsatz an Putzmittel (Materialkosten)

2.2.5 Instandhaltungskosten/Erneuerungskosten

Unter den Instandhaltungskosten/Erneuerungskosten sind all jene laufenden Kosten zusammengefasst, welche durch immer wiederkehrende Wartungen, Reparaturen und Erneuerungen entstehen. Werden die (vom Hersteller empfohlenen) Wartungszyklen nicht eingehalten, so kann dies einerseits zu teuren Reparaturkosten bzw. im schlimmsten Fall zu teuren Erneuerungskosten führen. Andererseits können Folgeschäden an anderen Objekten entstehen.

Als grober Schätzwert kann 1% der Anschaffungskosten als sinnvoller jährlicher Aufwand für Instandhaltungsmaßnahmen angenommen werden.⁸⁴

⁸² vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 68.

⁸³ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 69.

⁸⁴ Kolbitsch: Erhaltung und Erneuerung von Hochbauten, 2012.

Beispiele für die Instandhaltungs- und Erneuerungskosten sind:⁸⁵

- ◆ Kosten für das Instandhaltungsmanagement: Inspektionen, Planung notwendiger Maßnahmen, Instandhaltungsverträge betreuen bzw. managen
- ◆ Anpassungen oder Reparaturen im Betrieb: inklusive Infrastruktur, Innenausbau, Inbetriebnahme, Abnahme, Übergabe, Außenanlagen (innerhalb der Grundstücksgrenze)
- ◆ Reparatur und Erneuerung von kleinen Komponenten
- ◆ Systemerneuerung und Tausch von größeren Komponenten
- ◆ Umgestaltung der Raumausstattung
- ◆ Steuern: auf Dienstleistungen und Instandhaltungsgüter

Für eine detailliertere Berechnung der Kosten werden Finanzpläne erstellt. In diesen werden die Instandhaltungskosten (wenn möglich Herstellerangaben verwenden) und die Erneuerungskosten eingetragen. Somit wird neben diesen Kosten außerdem die Langlebigkeit von teureren und qualitativeren Erzeugnissen mitberücksichtigt. Eine andere Möglichkeit der Berechnung ist die Abschätzung der Kosten über Vollwartungsverträge.⁸⁶

2.2.6 Verwertungskosten

Die Verwertungskosten sind jene einmaligen Kosten, die am Ende eines Immobilienlebens entstehen. Diese sind besonders schwierig abzuschätzen, weil sich das Gebäude während seines Lebens auch des Öfteren verändert (Ausstattung, Renovierung, Sanierung, Umbau). Für eine Lebenszykluskostenanalyse sind sie aufgrund des Anteils von ungefähr 3% an den LZK (siehe Abb. 2.6) dennoch nicht zu vernachlässigen.

Die Verwertungskosten beinhalten z.B.:⁸⁷

- ◆ Kosten für Begutachtung: Endzustandskontrolle
- ◆ Kosten für Abriss und Entsorgung: von Materialien und Freimachen des Geländes
- ◆ Wiederherstellung des vertraglich vereinbarten Zustands: einzuhaltende Bedingungen bei Ende der Pacht
- ◆ Steuern: auf Güter und Dienstleistungen

⁸⁵ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 61.

⁸⁶ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 70.

⁸⁷ vgl. König, Kohler, Kreißing, Lützkendorf: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, 2009, S. 61.

2.2.7 ÖNORM B 1801-1 und ÖNORM B 1801-2

Das im Kapitel 4 behandelte Programm ABK-LEKOS basiert auf den ÖNORMEN B 1801-1 und B 1801-2. Nachfolgend wird daher kurz auf diese Normenreihe eingegangen. Die ÖNORM B 1801-1 behandelt die Objekterrichtungskosten, die ÖNORM B 1801-2 die Objekt-Folgekosten.

Objekterrichtung – ÖNORM B 1801-1

Diese Norm behandelt im Großen und Ganzen alle anfallenden Kosten für die Errichtung eines Bauwerks bis hin zur Übernahme/Abnahme des Objekts durch den Auftraggeber bzw. Bauherrn. Bis vor kurzem fokussierte man sich bei neuen Projekten ausschließlich auf die von dieser Norm angeführten Kostengruppen, ohne darauf zu achten, welche folgenschweren Auswirkungen ein Einsparen der Errichtungskosten auf die Objekt-Folgekosten haben kann.

Die Kostenplanung gliedert die Kostenermittlung hinsichtlich ihrer geforderten Genauigkeit und in Abhängigkeit von der jeweiligen Projektphase (horizontale Achse), siehe Abb. 2.11.

		Entwicklungsphase	Vorbereitungsphase	Vorentwurfsphase	Entwurfsphase	Ausführungsphase	Abschlussphase	
Qualität	Qualität	Qualitätsziel	Qualitätsrahmen	Vorentwurfsbeschreibung	Entwurfsbeschreibung	Ausführungsbeschreibung	Qualitätsdokumentation	
	Quantität	Quantitätsziel	Raumprogramm	Vorentwurfsplanung	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung	Planungsdokumentation	
Termine	Termine	Terminziel	Terminrahmen	Grobterminplan	Genereller Ablaufplan	Ausführungsplan	Terminfeststellung	
	Ressourcen	Ressourcenziel	Ressourcenrahmen	Ressourcenplan				
Kosten	Kosten	Kostenziel	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung	
	Finanzierung	Finanzierungsziel	Finanzierungsrahmen	Finanzierungsplan				
Baugliederung		1. Ebene						
		2. Ebene						
		3. Ebene						
		Elementtyp						
Leistungsgliederung		Leistungsposition						

Abb. 2.11: Kostenplanung – ÖNORM B 1801-1⁸⁸

Je weiter ein Projekt fortgeschritten ist, desto genauer wird die Prognose der Kosten. Schlussendlich erhält man in der Abschlussphase, mithilfe der Kostenfeststellung, die Gesamtkosten. **Vorsicht**, die ÖNORM B 1801-1 versteht unter Gesamtkosten nur die Objekterrichtungskosten zuzüglich den Grundkosten, aber **keinerlei Folgekosten**. Weiters ist in Abb. 2.11 die Gliederung des Objektes zu erkennen, das Gebäude wird dabei in Ebenen zerlegt. Dies erfolgt mit fortschreitender Zeit immer genauer, bis hin zur Gliederung in Leistungspositionen.

⁸⁸ ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekterrichtung, 2009, S. 8.

Die Kostengliederung kann auf zwei Arten erfolgen:⁸⁹

- ◆ **Planungsorientiert:** Grobelemente, Elemente, Elementtypen
- ◆ **Ausführungsorientiert:** Leistungsgruppen, Unterleistungsgruppen, Leistungspositionen

Die ÖNORM B 1801-1 definiert für die zehn Kostenbereiche vier Zwischensummen. Die einzelnen Kosten werden dabei den entsprechenden Kostengruppen zugeordnet. Diese können wiederum den jeweiligen Kostenbereichen zugeordnet werden. Schlussendlich erhält man durch Zusammenfassung bestimmter Kostenbereiche insgesamt vier Zwischensummen. Die Trennung zwischen den Ausbauleistungen und den Rohbauleistungen ist eindeutig festgelegt. Die Bauwerkskosten sind bei der Kostenermittlung immer als „100%“-Kostenanteil anzuführen. Dieses Prinzip ist in Abb. 2.12 zu sehen.

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

Abb. 2.12: Kostengruppierung – ÖNORM B 1801-1⁹⁰

In weiterer Folge lassen sich die Gesamtkosten nach ÖNORM B 1801-1 z.B. in zehn Hauptkostengruppen (1.Ebene) und weiters noch in Kostenuntergruppen (2.Ebene) gliedern, siehe Tab. 2.3.

⁸⁹ ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekterrichtung, 2009, S. 13.

⁹⁰ ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekterrichtung, 2009, S. 10.

Tab. 2.3: Baugliederung 1.Ebene und 2.Ebene – ÖNORM B 1801-1⁹¹

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

⁹¹ ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objektterichtung, 2009, S. 14.

Objekt-Folgekosten – ÖNORM B 1801-2

Die ÖNORM B 1801-2 beschäftigt sich mit den anfallenden Kosten eines Bauwerks, ab der Abnahme/Übernahme durch den Bauherrn bzw. Auftraggeber und endet mit dem Abbruch bzw. der Beseitigung des Objektes. Durch Berücksichtigung dieser Kosten schon während der Planungsphase können die Lebenszykluskosten drastisch verringert werden.

Die ÖNORM B 1801-2 unterteilt den Objektlebenszyklus in drei Phasen:

- ◆ Objektplanung, Objekterrichtung
- ◆ Objektnutzung
- ◆ Abbruch, Beseitigung

Die Objektnutzungsphase beginnt mit der Übernahme bzw. Übergabe des zu errichtenden Objekts und endet mit dem Beginn des Abbruchs bzw. der Verwertung.⁹²

Die Norm definiert die Objekt-Folgekosten als *„Summe (der Barwerte) aller Kosten, die sich aus dem Betrieb und der Nutzung während der Nutzungsphase eines Objektes zuzüglich der Objektbeseitigungs- und Abbruchkosten ergeben und dem Objekt oder einem oder mehreren Elementen der Baugliederung gemäß ÖNORM B 1801-1 direkt zuordenbar sind“*.⁹³

Abb. 2.13 stellt den Zusammenhang zwischen den Objekt-Errichtungskosten und den Objekt-Folgekosten dar. Mit Hilfe dieser Einteilung können die einzelnen Hauptkostengruppen eindeutig den verschiedenen Zwischensummen zugeordnet werden.

Auch die ÖNORM B 1801-2 definiert für die neun Kostengruppen unterschiedliche Zwischensummen. Die einzelnen Kosten werden den entsprechenden Kostengruppen zugeordnet. Diese werden wiederum in Kostenbereiche zusammengefasst, siehe Abb. 2.14.

⁹² vgl. ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten, 2011, S. 4.

⁹³ ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten, 2011, S. 4.

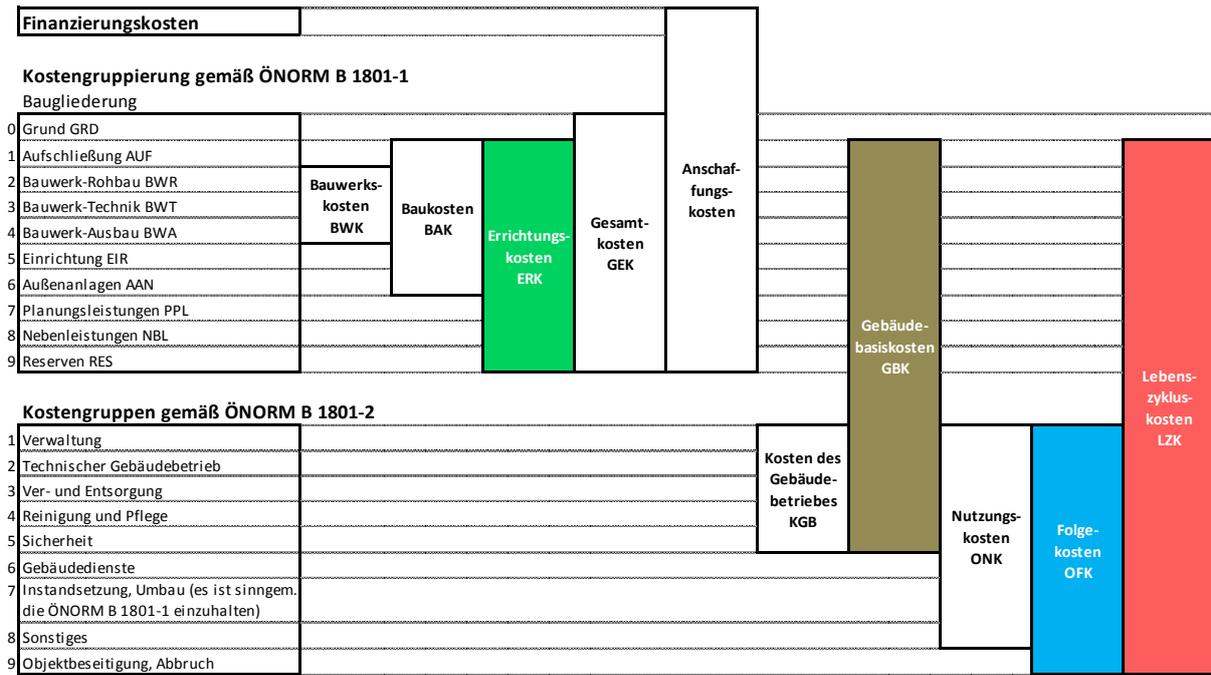


Abb. 2.13: Zusammenhang von Errichtungs- und Folgekosten – ÖNORM B 1801-2⁹⁴

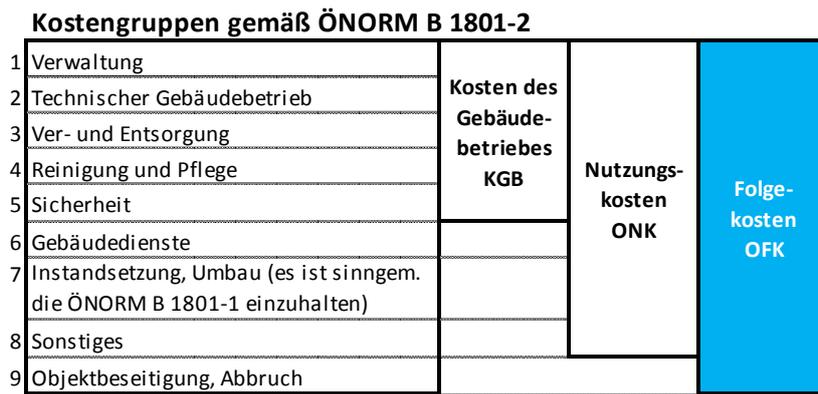


Abb. 2.14: Kostengruppierung – ÖNORM B 1801-2⁹⁵

⁹⁴ adaptiert n. ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten, 2011, S. 6.

⁹⁵ adaptiert n. ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten, 2011, S. 6.

Die Objektfolgekosten können laut ÖNORM B 1801-2 z.B. in neun Hauptkostengruppen (1.Ebene) und weiters in Kostenuntergruppen (2.Ebene) aufgliedert werden, siehe Tab. 2.4.

Tab. 2.4: Gliederung der Folgekosten – ÖNORM B 1801-2⁹⁶

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

⁹⁶ ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten, 2011, S. 7.

2.2.8 DIN276-1 und DIN 18960

Die Software LEGEP, welche im Kapitel 5 noch genauer vorgestellt und untersucht wird, basiert unter anderem auf den Normen DIN 276-1 und DIN 18960. Nachfolgend wird daher kurz auf diese Normenreihe eingegangen.

Die DIN 276-1 behandelt die Errichtungskosten im Hochbau, die DIN 18960 die Nutzungskosten im Hochbau.

Kosten im Bauwesen - Hochbau – DIN 276-1

Die DIN 276-1 beschäftigt sich mit der Kostenplanung für die Errichtung, den Umbau und die Modernisierung von Hochbau-Bauwerken. Ihr Ziel ist den Vergleich von Kostenermittlungen zu unterstützen. Unter Kosten versteht diese Norm „*Aufwendungen für Güter, Leistungen, Steuern und Abgaben, die für die Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten erforderlich sind*“.⁹⁷

Die DIN gliedert die Kosten in drei Ebenen, gekennzeichnet durch eine dreistellige Ordnungszahl. In der ersten Ebene gibt es sieben Kostengruppen. Die Bauwerkskosten und die Gesamtkosten werden folgendermaßen zugeordnet, siehe Tab. 2.5.

Tab. 2.5: Kostengruppierung – DIN 276-1⁹⁸

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

In weiterer Folge kann eine Gliederung in sieben Kostengruppen und mehreren Kostenuntergruppen durchgeführt werden, siehe Tab. 2.6.

⁹⁷ vgl. DIN 276-1: Kosten im Bauwesen – Hochbau, 2008, S. 4.

⁹⁸ DIN 276-1: Kosten im Bauwesen – Hochbau, 2008, S. 10.

Tab. 2.6: Gliederung der Kosten – DIN 276-1⁹⁹

Kostenhauptgruppe für	Kostenuntergruppe für
100 Grundstück	110 Grundstückswert 120 Grundstücksnebenkosten 130 Freimachen
200 Herrichten und Erschließen	210 Herrichten 220 Öffentliche Erschließung 230 Nichtöffentliche Erschließung 240 Ausgleichsabgaben 250 Übergangsmaßnahmen
300 Bauwerk–Baukonstruktionen	310 Baugrube 320 Gründung 330 Außenwände 340 Innenwände 350 Decken 360 Dächer 370 Baukonstruktive Einbauten 390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstrukt.
400 Bauwerk–Technische Anlagen	410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen 420 Wärmeversorgungsanlagen 430 Lufttechnische Anlagen 440 Starkstromanlagen 450 Fernmelde- u informationstech. Anlagen 460 Förderanlagen 470 Nutzerspezifische Anlagen 480 Gebäudeautomation 490 Sonstige Maßnahmen für techn. Anlagen
500 Außenanlagen	510 Geländeflächen 520 Befestigte Flächen 530 Baukonstruktionen in Außenanlagen 540 Technische Anlagen in Außenanlagen 550 Einbauten in Außenanlagen 560 Wasserflächen 570 Pflanz- und Saatflächen 590 Sonstige Außenanlagen
600 Ausstattung und Kunstwerke	610 Ausstattung 620 Kunstwerke
700 Baunebenkosten	710 Bauherrenaufgaben 720 Vorbereitung der Objektplanung 730 Architekten- und Ingenieurleistungen 740 Gutachten und Beratung 750 Künstlerische Leistungen 760 Finanzierungskosten 770 Allgemeine Baunebenkosten 790 Sonstige Baunebenkosten

⁹⁹ vgl. DIN 276-1: Kosten im Bauwesen – Hochbau, 2008, S. 11-25.

Nutzungskosten im Hochbau – DIN 18960

Die DIN 18960 dient grundsätzlich der Ermittlung und Gliederung von Nutzungskosten im Hochbau. Diese Kosten definiert sie als „*alle in baulichen Anlagen und deren Grundstücken entstehenden regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrende Kosten von Beginn ihrer Nutzbarkeit bis zu ihrer Beseitigung (Nutzungsdauer)*“. Die Gliederung der Nutzungsgesamtkosten erfolgt in Nutzungskostengruppen nach den Kriterien zusammengehörender Kosten. Bei der Nutzungskostenermittlung sind sämtliche Nutzungskosten für alle Nutzungskostengruppen zu erfassen, der Zeitpunkt der Berechnung und des Betrachtungszeitraums ist anzuführen. Die DIN unterscheidet je nach Detaillierungsgrad den Nutzungskostenrahmen, die Nutzungskostenschätzung, die Nutzungskostenberechnung, den Nutzungskostenanschlag und zuletzt die Nutzungskostenfeststellung.¹⁰⁰

Die Nutzungskostengliederung erfolgt in drei Ebenen (durch dreistellige Ordnungszahlen gekennzeichnet), die vier Nutzungskostengruppen sind:

- ◆ die Kapitalkosten,
- ◆ die Objektmanagementkosten,
- ◆ die Betriebskosten und
- ◆ die Instandsetzungskosten.

Die Gliederung der Nutzungskostengruppen (1.Ebene) mit deren Untergruppen (2.Ebene) erfolgt folgendermaßen (Tab. 2.7).

¹⁰⁰ vgl. DIN 18960: Nutzungskosten im Hochbau, 2008, S. 3-7.

Tab. 2.7: Kostengliederung – DIN 18960¹⁰¹

Kostenhauptgruppe für	Kostenuntergruppe für
100 Kapitalkosten	110 Fremdmittel 120 Eigenmittel 130 Abschreibung 190 Kapitalkosten, sonstige
200 Objektmanagementkosten	210 Personalkosten 220 Sachkosten 230 Fremdleistungen 290 Objektmanagementkosten, sonstiges
300 Betriebskosten	310 Versorgung 320 Entsorgung 330 Reinigung und Pflege von Gebäuden 340 Reinigung und Pflege von Außenanlagen 350 Bedienung, Inspektion und Wartung 360 Sicherheits- und Überwachungsdienste 370 Abgaben und Beiträge 390 Betriebskosten, sonstiges
400 Instandsetzungskosten	410 Instandsetzung der Baukonstruktionen 420 Instandsetzung der Technischen Anlagen 430 Instandsetzung der Außenanlagen 440 Instandsetzung der Ausstattung 490 Instandsetzungskosten, sonstiges

2.2.9 Vergleich ÖNORM vs. DIN

ÖNORM B 1801-1 vs. DIN 276-1

Die ÖNORM definiert zehn Kostengruppen, die DIN hingegen nur sieben (Tab. 2.8).

Die österreichische Norm beachtet keinerlei Finanzierungskosten, die deutsche Norm hingegen berücksichtigt diese Kapitalkosten in der Kostengruppe „700 Baunebenkosten“. Umgekehrt gibt es in der DIN 276-1 keine Zuordnungsmöglichkeit für Reserven, die ÖNORM B 1801-1 stellt die Gruppe „9 Reserven“ dafür bereit.

Ein großer Unterschied der ÖNORM ist die eindeutige Abgrenzung der Bauwerk-Rohbaukosten, der Bauwerk-Technikkosten und der Bauwerk-Ausbaukosten. Die DIN grenzt diese Kostengruppen (Bauwerk-Baukonstruktionen, Bauwerk-Technische Anlagen) nicht so genau ab, wodurch eine klare Kostenzuordnung nicht immer möglich ist.

¹⁰¹ DIN 18960: Nutzungskosten im Hochbau, 2008, S. 8-11.

Tab. 2.8: Vergleich der Kostengruppen, ÖNORM vs. DIN

ÖNORM B 1801-1		DIN 276-1	
0	Grund	100	Grundstück
1	Aufschließung	200	Herrichten und Erschließen
2	Bauwerk–Rohbau	300	Bauwerk–Baukonstruktionen
3	Bauwerk–Technik	400	Bauwerk–Technische Anlagen
4	Bauwerk–Ausbau	500	Außenanlagen
5	Einrichtung	600	Ausstattung und Kunstwerke
6	Außenanlagen	700	Baunebenkosten
7	Honorare		
8	Nebenkosten		
9	Reserven		

Die ÖNORM hat vier festgelegte Zwischensummen, die DIN sieht keine Zwischensummen vor (siehe Tab. 2.9).

Tab. 2.9: Vergleich der Zwischensummen, ÖNORM vs. DIN

ÖNORM 1801-1		DIN 276-1	
Bauwerkskosten:	KB 2-4		
Baukosten:	KB 1-6		
Errichtungskosten:	KB 1-9		
Gesamtkosten:	KB 0-9		

Problematisch wird es, wenn man Gebäude aus Österreich mit Gebäuden aus Deutschland vergleicht. Aufgrund der unterschiedlichen Kostengliederung (Kostenbereiche, Grobelemente, Elemente) ist eine direkte Gegenüberstellung meist kaum möglich.

Ein Vorteil der ÖN gegenüber der DIN ist, dass die B 1801-1 im Gegensatz zur 276-1 eine ausführungorientierte und planungsorientierte Gliederung vorsieht. Durch diese Unterteilung wird eine optimale Kostengliederung je nach Anforderung ermöglicht.

ÖNORM B 1801-1 vs. DIN 18960

Die ÖNORM definiert neun Kostengruppen, die DIN hingegen nur vier (Tab. 2.10).

Die österreichische Norm besitzt im Gegensatz zur deutschen Norm keinerlei Kostengruppe für die Kapitalkosten, wie z.B. für die Abschreibung. Dafür hat die B 1801-2 aber eine Gruppe für Gebäudedienste, Umbau und Objektbeseitigung, Abbruch. Das Fehlen der Kostenhauptgruppe „Objektbeseitigung, Abbruch“ in der DIN 18960 ist als größter Nachteil dieser Norm zu sehen.

Immerhin betragen diese Kosten rund 3% der Lebenszykluskosten (siehe Abb. 2.6), diese sind daher keinesfalls zu vernachlässigen.

Tab. 2.10: Vergleich der Nutzungskostengruppe (1.Ebene), ÖNORM vs. DIN

ÖNORM B 1801-2	
1	Verwaltung
2	Technischer Gebäudebetrieb
3	Ver- und Entsorgung
4	Reinigung und Pflege
5	Sicherheit
6	Gebäudedienste
7	Instandsetzung, Umbau
8	Sonstiges
9	Objektbeseitigung, Abbruch

DIN 18960	
100	Kapitalkosten
200	Objektmanagementkosten
300	Betriebskosten
400	Instandsetzungskosten

3 Beispiel eines Bürogebäudes

3.1 Beschreibung des Beispielprojekts

Im Beispielprojekt geht es um den Neubau eines Bürogebäudes mit Restaurant. Das Gebäude setzt sich aus einem Kellergeschoß (KG), einem Erdgeschoß (EG) und drei Obergeschoßen (OG) zusammen. Es weist einen rechteckförmigen Grundriss mit Innenhof auf. Das Bauwerk ist zweiseitig von Bestandsobjekten umschlossen und die beiden anderen Gebäudefronten befinden sich straßenseitig. Im KG befindet sich eine Tiefgarage mit sieben Stellplätzen und ist über einen PKW-Lift erreichbar. Das Restaurant ist im EG situiert. Die drei OG sind als Regelgeschoße geplant. Hier befinden sich die Büroräumlichkeiten. Ein Treppenhaus und ein Aufzug führen vom KG bis ins dritte OG. In Abb. 3.1 ist der Lageplan des Beispielprojekts dargestellt.

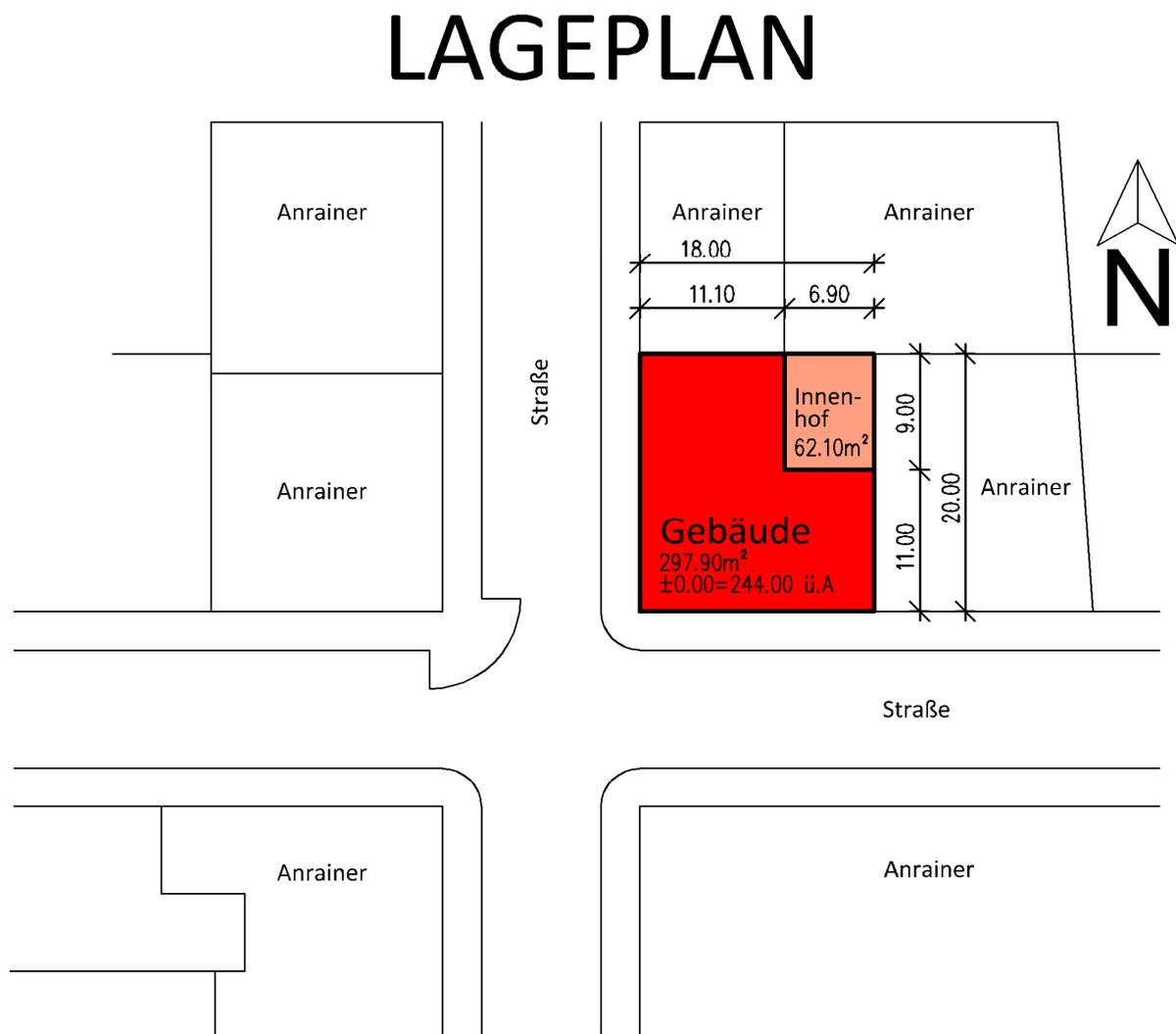


Abb. 3.1: Lageplan

In Abb. 3.2 ist der Grundriss-Flächenplan des Kellergeschoßes ersichtlich. Die türkisen Bereiche kennzeichnen die Nutzflächen, die grünen Bereiche die technischen Funktionsflächen und die rosa Bereiche die Verkehrsflächen.

GRUNDRISS KG

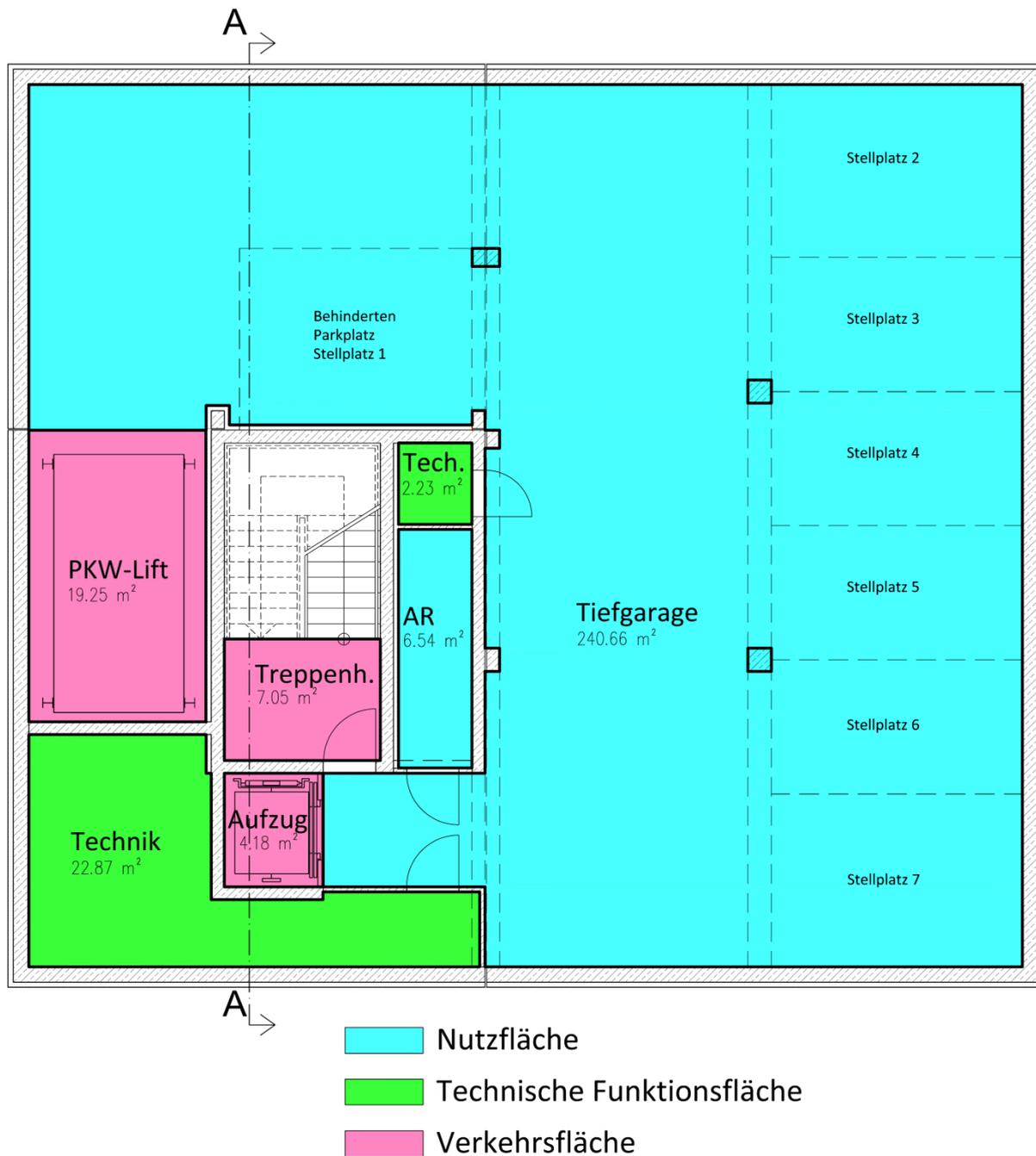


Abb. 3.2: Flächenplan – Grundriss KG

In Abb. 3.3 ist der Grundriss-Flächenplan des Erdgeschosses ersichtlich. Die türkisene Bereiche kennzeichnen die Nutzflächen und die rosa Bereiche die Verkehrsflächen.

GRUNDRISS EG

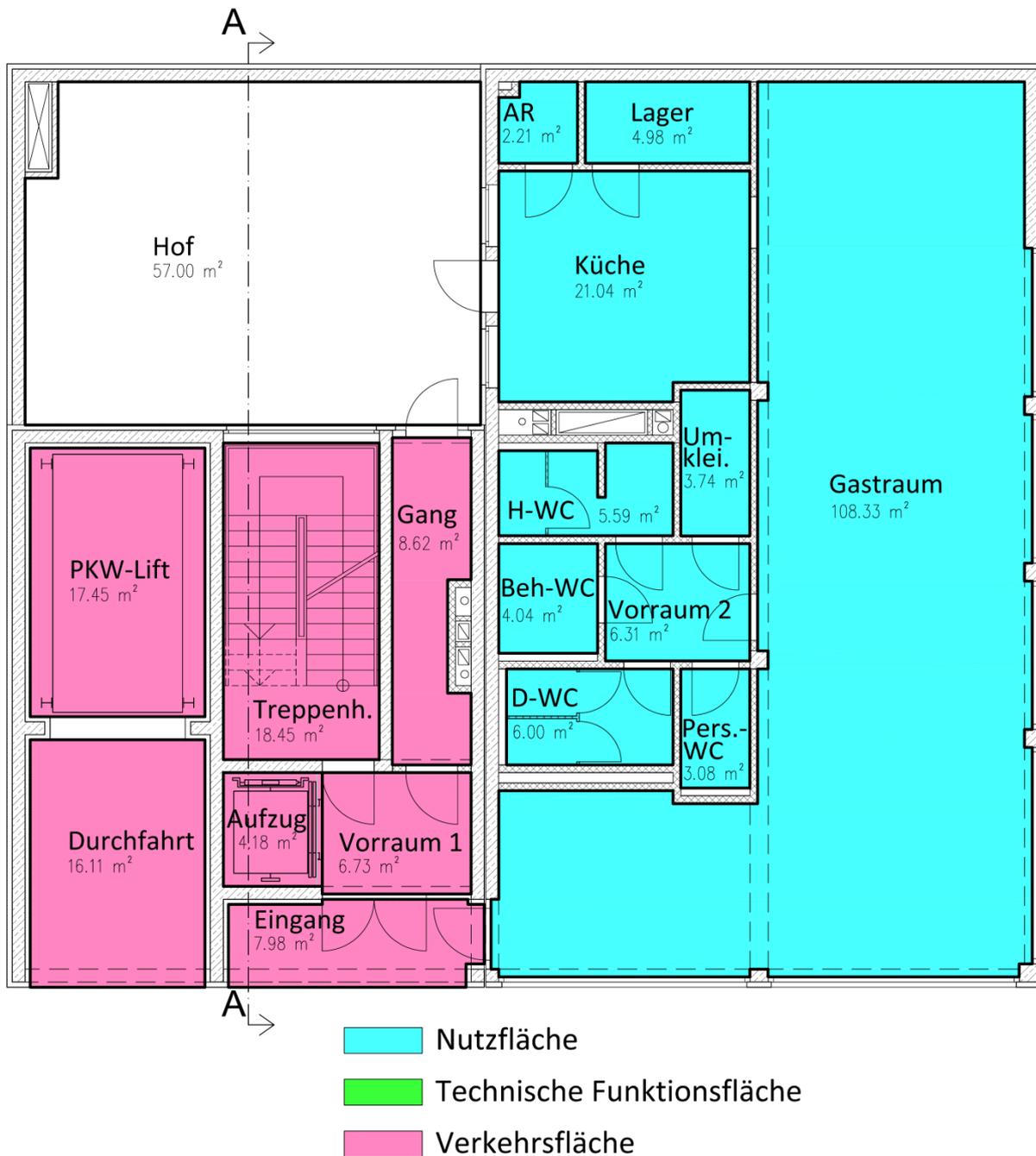


Abb. 3.3: Flächenplan – Grundriss EG

In Abb. 3.4 ist der Grundriss-Flächenplan der Obergeschoße ersichtlich. Die türkisene Bereiche kennzeichnen die Nutzflächen und die rosa Bereiche die Verkehrsflächen.

GRUNDRISS 1.OG bis 3.OG

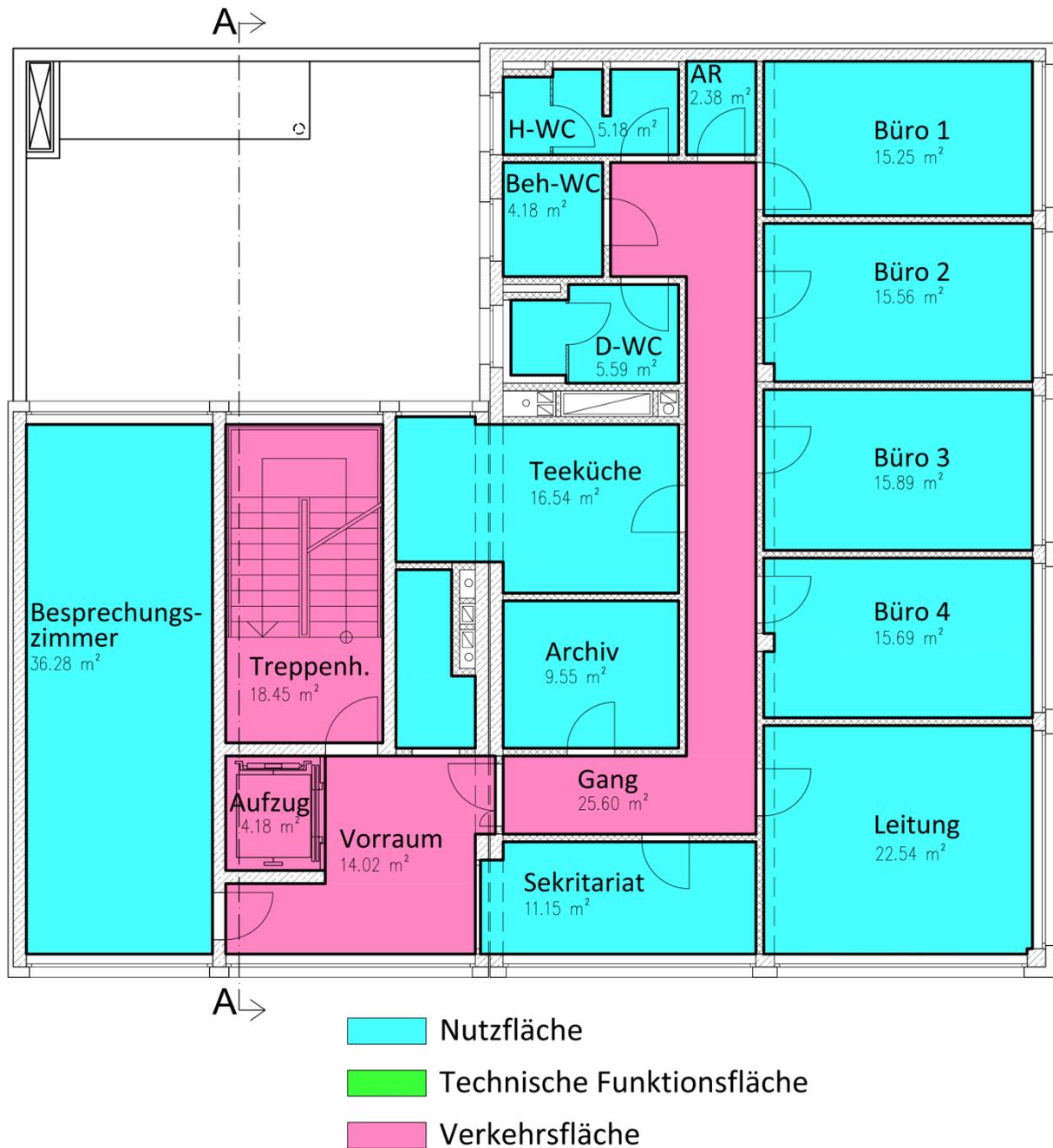


Abb. 3.4: Flächenplan – Grundriss 1.OG bis 3.OG

In Abb. 3.5 ist ein Schnitt durch das Gebäude dargestellt.

SCHNITT A-A

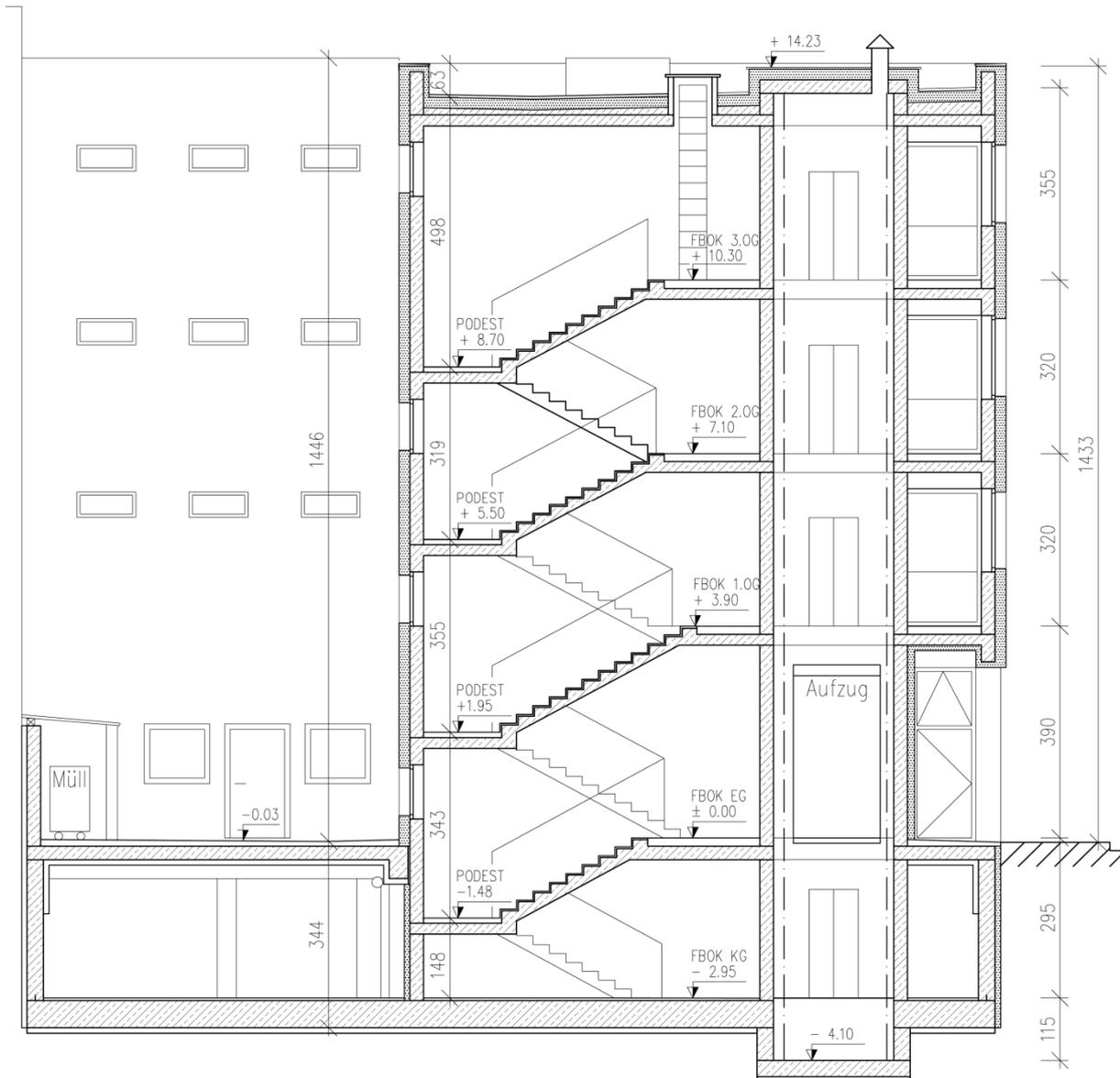


Abb. 3.5: Schnitt (A-A) durch das Gebäude

3.2 Gebäudedaten

In Tab. 3.1 sind die wesentlichen Gebäudedaten zusammengefasst.

Tab. 3.1: Gebäudedaten

Gebäudeabmessungen	
-) Gebäude:	
Länge:	18,00 m
Breite:	20,00 m
-) Innenhof:	
Länge:	6,90 m
Breite:	9,00 m
Gebäudehöhen	
-) Gesamthöhen:	
über GOK:	14,33 m
unter GOK:	3,50 m
-) Geschoßhöhen:	
Kellergeschoß (KG):	2,95 m
Erdgeschoß (EG):	3,90 m
1. Obergeschoß (1. OG):	3,20 m
2. Obergeschoß (2. OG):	3,20 m
3. Obergeschoß (3. OG):	3,55 m
Gebäudeflächen	
-) Grundstückfläche:	360,00 m ²
-) Bebaute Flächen:	
KG (mit Hof):	360,00 m ²
EG bis 3.OG (ohne Hof):	297,90 m ²
-) Grundflächen:	
Bruttogrundfläche (BGF):	1.542,41 m ²
Nettogrundfläche (NGF):	1.258,52 m ²
Nutzfläche (NF):	956,26 m ²
Technische Funktionsfläche (TF):	25,10 m ²
Verkehrsfläche (VF):	277,16 m ²
-) Hüllfläche beheizt:	1.597,75 m ²
Gebäudevolumina	
-) Rauminhalte:	
Bruttorauminhalt (BRI):	5.325,50 m ³
Bruttorauminhalt beheizt:	4.072,88 m ³
-) A/V - Verhältnis:	~0,40

4 Software: ABK-LEKOS

4.1 Allgemeines zum Programm

Die Firma ib-data GmbH ist ein österreichischer Softwareentwickler. In Österreich wird ihre Produktreihe ABK bei planenden Firmen im Bereich der Ausschreibung und Vergabe häufig eingesetzt. LEKOS ist ein neuer Baustein des ABK-Kostenmanagers und dient zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden. Das Lebenszykluskostenmodell wurde von Dipl.-Ing. Dr. Floegel entwickelt und war hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit eingeschränkt. Die ib-data GmbH hat dieses Rechenmodell daher in ABK-LEKOS umgesetzt, um den Nutzern eine leichtere, komfortablere Handhabung bieten zu können. Laut Produktbeschreibung bietet ABK-LEKOS folgendes: *„Ökologische Nachhaltigkeit und lebenszyklische Betrachtung von Gebäuden wird mit dem ABK-Baustein Lebenszykluskosten neu definiert! Planern gelingt es die Kosten für Neuerrichtungen und Sanierung der Gebäude inklusive der laufend anfallenden längerfristigen Kosten bereits in der Entwurfsphase mit Hilfe einfacher Methodik und flexiblen Anwendungen im Baustein ABK-Lebenszykluskosten sehr genau zu prognostizieren. Beteiligten im Lebenszyklus von Immobilien, die mit der Entscheidung über (Nach-)Investitionen oder mit der Planung und Optimierung von Gebäuden, Gebäudeteilen bzw. von einzelnen Anlagen befasst sind, steht mit ABK-Lebenszykluskosten ein praxiserprobtes Datenmodell für die Ermittlung von Lebenszykluskosten in frühen Planungsphasen zur Verfügung um mit den umfassenden Steuerungs- und Auswertungsmöglichkeiten bei Komplexen Kostenberechnungen zu profitieren.“*¹⁰²

Die Software ist vor allem in der frühen Planungsphase zu verwenden und soll dem Bauherrn bei verschiedenen Lösungsmöglichkeiten eine Entscheidungshilfe aufgrund einer Gesamtkostenbetrachtung bieten. Die Produkteigenschaften sind:¹⁰³

- ◆ *Lebenszyklische Betrachtungen in Zahlen gefasst auf den Punkt gebracht*
- ◆ *Ermittlung längerfristiger Kostenfaktoren eines Gebäudes*
- ◆ *Praxiserprobtes Rechenmodell zur schnellen und umfassenden Ermittlung von Lebenszykluskosten*
- ◆ *Transparente, einfach gestaltete Kostenstrukturen*
- ◆ *Rasche Verfügbarkeit der Kennzahlen für die ökonomische Nachhaltigkeit von Gebäuden*
- ◆ *Optimierung von Investitionsentscheidungen durch Zusammenführung von Kostenkennwerten aus unterschiedlichen Lebenszyklusphasen*

¹⁰² ib-data GmbH: ABK-Lebenszykluskosten, 2012.

¹⁰³ ib-data GmbH: ABK-Lebenszykluskosten, 2012.

Einen Überblick über das Programmerscheinungsbild liefert Abb. 4.1. Die linke Spalte ermöglicht die Navigation durch die einzelnen Bereiche. Unter Eckdaten werden generelle Einstellungen für das Projekt getroffen. In der Mitte erscheint die Eingabemaske, diese ist vom gewählten Bereich abhängig.

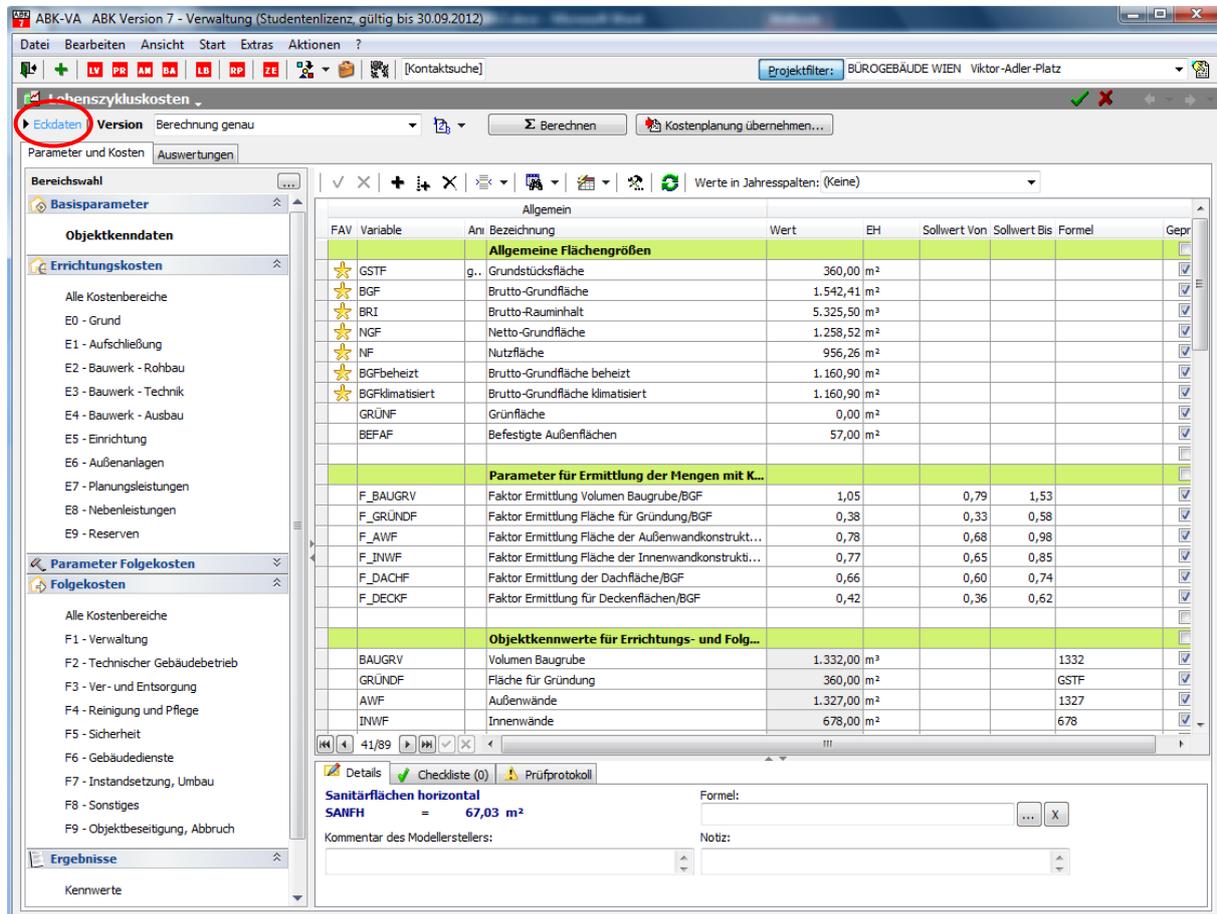


Abb. 4.1: Programmüberblick ABK-LEKOS

Die einzelnen Anzeigespalten können nach Belieben aktiviert und deaktiviert werden, siehe Abb. 4.2. Ein passend eingestelltes Layout kann abgespeichert und innerhalb des jeweiligen Bereiches jederzeit wiederverwendet werden.

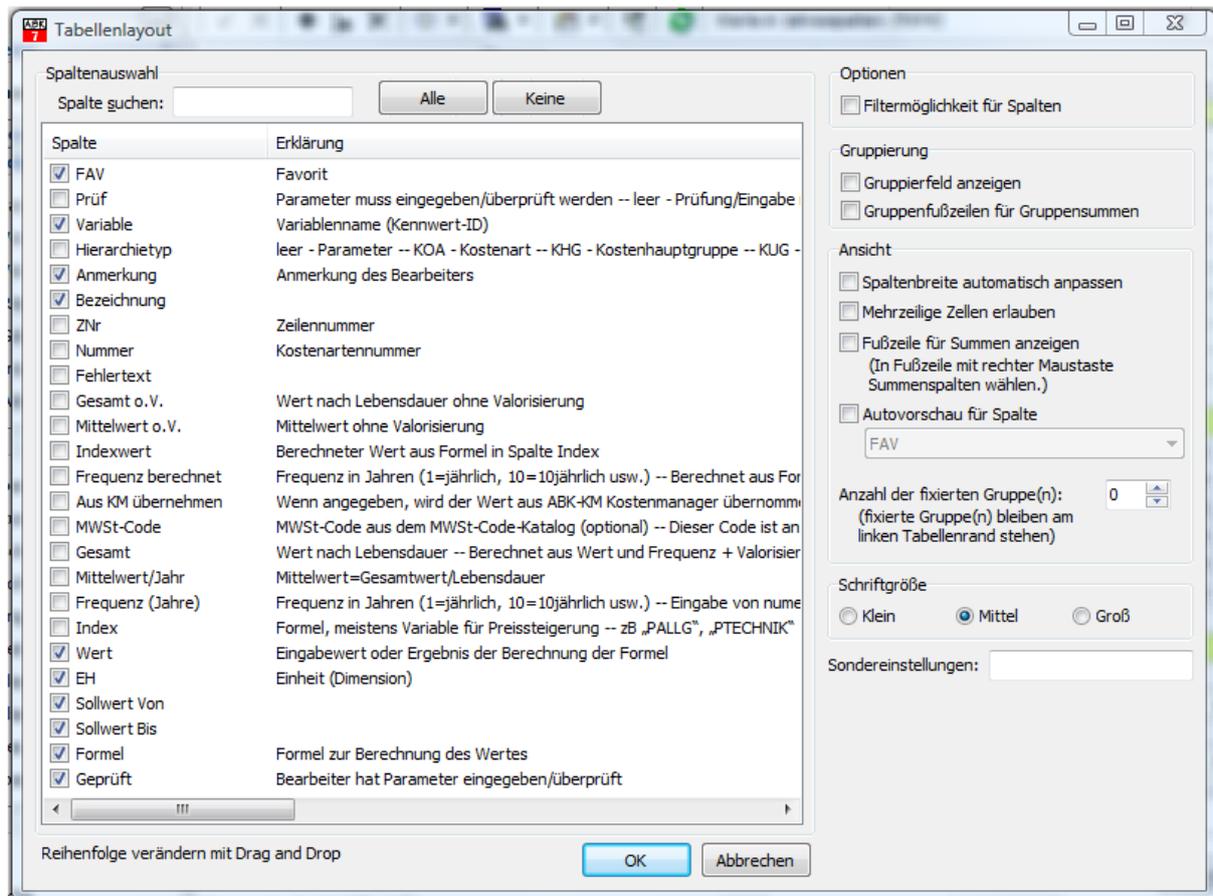


Abb. 4.2: Anzeigespalten/Tabellenlayout

4.2 Berechnungsmethode des Programms

Die Software arbeitet als Datenbankanwendung. Um eine flüssige Berechnung zu ermöglichen, wurde ein Berechnungsbutton  eingeführt (siehe Abb. 4.1). Nach dessen Betätigung werden die Zeilen von oben beginnend nach unten hin (daher mit aufsteigender Zeilennummern) durchgerechnet. Enthält eine Formel eine Variable, welche aber erst in einer unteren Zeile definiert wird, so kann diese Formel nicht berechnet werden, siehe dazu Abb. 4.3. In diesem Beispiel ermittelt sich das Baugrubenvolumen über einen Faktor „F_Baugrubenvolumen“. Da dieser erst in der nächsten Zeile bestimmt wird, kann eine Berechnung nicht durchgeführt werden. Die Fehlermeldung wird im Prüfprotokoll angezeigt (zu sehen im unteren Bereich von Abb. 4.3).

Allgemein						
ZNr	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Geprüft
8.500	Bruttogrundfläche	Bruttogrundfläche		1.500,00	m ²	<input type="checkbox"/>
8.600	Baugrubenvolumen	Baugrubenvolumen	Bruttogrundfläche*F_Baugrubenvolumen		m ³	<input checked="" type="checkbox"/>
8.700	Faktor Baugrubenvolumen	F_Baugrubenvolumen		1,05		<input checked="" type="checkbox"/>

86/87

Details Checkliste (13) Prüfprotokoll (1)

Zeile	Bereich	Meldung
10.8600	Objektkenndaten	Fehler bei Formelberechnung: >Variable >F_Baugrubenvolumen< nicht gefunden! (Pos. 36)<

Abb. 4.3: Fehlerhafte Verwendung einer Variable

4.2.1 Version

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird die Version V7.7a-2406-hf verwendet. Als Basis für die Lebenszykluskostenberechnung kann entweder das

- ◆ „Modell LEKOS Standard [Vorlage Modell LEKOS VO.3] VORLAGEN ABK-LEKOS“ oder das
- ◆ „Modell ABK-Standard [Vorlage Modell ABK] VORLAGEN ABK-STANDARD“ gewählt werden.

Für die Berechnung des Beispielprojektes wird das „Modell LEKOS Standard“ mit dem Versionsdatum vom 09.09.2011 als Vorlage gewählt, weil dieses von Dipl.-Ing. Dr. Floegel gesondert für Bürogebäude abgestimmt wurde.

4.2.2 Kostenstruktur

Standardmäßig ist ABK-LEKOS mit den ÖNORMEN „B 1801-1 Bauprojekt- und Objektmanagement; Teil 1: Objekterrichtung“ und „B 1801-2 Bauprojekt- und Objektmanagement; Teil 2: Objekt-Folgekosten“ kompatibel. Das bedeutet, dass die berechneten Kosten in Kostengruppen und Kostenbereiche eingeteilt werden. Die Kostenstruktur ist ident mit diesen beiden Normen. Diese Gliederung kann je nach Wunsch und Bedürfnis des Nutzers aber auch frei gestaltet werden.

4.2.3 Umsatzsteuer

Die Kosten werden abhängig von der gewählten Option im Projektkostenmanager inklusive oder exklusive Umsatzsteuer berechnet. Diese Einstellung sollte zu Beginn, gleich nach Anlegen eines neuen Projektes, vorgenommen werden (siehe Abb. 4.4). Von einer nachträglichen Umänderung der Steuersicht wird abgeraten.

Abb. 4.4: Auswahl Brutto/Netto

Um nun die Funktion „Steuersicht“ auch wirklich nutzen zu können, ist bei sämtlichen Eingabeparameter auch die Spalte „MWSt-Code“ auszufüllen. Einzugeben ist entweder:

- ◆ „0“ – Kein Aufschlag der Mehrwertsteuer
- ◆ „1“ – Aufschlag für Mehrwertsteuer von 10%
- ◆ „2“ – Aufschlag für Mehrwertsteuer von 20%

In der Basisvorlag ist in der Spalte „MWSt-Code“ nur bei Kostenangaben ein solcher Code hinterlegt. Bei allen anderen Eingabeparametern ist hier kein Eintrag vorzufinden. Damit aber die Steuersicht - Brutto funktioniert, ist bei allen anderen Zeilen der Wert „0“ in diese Spalte einzutragen, siehe Abb. 4.5.

Bezeichnung	Variable	MWSt-Code	Wert	EH
Besondere Parameter				
Anzahl der Aufzugskabinen	AUFZANZ	0	1,00	Stk
Anzahl der Aufzugstationen gesamt	AUFZSTA	0	5,00	Stationen
Kostenkennwerte Objektteile zur Ermittlung...				
Baugrube Kosten/m3	K_BAUGRV	2	23,00	€/m ³
Gründung Kosten/m2	K_GRÜNDF	2	253,00	€/m ²
Außenwand Kosten/m2	K_AWF	2	442,00	€/m ²
Anteil der Außenwand-Kosten für Rohbau Wand	F_AWFROH	0	5,00	%
Anteil der Außenwand-Kosten für Rohbau Stützen	F_AWSTÜTZ	0	30,00	%
Anteil der Außenwand-Kosten für Ausbau	F_AWFAUS	0	65,00	%
Innenwand Kosten/m2	K_INWF	2	251,00	€/m ²
Anteil Innenwand-Kosten für Rohbau Wand	F_INWFROH	0	7,00	%
Anteil der Innenwandkosten für Rohbau Stützen	F_INWSTÜTZ	0	23,00	%
Anteil der Innenwandkosten für Ausbau	F_INWFAUS	0	70,00	%
Decke Kosten/m2	K_DECKF	2	291,00	€/m ²
Anteil Decken-Kosten für Rohbau	F_DECKFROH	0	55,00	%
Anteil Decken-Kosten für Ausbau	F_DECKFAUS	0	45,00	%
Dach Kosten/m2	K_DACHF	2	400,00	€/m ²

Abb. 4.5: Einstellungen – MWSt-Code

Folgende Vorgehensweise wird empfohlen, um nicht Netto und Brutto in der Berechnung zu vermischen (führt sonst zu falschen Ergebnissen): Im ersten Schritt ist die Steuersicht im Projektkostenmanager auf Netto zu stellen. Der Programm benutzer hat nun im zweiten Schritt entweder alle Kosten inklusive oder exklusive USt anzugeben. Die Einträge in der Spalte „MWSt Code“ können ignoriert werden. Der Nachteil dieser Methode ist jedoch, dass nun ein nachträgliches Umändern der Steuersicht ein manuelles Anpassen aller Kostenkennwerte erfordert.

4.2.4 Valorisierungsmodell

Die Lebenszykluskosten können mit ABK-LEKOS entweder mit oder ohne Berücksichtigung der Valorisierung berechnet werden. Entscheidet sich der Nutzer für das Valorisierungsmodell, so werden die Kosten mit der Barwertmethode – abgezinst auf den Fertigstellungszeitpunkt (= Jahr Null des Immobilienlebens) – ermittelt. Das bedeutet, dass sämtliche Aufwendungen auf einen gemeinsamen Zeitpunkt bezogen werden, unabhängig vom Augenblick ihrer Entstehung.

Bei jährlich entstehenden Kosten wird die Berechnung inklusive Valorisierung folgendermaßen durchgeführt:¹⁰⁴

$$KO_n = KO_0 \left(\frac{q}{d}\right) * \frac{\left(\left(\frac{q}{d}\right)^n - 1\right)}{\left(\frac{q}{d} - 1\right)}$$

$$\text{Mittelwert €}/\text{Jahr} = \frac{KO_n}{n}$$

KO_n = Gesamtwert der Folgekosten in € nach n Jahren (aufsummiert über die gesamte Lebensdauer)

KO_0 = Folgekosten in €/Jahr

n = Lebensdauer der Immobilie

q = Preissteigerungsfaktor = 1 + p/100

p = jährliche Preissteigerung; z.B. für Lohn, Technik, Bau

d = Verzinsungsfaktor = 1 + r/100

r = jährliche Rendite des Kapitals

Die Verzinsung „r“ wirkt der Preissteigerung entgegen, daher kann auch der Fall eintreten, dass die verzinsten Kosten im Laufe der Zeit niedriger werden. Dies passiert, wenn „p < r → Preissteigerung < Kapitalverzinsung“ gilt.

Mit dieser Formel berechnet ABK-LEKOS z.B. die Kosten für Reinigung, Wartungsarbeiten, kleine Instandsetzungsmaßnahmen, Gebühren, Steuern etc.

¹⁰⁴ Floegl: Lebenszykluskosten – Kennzahlen für ökonomische Nachhaltigkeit von Gebäuden, 2012.

Bei Kosten, welche nach einem gewissen Intervall bzw. nach einer gewissen Frequenz auftreten, wird die Berechnung inklusive Valorisierung folgendermaßen durchgeführt:¹⁰⁵

$$KO_m = KO_0 * \left(\frac{q}{d}\right)^m$$

$$\text{Mittelwert €/Jahr} = \frac{\sum KO_m}{n}$$

KO_m = Folgekosten im Jahre m in €/Frequenz = Höhe der Kosten bewertet nach dem Jahr ihrer Entstehung

KO_0 = Kosten in €/Frequenz(Instandhaltung); Kostenbasis=Gebäudefertigstellung

m = Zeitpunkt der Kostenentstehung in Jahre=Frequenz

n = Lebensdauer der betrachteten Immobilie

q = Preissteigerungsfaktor = 1+p/100

p = jährliche Preissteigerung; z.B. für Lohn, Technik, Bau

d = Verzinsungsfaktor = 1+r/100

r = jährliche Rendite des Kapitals

Auch hier wirkt die Verzinsung „r“ der Preissteigerung entgegen, daher kann auch der Fall eintreten, dass die verzinsten Kosten zum Zeitpunkt der Entstehung niedriger sind als zum Zeitpunkt der Gebäudefertigstellung. Dies passiert, wenn „p < r → Preissteigerung < Kapitalverzinsung“ gilt.

Mit Hilfe dieser Berechnungsmethode bewertet die Software Kosten, die im Lebenszyklus nur in gewissen Abständen bzw. Frequenzen auftreten. Zum Beispiel gehören zu dieser Kategorie sämtliche große Instandsetzungen, Umbauten, Erneuerungen etc.

Anzeige der Werte in Jahresspalten

In der Dropdownliste „Werte in Jahresspalten“ werden jene Werte festgelegt, die von der Software angezeigt werden sollen (siehe dazu Abb. 4.6).

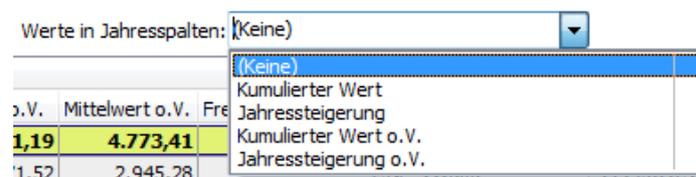


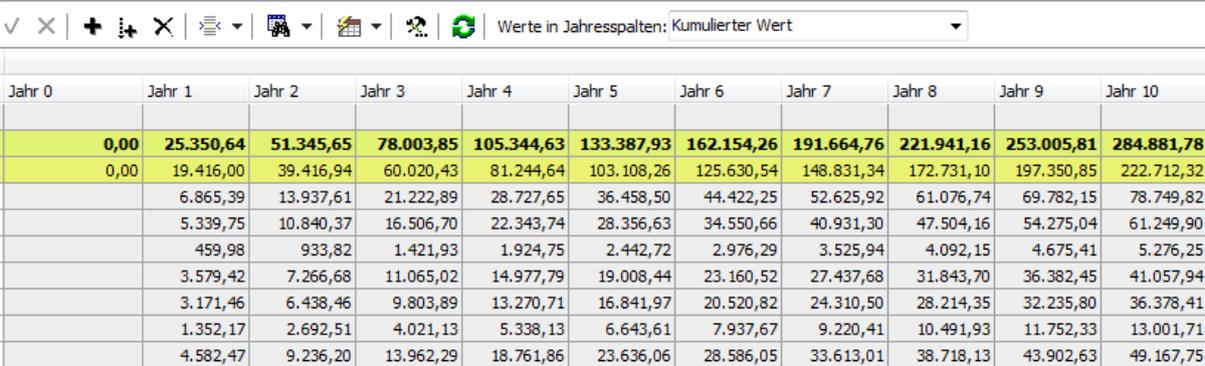
Abb. 4.6: Anzeigenauswahl für Valorisierung

¹⁰⁵ Floegl: Lebenszykluskosten – Kennzahlen für ökonomische Nachhaltigkeit von Gebäuden, 2012.

Es stehen vier Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung:

- ◆ Kumulierter Wert (berücksichtigt die Valorisierung)
- ◆ Jahressteigerung (berücksichtigt die Valorisierung)
- ◆ Kumulierter Wert o.V. (berücksichtigt keine Valorisierung)
- ◆ Jahressteigerung o.V. (berücksichtigt keine Valorisierung)

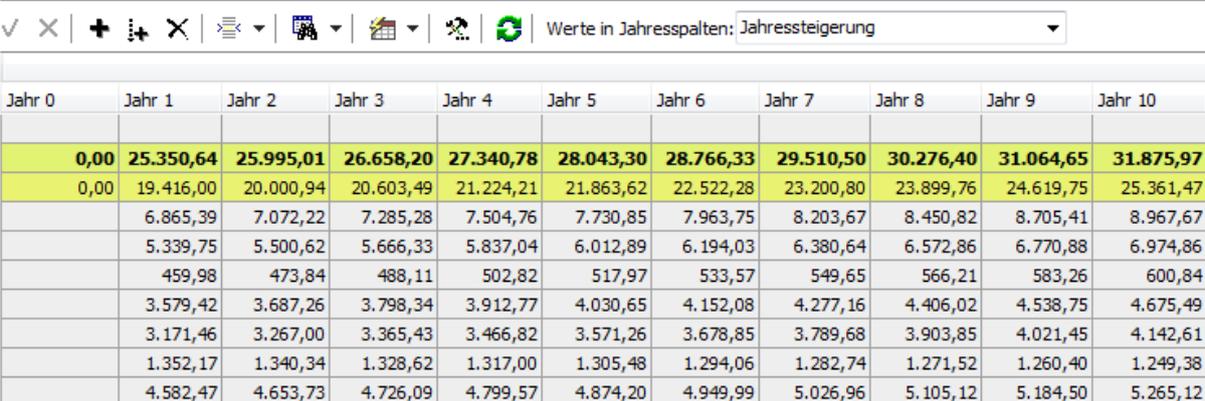
Die Anzeigeeinstellung „Kumulierter Wert“ summiert Jahr für Jahr die entstehenden Kosten und berücksichtigt die Preissteigerung sowie die Kapitalverzinsung. Es kann nun für jedes Lebensjahr die Summe ab Gebäudfertigstellungszeitpunkt abgelesen werden (Abb. 4.7).



Jahr 0	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
0,00	25.350,64	51.345,65	78.003,85	105.344,63	133.387,93	162.154,26	191.664,76	221.941,16	253.005,81	284.881,78
0,00	19.416,00	39.416,94	60.020,43	81.244,64	103.108,26	125.630,54	148.831,34	172.731,10	197.350,85	222.712,32
	6.865,39	13.937,61	21.222,89	28.727,65	36.458,50	44.422,25	52.625,92	61.076,74	69.782,15	78.749,82
	5.339,75	10.840,37	16.506,70	22.343,74	28.356,63	34.550,66	40.931,30	47.504,16	54.275,04	61.249,90
	459,98	933,82	1.421,93	1.924,75	2.442,72	2.976,29	3.525,94	4.092,15	4.675,41	5.276,25
	3.579,42	7.266,68	11.065,02	14.977,79	19.008,44	23.160,52	27.437,68	31.843,70	36.382,45	41.057,94
	3.171,46	6.438,46	9.803,89	13.270,71	16.841,97	20.520,82	24.310,50	28.214,35	32.235,80	36.378,41
	1.352,17	2.692,51	4.021,13	5.338,13	6.643,61	7.937,67	9.220,41	10.491,93	11.752,33	13.001,71
	4.582,47	9.236,20	13.962,29	18.761,86	23.636,06	28.586,05	33.613,01	38.718,13	43.902,63	49.167,75

Abb. 4.7: Werte in Jahresspalten: Kumulierter Wert

Wählt man die „Jahressteigerung“ für die Anzeige der Jahresspalten, so wird die von der Preissteigerung und Kapitalverzinsung abhängige Kostenveränderung je Jahr angezeigt. Die Kosten pro Jahr können vom jeweilig betrachteten Gebäudelebensjahr abgelesen werden (Abb. 4.8).



Jahr 0	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
0,00	25.350,64	25.995,01	26.658,20	27.340,78	28.043,30	28.766,33	29.510,50	30.276,40	31.064,65	31.875,97
0,00	19.416,00	20.000,94	20.603,49	21.224,21	21.863,62	22.522,28	23.200,80	23.899,76	24.619,75	25.361,47
	6.865,39	7.072,22	7.285,28	7.504,76	7.730,85	7.963,75	8.203,67	8.450,82	8.705,41	8.967,67
	5.339,75	5.500,62	5.666,33	5.837,04	6.012,89	6.194,03	6.380,64	6.572,86	6.770,88	6.974,86
	459,98	473,84	488,11	502,82	517,97	533,57	549,65	566,21	583,26	600,84
	3.579,42	3.687,26	3.798,34	3.912,77	4.030,65	4.152,08	4.277,16	4.406,02	4.538,75	4.675,49
	3.171,46	3.267,00	3.365,43	3.466,82	3.571,26	3.678,85	3.789,68	3.903,85	4.021,45	4.142,61
	1.352,17	1.340,34	1.328,62	1.317,00	1.305,48	1.294,06	1.282,74	1.271,52	1.260,40	1.249,38
	4.582,47	4.653,73	4.726,09	4.799,57	4.874,20	4.949,99	5.026,96	5.105,12	5.184,50	5.265,12

Abb. 4.8: Werte in Jahresspalten: Jahressteigerung

Bei Auswahl der Option „Kumulierter Wert o.V.“ werden die Kosten für jedes Jahr ab Fertigstellungszeitpunkt aufsummiert. Eine Preissteigerung bzw. Kapitalverzinsung wird hierbei nicht berücksichtigt (Abb. 4.9).

Jahr 0	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
0,00	24.724,59	49.449,18	74.173,77	98.898,36	123.622,95	148.347,54	173.072,13	197.796,72	222.521,31	247.245,90
0,00	18.848,18	37.696,36	56.544,54	75.392,72	94.240,90	113.089,08	131.937,26	150.785,44	169.633,62	188.481,80
	6.664,61	13.329,22	19.993,83	26.658,44	33.323,05	39.987,66	46.652,27	53.316,88	59.981,49	66.646,10
	5.183,59	10.367,18	15.550,77	20.734,36	25.917,95	31.101,54	36.285,13	41.468,72	46.652,31	51.835,90
	446,53	893,06	1.339,59	1.786,12	2.232,65	2.679,18	3.125,71	3.572,24	4.018,77	4.465,30
	3.474,74	6.949,48	10.424,22	13.898,96	17.373,70	20.848,44	24.323,18	27.797,92	31.272,66	34.747,40
	3.078,71	6.157,42	9.236,13	12.314,84	15.393,55	18.472,26	21.550,97	24.629,68	27.708,39	30.787,10
	1.364,10	2.728,20	4.092,30	5.456,40	6.820,50	8.184,60	9.548,70	10.912,80	12.276,90	13.641,00
	4.512,31	9.024,62	13.536,93	18.049,24	22.561,55	27.073,86	31.586,17	36.098,48	40.610,79	45.123,10

Abb. 4.9: Werte in Jahresspalten: Kumulierter Wert ohne Valorisierung

Wird die Anzeige der Werte in Jahresspalten auf „Jahressteigerung o.V.“ gestellt, so erhält man lediglich die Darstellung der jährlich entstehenden Kosten pro Jahr, ohne Berücksichtigung der Preissteigerung bzw. Kapitalverzinsung. Die Kosten sind daher Jahr für Jahr in gleicher Höhe angegeben (Abb. 4.10).

Jahr 0	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
0,00	24.724,59	24.724,59	24.724,59	24.724,59	24.724,59	24.724,59	24.724,59	24.724,59	24.724,59	24.724,59
0,00	18.848,18	18.848,18	18.848,18	18.848,18	18.848,18	18.848,18	18.848,18	18.848,18	18.848,18	18.848,18
	6.664,61	6.664,61	6.664,61	6.664,61	6.664,61	6.664,61	6.664,61	6.664,61	6.664,61	6.664,61
	5.183,59	5.183,59	5.183,59	5.183,59	5.183,59	5.183,59	5.183,59	5.183,59	5.183,59	5.183,59
	446,53	446,53	446,53	446,53	446,53	446,53	446,53	446,53	446,53	446,53
	3.474,74	3.474,74	3.474,74	3.474,74	3.474,74	3.474,74	3.474,74	3.474,74	3.474,74	3.474,74
	3.078,71	3.078,71	3.078,71	3.078,71	3.078,71	3.078,71	3.078,71	3.078,71	3.078,71	3.078,71
	1.364,10	1.364,10	1.364,10	1.364,10	1.364,10	1.364,10	1.364,10	1.364,10	1.364,10	1.364,10
	4.512,31	4.512,31	4.512,31	4.512,31	4.512,31	4.512,31	4.512,31	4.512,31	4.512,31	4.512,31

Abb. 4.10: Werte in Jahresspalten: Jahressteigerung ohne Valorisierung

4.2.5 Parameter

ABK-LEKOS besitzt keine hinterlegte Objektdatenbank. Dies bedeutet, dass alle von der Basisvorlage abweichenden Eingabewerte, wie unter anderem Kostenkennwerte, Faktoren, Frequenzen, Preissteigerungen usw., vom Programm benutzer selbst recherchiert werden müssen.

Die meisten Eingabeparameter und Kennwerte werden direkt vom Programm vorgeschlagen. Die Faktoren stammen zum Teil vom Berechnungsmodellersteller (u.a. Erfahrungswerte) und zum Teil aus dem BKI (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern) und sind als Sollwerte angegeben (von-bis Werte). Eine Hilfestellung, welcher Wert für welchen Ausführungstyp verwendet werden soll, ist in der Software nicht vorhanden. Diese hinterlegten Faktoren sind jedoch nur als Anhaltswerte gedacht und sind daher nur dann zu übernehmen, wenn dem Programm benutzer keine genaueren bzw. eigenen Werte vorliegen. ABK-LEKOS ist so aufgebaut, dass alle vorkommenden Werte geändert werden können. Auch das Berechnungsmodell kann einfach abgeändert werden. Der Programm anwender hat dadurch die Möglichkeit, neue

Zeilen mit neuen Berechnungsformeln und Kostenkennwerten einzufügen. Diese Adaptierungen können dann als neue Vorlage abgespeichert und für zukünftige Projekte übernommen werden.

Es kann auch mit den hinterlegten Werten (Faktoren und Kennwerte aus dem BKI bzw. vom Berechnungsmodellhersteller) gearbeitet werden, wenn noch kein genauerer Dateninput seitens des Programmanwenders verfügbar ist. Mit den schon enthaltenen Faktoren lässt sich dann z.B. das Baugrubenvolumen über die Brutto-Grundfläche (BGF) ermitteln. Dieses Prinzip ist in Abb. 4.11 zu erkennen (siehe blau markierte Zeilen). Die BGF ist aber in jedem Fall selbst festzulegen.

Allgemein						
Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH	Sollwert Von	Sollwert Bis
Allgemeine Flächengrößen						
Grundstücksfläche	GSTF		360,00 m ²			
▶ Brutto-Grundfläche	BGF		1.542,41 m ²			
Brutto-Rauminhalt	BRI		5.325,50 m ³			
Netto-Grundfläche	NGF		1.258,52 m ²			
Nutzfläche	NF		956,26 m ²			
Brutto-Grundfläche beheizt	BGFbeheizt		1.160,90 m ²			
Brutto-Grundfläche klimatisiert	BGFklimatisiert		1.160,90 m ²			
Grünfläche	GRÜNF		0,00 m ²			
Befestigte Außenflächen	BEFAF		57,00 m ²			
Parameter für Ermittlung der Mengen mit Kennw...						
• Faktor Ermittlung Volumen Baugrube/BGF	F_BAUGRV		1,05		0,79	1,53
Faktor Ermittlung Fläche für Gründung/BGF	F_GRÜNDF		0,38		0,33	0,58
Faktor Ermittlung Fläche der Außenwandkonstruktion/BGF	F_AWF		0,78		0,68	0,98
Faktor Ermittlung Fläche der Innenwandkonstruktion/BGF	F_INWF		0,77		0,65	0,85
Faktor Ermittlung der Dachfläche/BGF	F_DACHF		0,66		0,60	0,74
Faktor Ermittlung für Deckenflächen/BGF	F_DECKF		0,42		0,36	0,62
Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten						
• Volumen Baugrube	BAUGRV	BGF*F_BAUGRV	1.619,53 m ³			
Fläche für Gründung	GRÜNDF	BGF*F_GRÜNDF	586,12 m ²			
Außenwände	AWF	BGF*F_AWF	1.203,08 m ²			

4 gewählt/86

Details Checkliste (0) Prüfprotokoll

Brutto-Grundfläche
BGF = **1542,41 m²**

Formel: ... X

Abb. 4.11: Ermittlung von Flächen und Volumina über Sollwerte (hier vom BKI)

Alle aus dem BKI stammenden und im Programm hinterlegten Kostenkennwerte enthalten die deutsche Mehrwertsteuer von 19%. Daher sind entweder alle anderen Kosten auch Brutto einzugeben oder es ist die Mehrwertsteuer von den BKI-Kostenkennwerten abzuziehen. Letzteres ist vom Programmbenutzer selbst durchzuführen. Daraus folgt, dass dann aber auch alle anderen Kosten Netto einzugeben sind.

Das Programm bietet zur Kontrolle der Parameter zwei Register:

- ◆ **Checkliste:** Es werden alle Eingabewerte aufgelistet, welche vom Benutzer zu kontrollieren (= empfohlen) bzw. zwingend einzugeben sind (= vorgeschrieben). Das Layout der Checkliste ist in Abb. 4.12 zu sehen.

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

Abb. 4.12: Checkliste

- ◆ **Prüfprotokoll:** Im Prüfprotokoll erstellt das Programm nach einem Berechnungsvorgang eine Liste mit allen dabei aufgetretenen Fehler (siehe Abb. 4.13).

Zeile	Bereich	Meldung
10.2200	Objektkenndaten	Fehler bei Formelberechnung: >Variable >F_GRÜNDF< nicht gefunden! (Pos. 12)<
80.400	Parameter Instandsetzung	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.200	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.600	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<
110.900	Kennwerte	Fehler bei Formelberechnung: >Division durch Null<

Abb. 4.13: Prüfprotokoll

Die von der Software empfohlenen Parameter und Voreinstellungswerte, welche vom Programmierer in jedem Fall kontrolliert bzw. angepasst werden sollen, sind farblich mit orange gekennzeichnet. Diese sind zusätzlich in der Checkliste aufgelistet, siehe Abb. 4.14. Durch Setzen eines Häkchen in der Spalte „Geprüft“ und/oder durch Eingabe eines Wertes erlischt der Eintrag in der Checkliste und die Schriftfarbe der Zeile ändert sich auf Schwarz.

Zeile	Bereich	Bezeichnung	Wert	EH	Prüfung/Eingabe
2.900	Objektkenndaten	Fenster/Glasflächen außen	120,31	m ²	empfohlen
3.150	Objektkenndaten	Fassadenfläche außen	5,00	m ²	vorgeschrieben
3.400	Objektkenndaten	Glasflächen innen	842,16	m ²	empfohlen
10.3800	Objektkenndaten	Büro- und Wohnflächen	0,00	m ²	vorgeschrieben

Abb. 4.14: Checkliste, nicht geprüfte empfohlene Werte

Alle für eine ordnungsgemäße Berechnung notwendigen Eingaben werden mit roter Schriftfarbe gekennzeichnet und sind außerdem in der Checkliste eingetragen. Wird ein solch vorgeschriebener Wert dann eingetragen, so erlischt der Eintrag in der Checkliste und die Schriftfarbe der Zeile ändert sich auf Schwarz, siehe Abb. 4.15.

FAV	Bezeichnung	Variable	Wert	EH	Geprüft
Allgemeine Flächengrößen					
I	★ Grundstücksfläche	GSTF		m ²	<input type="checkbox"/>
	★ Brutto-Grundfläche	BGF		m ²	<input type="checkbox"/>
	★ Brutto-Rauminhalt	BRI		m ³	<input type="checkbox"/>
	★ Netto-Grundfläche	NGF		m ²	<input type="checkbox"/>
	★ Nutzfläche	NF	150,00	m ²	<input checked="" type="checkbox"/>
	★ Brutto-Grundfläche beheizt	BGFbeheizt		m ²	<input type="checkbox"/>

Zeile	Bereich	Bezeichnung	Wert	EH	Prüfung/Eingabe
10.200	Objektkennndaten	Grundstücksfläche	0,00	m ²	vorgeschrieben
10.300	Objektkennndaten	Brutto-Grundfläche	0,00	m ²	vorgeschrieben
10.400	Objektkennndaten	Brutto-Rauminhalt	0,00	m ³	vorgeschrieben
10.500	Objektkennndaten	Netto-Grundfläche	0,00	m ²	vorgeschrieben
10.700	Objektkennndaten	Brutto-Grundfläche beheizt	0,00	m ²	vorgeschrieben

Abb. 4.15: Checkliste, nicht geprüfte und vorgeschriebene Werte

Da die Software vor allem für die frühe Planungsphase zu verwenden ist, sind als Input meist keine genauen Daten erforderlich. Die Kosten für eine Wand werden z.B. über Kosten pro m² Wand ermittelt, wobei die Wandfläche automatisch über die Brutto-Grundfläche und einem Faktor (m² Wand pro BGF) berechnet wird.

Die Kosten für den Fußbodenaufbau werden beispielsweise über einen einstellbaren Prozentanteil von den gesamten Deckenkosten berechnet, welche damit in einen Anteil für Rohbau und einen Anteil für Ausbau (entspricht Fußbodenaufbau) aufgliedert werden. Beispiel zur Berechnung der Deckenkosten:

$$\begin{aligned} \text{Decke Kosten/m}^2 & \cdot \text{Anteil Decken} - \text{Kosten für Rohbau (z.B. 55\%)} \\ & \cdot \text{Anteil Decken} - \text{Kosten für Ausbau (z.B. 45\%)} \end{aligned}$$

4.3 Eingabe

Nach dem Anlegen eines neuen Projektes und dem Auswählen einer Vorlage kann mit dem Eingeben der Daten begonnen werden.

Im Menü Eckdaten sind die Lebensdauer der Immobilie und das zu verwendende Valorisierungsmodell für die Berechnung anzugeben. In weiterer Folge ist die aktuelle Steuersicht (Kosten inklusive oder exklusive Umsatzsteuer) ersichtlich. Die Darstellung dieses Menüs ist in Abb. 4.16 ersichtlich.

Das Berechnungsmodell erfordert für eine Berechnung mehrere Eingabeparameter. Neben diversen Werten, wie z.B. Grundstücksfläche, Brutto-Grundfläche, Brutto-Rauminhalt, Grünflächen, Glasflächen (vertikal und nicht vertikal), Sanitärflächen, Anzahl Aufzüge (inkl. Stationen) usw., ist auch die geplante Dachkonstruktion auszuwählen. Werden die Standard-Werte für Kosten und

Flächenermittlungen von der Basisvorlage beibehalten, kann das Programm bereits jetzt einen Berechnungsdurchgang durchführen.

Abb. 4.16: Eckdaten

Die Eingabe eines Projektes erfolgt im Reiter „Parameter und Kosten“ anhand von vier Bereichen (Abb. 4.17):

- ◆ Basisparameter
- ◆ Errichtungskosten
- ◆ Parameter Folgekosten
- ◆ Folgekosten

Das Ergebnis ist entweder im Register „Parameter und Kosten“ unter dem Bereich „Ergebnisse“ oder im Register „Auswertungen“ ersichtlich.

Abb. 4.17: Register Parameter und Kosten; Auswertungen

4.3.1 Basisparameter

Objektkenndaten

Als erstes erfordert das Programm die Eingabe der Allgemeinen Flächengrößen (Abb. 4.18) wie z.B. die Brutto-Grundfläche, Netto-Grundfläche, Grundstücksfläche etc. Die hier gewählten Werte und Flächen werden später für die Berechnung der Errichtungskosten und Folgekosten herangezogen.

ZNr	Bezeichnung	Variable	Geprüft	Formel	Wert	EH
100	Allgemeine Flächengrößen		<input type="checkbox"/>			
200	Grundstücksfläche	GSTF	<input checked="" type="checkbox"/>		360,00	m²
300	Brutto-Grundfläche	BGF	<input checked="" type="checkbox"/>		1.542,41	m²
400	Brutto-Rauminhalt	BRI	<input checked="" type="checkbox"/>		5.325,50	m³
500	Netto-Grundfläche	NGF	<input checked="" type="checkbox"/>		1.258,52	m²
600	Nutzfläche	NF	<input checked="" type="checkbox"/>		956,26	m²
700	Brutto-Grundfläche beheizt	BGFbeheizt	<input checked="" type="checkbox"/>		1.160,90	m²
800	Brutto-Grundfläche klimatisiert	BGFklimatisiert	<input checked="" type="checkbox"/>		1.160,90	m²
900	Grünfläche	GRÜNF	<input checked="" type="checkbox"/>		0,00	m²
1.000	Befestigte Außenflächen	BEFAF	<input checked="" type="checkbox"/>		57,00	m²

Abb. 4.18: Basisparameter – Objektkenndaten

Über Faktoren, welche zum Großteil aus dem BKI stammen, werden die Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten errechnet. Wenn möglich sollten aber die Flächen- und Kostenkennwerte vom Programm benutzer selbst eingegeben werden. Bei Anwendung an einem individuellen Gebäude, könnte die Verwendung von BKI-Faktoren zu teilweise unzulässigen und erheblichen Abweichungen führen.

Das Rechenmodell geht besonders genau auf die Flächenwerte für Folgekosten ein. Neben sämtlichen Flächenangaben für die Glasfassaden, Sanitärflächen horizontal und vertikal, Gänge, Treppen, Garage, Fenster-/Glasflächen innen und außen, Jalousieflächen etc., erfordert das Programm auch Angaben zu den Ausmalflächen der Decken bzw. Wänden und der benötigten Nutzfläche je Nutzer.

In weiterer Folge wird vom Programm für die Glasfassaden-, Fenster- und Jalousieflächenreinigung unterschieden, ob diese Arbeiten mit oder ohne Arbeitsbühne durchführbar sind. Ist eine solche Bühne erforderlich, so wird die Miete für dieses Gerät in den Folgekosten berücksichtigt.

In der untersuchten Basisvorlage wird die Innenglasfläche genau so groß wie die Glasfassadenfläche außen gewählt. Die Jalousiefläche genau so groß wie die Innenglasfläche. Diese Formeln

sind vom Programmbenutzer in jedem Fall zu korrigieren und auf das zu untersuchende Gebäude abzustimmen.

Die Ausmalfläche für die Wände entspricht der zweifachen Innenwandfläche, die Ausmalfläche für die Decke ist die gesamte Deckenfläche. Das Ausmalen der Außenwände wird sowohl innen, als auch außen nicht berücksichtigt. Danach ist die Anzahl der Aufzugskabinen und die Summe aller Aufzugsstationen einzugeben.

Bei den befestigten Außenflächen ist zu beachten, dass aufgrund der Folgekosten für die Schneeräumung und Reinigung auch die Fläche des Gehsteiges vor dem Gebäude hinzuzuzählen ist.

Am Ende der Gruppe „Objektkenndaten“ sind die Kostenkennwerte der Objektteile zur Ermittlung der Errichtungskosten festzulegen. Diese stammen aus dem BKI und enthalten die deutsche Mehrwertsteuer (19%). Hier können die vom Programm empfohlenen Werte (Sollwert von-bis) übernommen werden. Diese Kennwerte beziehen sich auf [€/m²], [€/m³] oder [€/BGF]. Beispiele dafür sind die Außenwandkosten [€/m²], der Anteil der Außenwandkosten für Rohbau Wand/Stützen/Ausbau [%], die Decken-/Dachkosten [€/m²], die Anlagenkosten für Abwasser, Wasser, Gas, Wärmeversorgung, Starkstrom, Gebäudeautomation [€/m²BGF] etc.

Zu beachten ist, dass der Programmanwender auch alle Flächenwerte und Kostenkennwerte selbst bestimmen und eingeben kann bzw. sogar soll. In der Vorlageversion werden lediglich Werte empfohlen. Dies ist besonders in einer frühen Planungsphase von Vorteil, weil hier der Informationsstand über die Immobilie noch entsprechend gering ist. Weiters können problemlos neue Zeilen, Variablen und Formeln erstellt werden, um individuell auf das zu untersuchende Gebäude eingehen zu können.

4.3.2 Errichtungskosten

In diesem Bereich werden die Errichtungskosten des Gebäudes ermittelt und standardmäßig nach der Kostenstruktur (Baugliederung) der ÖNORM B 1801-1 gegliedert. Eine Kostenhauptgruppe (KHG) addiert die Kosten aller zugehörigen Kostenarten (KOA), die Kostenuntergruppen (KUG) werden bei der Summenbildung der KHG ignoriert.

Allgemein ist festzuhalten, dass ABK-LEKOS eine Vielzahl der einzelnen Errichtungskosten über „Sonstiges“ pauschalisiert berechnet. Hat der Programmbenutzer bereits genauere Kostendaten zur Verfügung, dann ist es sehr einfach diese den entsprechenden Kostenarten zuzuordnen.

Die einzelnen Gruppen der Errichtungskosten werden nachfolgend laut Strukturierung in ABK-LEKOS beschrieben (siehe Abb. 4.19).

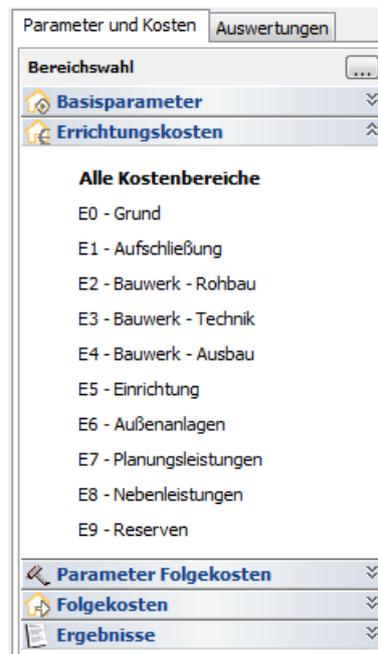


Abb. 4.19: Errichtungskosten

Alle Kostenbereiche

Die Software bietet in der Gruppe „Alle Kostenbereiche“ die Möglichkeit, eigene Überschriften (Ü), Kostenhauptgruppen (KHG), Kostenuntergruppen (KUG), Kostenarten (KOA) und Summe von Kostengruppen (SKG) zu erstellen (siehe Abb. 4.20). Somit lässt sich die voreingestellte Gliederung nach ÖNORM B 1801-1 bei Bedarf auch umändern bzw. erweitern.

Ändert man die bestehende Kostenstruktur, so ist eine richtige Bezeichnung der Hierarchie und Nummer erforderlich. Eine besondere Vorsicht ist geboten, da in diesem Schritt einiges falsch gemacht werden kann. Man hat stets zu kontrollieren, ob die Kosten nach Änderung noch richtig berechnet und summiert werden. Vor allem die einzugebende Nummer darf nur ein einziges Mal vorkommen. Zum Beispiel addiert die KHG E2 alle Kostenarten mit der Nummer E2.X.XX.X. Bei einer neu erstellten Kostenart ist darauf zu achten, dass als Hierarchietyp „KOA“ und die Nummer mit E2 beginnend gewählt wird. In weiterer Folge addiert z.B. die Kostenuntergruppe E2.D.03 alle Kostenarten, die mit E2.D.03.X beginnen.

Allgemein						
Hierarchietyp	Nummer	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Ü	E	Objekt-Errichtung				
KHG	E0	Grund		#SUM	278.100,00 €	
KOA	E0.A	Allgemein			0,00 €	
KOA	E0.B	Grunderwerb	Grunderwerb	750*GSTF	270.000,00 €	
KOA	E0.S	Sonstiges für Grund		0,03*Grunderwerb	8.100,00 €	
KHG	E1	Aufschließung		#SUM	30.000,00 €	
KOA	E1.A	Allgemein			€	
KOA	E1.B	Baureifmachung			€	
KOA	E1.C	Erschließung			€	
KOA	E1.E	Provisorien			€	
KOA	E1.S	Sonstiges für Aufschließung			30.000,00 €	
KHG	E2	Bauwerk - Rohbau		#SUM	1.002.501,98 €	
KOA	E2.A	Allgemein			€	
KOA	E2.B	Erdarbeiten, Baugrube		BAUGRV*K_BAUGRV	37.249,19 €	
KOA	E2.C	Gründungen, Bodenkonstruktionen		GRÜNDF*K_GRÜNDF	148.288,36 €	
KUG	E2.D	Horizontale Baukonstruktionen		#SUM	424.193,99 €	
KOA	E2.D.01	Deckenkonstruktionen		DECKF*F_DECKFROH/100*K_DECKF	103.681,99 €	
KOA	E2.D.02	Treppenkonstruktionen		STIEGF*500	15.115,00 €	

35/142

Details Checkliste (0) Prüfprotokoll

Stützenkonstruktionen Formel:

Abb. 4.20: Errichtungskosten – Alle Kostenbereiche

E0 - Grund

In der Gruppe „Grund“ sind die Kosten für Grunderwerb, Steuern, Abfindungen usw. vom Programm benutzer selbst einzugeben. Hier sind in der Vorlageversion keine Richtwerte bzw. Empfehlungen hinterlegt, siehe Abb. 4.21.

Hiera	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E0	Grund	#SUM	0,00 €	
KOA	E0.A	Allgemein		0,00 €	
KOA	E0.B	Grunderwerb		0,00 €	
KOA	E0.S	Sonstiges für Grund		0,00 €	

Abb. 4.21: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E0 - Grund

Im Unterschied zur ÖNORM B 1801-1 ist in ABK-LEKOS keine Kostenart für „E0.C Grunderwerb-Nebenleistungen“ und „E0.D Spezielle Maßnahmen“ vorgesehen. Diese beiden Kostenarten sollten daher in der Zeile „E0.S Sonstiges für Grund“ zusammengefasst werden.

E1 - Aufschließung

Die Gruppe „Aufschließung“ erfasst Kosten für Erschließung, Provisorien, Abbruchmaßnahmen, Altlastenbeseitigung etc. Diese sind vom Benutzer eigenständig zu ermitteln. Es sind keine Richtwerte bzw. Empfehlungen im Berechnungsmodell hinterlegt, siehe Abb. 4.22. Laut ÖNORM B 1801-1 ist die Kostenart „E1.D Abbruch, Rückbau“ nicht vorhanden, diese Kosten sind in der Zeile „E1.S Sonstiges für Aufschließung“ einzurechnen.

Allgemein					
Hierarchietyp	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E1	Aufschließung	#SUM	30.000,00	€
KOA	E1.A	Allgemein			€
KOA	E1.B	Baureifmachung			€
KOA	E1.C	Erschließung			€
KOA	E1.E	Provisorien			€
KOA	E1.S	Sonstiges für Aufschließung		30.000,00	€

Abb. 4.22: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E1 - Aufschließung

E2 - Bauwerk-Rohbau

Die Rohbaukosten ermittelt das Programm mit den Objektkennwerten. Die Berechnung erfolgt durch Multiplizieren von Flächen bzw. Volumina mit Kostenkennwerten. Bei einigen Kostenarten werden diese Werte zusätzlich mit einem Aufteilungsfaktor für Ausbau und Rohbau aufgeteilt.

Zum Beispiel erhält man die Rohbaukosten für die Dachkonstruktion, indem die Dachfläche mit dem jeweiligen Kostenkennwert multipliziert wird. Dieser Kostenkennwert beinhaltet aber auch die Kosten für den Ausbau (Dachbeläge). Daher werden diese mit einem Aufteilungsfaktor „F_DACHFROH“ reduziert, um nur die Rohbaukosten zu erhalten, siehe dazu Abb. 4.23.

Für Treppenkonstruktionen sind keine Kostenkennwerte hinterlegt, diese sind vom Anwender selbst einzugeben.

Hierar	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E2	Bauwerk - Rohbau	#SUM	1.002.501,98	€
KOA	E2.A	Allgemein			€
KOA	E2.B	Erdarbeiten, Baugrube	BAUGRV*K_BAUGRV	37.249,19	€
KOA	E2.C	Gründungen, Bodenkonstruktionen	GRÜNDF*K_GRÜNDF	148.288,36	€
KUG	E2.D	Horizontale Baukonstruktionen	#SUM	424.193,99	€
KOA	E2.D...	Deckenkonstruktionen	DECKF*F_DECKFROH/100*K_DECKF	103.681,99	€
KOA	E2.D...	Treppenkonstruktionen	STIEGF*500	15.115,00	€
KUG	E2.D...	Dachkonstruktionen	#SUM	305.397,00	€
KOA	E2.D...	Dachkonstruktion Beton	DACHF*F_DACHFROH/100*K_DACHF	305.397,00	€
KOA	E2.D...	Dachkonstruktion Holz		0,00	€
KOA	E2.D...	Dachkonstruktion Stahl		0,00	€
KOA	E2.D...	Dachkonstruktion Sonstige		0,00	€
KOA	E2.D.S	Sonstiges Horizontale Baukonstruktionen		0,00	€
KUG	E2.E	Vertikale Baukonstruktionen	#SUM	275.547,28	€
KUG	E2.E.01	Aussenwandkonstruktionen	#SUM	26.588,07	€
KOA	E2.E...	Aussenwandkonstruktionen Ziegel		0,00	€
KOA	E2.E...	Aussenwandkonstruktionen Beton	AWF*F_AWFROH/100*K_AWF	26.588,07	€
KOA	E2.E...	Aussenwandkonstruktionen Holz		0,00	€
KOA	E2.E...	Aussenwandkonstruktionen Stahl		0,00	€
KOA	E2.E...	Aussenwandkonstruktionen Sonstige		0,00	€
KOA	E2.E.02	Innenwandkonstruktionen	INWF*F_INWFROH/100*K_INWF	20.867,19	€
KOA	E2.E.03	Stützenkonstruktionen	AWF*F_AWSTÜTZ/100*K_AWF+INWF*F_INWSTÜTZ/100*K_INWF	228.092,02	€
KOA	E2.E.04	Spezielle Konstruktionen		0,00	€
KOA	E2.E.S	Sonstiges Vertikale Baukonstruktionen		0,00	€
KOA	E2.S	Rohbau Sonstiges	BGF*(K_SBK+K_BKEINB)	117.223,16	€

Abb. 4.23: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E2 - Bauwerk-Rohbau

ABK-LEKOS berücksichtigt zusätzliche Kosten für „Rohbau Sonstiges“, die Kostenkennwerte werden vom BKI übernommen. Der Vergleich mit der ÖNORM B 1801-1 zeigt, dass die Kostenart „E2.G Rohbau zu Bauwerk-Technik“ im Berechnungsmodell nicht angeführt. Diese Kosten sind unter „Rohbau Sonstiges“ zu erfassen.

E3 - Bauwerk-Technik

Die Kosten für die Bauwerk-Technik werden sehr allgemein und undetailliert über die Objektkenndaten ermittelt. Die Basisvorlage geht nicht genau auf diese Elemente ein, siehe Abb. 4.24.

In der jeweiligen Kostenhauptgruppe wird die Brutto-Grundfläche mit dem zugehörigen Kostenfaktor multipliziert. Dieser Betrag ist dann jeweils der Kostenart „Sonstiges“ zugeordnet. Zum Beispiel sind die Kosten für die Heizung, Klimatisierung, Lüftung, Sanitär-/Gasanlagen, Fernmelde & Informationstechnische Anlagen, Starkstromanlagen, Gebäudeautomation und spezielle Anlagen jeweils über den Posten „Sonstiges“ berechnet.

Für Förderanlagen hat jeder Nutzer selbst die Anschaffungskosten abzuschätzen, ABK-LEKOS hat hier keinen Richtwert hinterlegt.

Hält der Programmanwender die empfohlenen Kosten „Sonstiges“ für zu ungenau, so sind sämtliche Werte selbst festzulegen. Die Software bietet hier keinerlei Hilfestellung.

Allgemein					
Hierar	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E3	Bauwerk - Technik	#SUM	935.970,57 €	
KOA	E3.A	Allgemein		0,00 €	
KOA	E3.B	Förderanlagen			€
KUG	E3.C	Wärmeversorgungsanlagen	#SUM	107.968,70 €	
KOA	E3.C.01	Wärmeerzeugungsanlagen		0,00 €	
KOA	E3.C.02	Wärmeverteilnetze		0,00 €	
KOA	E3.C.03	Raumheizflächen		0,00 €	
KOA	E3.C.S	Sonstige Wärmeversorgungsanlagen	BGF*K_WÄRMEANL	107.968,70 €	
KUG	E3.D	Klima-/Lüftungsanlagen	#SUM	67.866,04 €	
KOA	E3.D.01	Lüftungsanlagen		0,00 €	
KOA	E3.D.02	Teilklimaanlagen		0,00 €	
KOA	E3.D.03	Klimaanlagen		0,00 €	
KOA	E3.D.04	Kälteanlagen		0,00 €	
KOA	E3.D.05	Prozesslufttechnische Anlagen		0,00 €	
KOA	E3.D.S	Sonstige Klima-/Lüftungsanlagen	BGF*K_LUFTANL	67.866,04 €	
KUG	E3.E	Sanitär-/Gasanlagen	#SUM	80.205,32 €	
KOA	E3.E.01	Abwasseranlagen		0,00 €	
KOA	E3.E.02	Wasseranlagen		0,00 €	
KOA	E3.E.03	Gasanlagen		0,00 €	
KOA	E3.E.04	Feuerlöschanlagen		0,00 €	
KOA	E3.E.S	Sonstige Sanitär-/Gasanlagen	BGF*K_WASGAS	80.205,32 €	
KUG	E3.F	Starkstromanlagen	#SUM	165.037,87 €	
KOA	E3.F.01	Hoch-/Mittelspannungsanlage		0,00 €	
KOA	E3.F.02	Eigenstromversorgung		0,00 €	
KOA	E3.F.03	Niederspannungsschaltanlagen		0,00 €	

Abb. 4.24: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E3 - Bauwerk-Technik

Die Gebäude-Technik-Kosten sind in der Basisvorlage lediglich von der Brutto-Grundfläche abhängig. Die Größe der gewählten Anlage und die damit verbundenen Anschaffungskosten können unter „Objektkennndaten“ gesteuert werden. Die Software hält hier „Sollwerte von-bis“ aus dem BKI bereit. Benötigt ein Gebäude aufgrund hoher Glasfassadenanteile große Lüftungs- und Klimageräte, dann wird dies daher nicht automatisch berücksichtigt. Der Programm benutzer hat die höheren Aufwendungen selbst festzulegen.

E4 - Bauwerk-Ausbau

Die Ausbaurkosten ermittelt das Programm mit den Daten aus der Gruppe „Objektkennndaten“. Die Kosten werden auch hier sehr grob abgeschätzt. Unter anderem wird für die gesamten Bodenbeläge nur ein einziger, durchschnittlicher Kostenwert verwendet. Dem Anwender steht es natürlich auch an dieser Stelle frei, mehrere unterschiedliche Bodenbeläge, inklusive deren Kosten, durch das Einfügen neuer Zeilen zu definieren.

Die Berechnung der Basisvorlage erfolgt durch Multiplizieren der Brutto-Grundfläche mit Kostenkennwerten und Aufteilungsfaktoren (Rohbau - Ausbau). Zum Beispiel erhält man die Ausbaurkosten für das Flachdach, indem die Dachfläche mit dem jeweiligen Kostenkennwert multipliziert wird. Dieser Kostenkennwert beinhaltet aber auch die Kosten für den Rohbau (Dachkonstruktion) und wird daher mit einem Aufteilungsfaktor „F_DACHFAUS“ verringert, um nur die Ausbaurkosten zu erhalten, siehe Abb. 4.25 (blau markierte Zeile).

Hierarch	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E4	Bauwerk - Ausbau	#SUM	862.473,68 €	
KOA	E4.A	Allgemein		0,00 €	
KUG	E4.B	Dachverkleidung	#SUM	101.799,00 €	
KUG	E4.B.01	Dachbeläge	#SUM	101.799,00 €	
KOA	E4.B.01.a	Flachdach	DACHF*F_DACHFAUS/100*K_DACHF	101.799,00 €	
KOA	E4.B.01.b	Steildach Ziegel		€	
KOA	E4.B.01.c	Steildach Betonstein		0,00 €	
KOA	E4.B.01.d	Steildach Blechdeckung		0,00 €	
KOA	E4.B.01.s	Dachbeläge Sonstige		0,00 €	
KOA	E4.B.02	Dachfenster/-öffnungen		0,00 €	
KOA	E4.B.03	Balkon-/Terrassenbeläge		0,00 €	
KOA	E4.B.S	Sonstige Dachverkleidung		0,00 €	
KUG	E4.C	Fassadenhülle	#SUM	371.691,38 €	
KOA	E4.C.01	Fassadenverkleidungen	AWF*F_AWFAUS/100*K_AWF	345.644,88 €	
KOA	E4.C.02	Fassadenöffnungen	GLASF*150+Außtür*2000	26.046,50 €	
KOA	E4.C.03	Sonnenschutz		0,00 €	
KOA	E4.C.S	Sonstige Fassadenhülle		0,00 €	
KUG	E4.D	Innenausbau	#SUM	388.983,30 €	
KOA	E4.D.01	Bodenbeläge	DECKF*F_DECKFAUS/100*K_DECKF	84.830,72 €	
KOA	E4.D.02	Wandverkleidungen	INWF*F_INWFAUS/100*K_INWF	208.671,86 €	
KOA	E4.D.03	Deckenverkleidungen	DECKF*F_DECKFAUS/100*K_DECKF	84.830,72 €	
KOA	E4.D.04	Innentüren, Innenfenster	150*71	10.650,00 €	
KOA	E4.D.05	Innenwandelemente		0,00 €	
KOA	E4.D.S	Sonstiger Innenausbau		0,00 €	

Abb. 4.25: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E4 - Bauwerk-Ausbau

E5 - Einrichtung

In der Gruppe „Einrichtung“ werden die Kosten für Betriebseinrichtungen und Ausstattungen erfasst. Unter anderem gehören hierzu Küchen, Wäschereien, Kälteanlagen, Entsorgungsanlagen usw. Standardmäßig berechnet das Programm diese Kosten pauschal über die Position „Sonstige Einrichtung“, und zwar mit einem Wert von 20% der Bauwerkskosten (Abb. 4.26).

Hiera	Numr	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E5	Einrichtung	#SUM	508.981,23 €	
KOA	E5.A	Allgemein		0,00 €	
KOA	E5.B	Betriebseinrichtungen		0,00 €	
KOA	E5.C	Ausstattungen, Kunstwerke		0,00 €	
KOA	E5.S	Sonstige Einrichtung	$0,2*(\#E2+\#E3+\#E4)$	508.981,23 €	

Abb. 4.26: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E5 - Einrichtung

Die ÖNORM B 1801-1 sieht die Kostenart „E5.S Sonstige Einrichtung“ nicht vor, diese Position stammt vom Berechnungsmodellhersteller.

E6 - Außenanlagen

In der Gruppe „Außenanlagen“ sind Beträge für befestigte und unbefestigte Flächen, Einfriedungen, Ausstattungen und Einrichtungen usw. einzugeben. Ändert man das Rechenmodell der Software nicht, dann werden all diese Kosten in der Zeile „Sonstige Außenanlagen“ zusammengefasst berücksichtigt. Die Höhe beträgt dabei 3% der Bauwerkskosten laut Basisvorlage, siehe Abb. 4.27.

Allgemein					
Hiera	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E6	Außenanlagen	#SUM	78.685,38 €	
KOA	E6.A	Allgemein		0,00 €	
KOA	E6.B	Geländeflächen		0,00 €	
KOA	E6.C	Befestigte Flächen		0,00 €	
KOA	E6.D	Bauteile Außenanlagen		0,00 €	
KOA	E6.S	Sonstige Außenanlagen	$0,03*(\#E2+\#E3+\#E4)$	78.685,38 €	

Abb. 4.27: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E6 - Außenanlagen

Wie auch bei den Einrichtungskosten ist die Kostenart „E6.S Sonstige Außenanlagen“ nicht in der ÖNORM B 1801-1 vorgesehen.

E7 - Planungsleistungen

Pauschal veranschlagt die Basisvorlage Kosten in der Höhe von 20% der Bauwerkskosten für die Planungsleistungen, siehe dazu Abb. 4.28.

Der Vergleich mit der ÖNORM B 1801-1 zeigt, dass ABK-LEKOS die Kostenart „E7.A Allgemein“ und „E7.B Bauherrenleistung“ nicht berücksichtigt.

Hierz	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E7	Planungsleistungen	#SUM	524.569,20	€
KOA	E7.C	Planungsleistung		0,00	€
KOA	E7.S	Sonstige Planungsleistungen	$0,2*(\#E2+\#E3+\#E4)$	524.569,20	€

Abb. 4.28: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E7 - Planungsleistungen

E8 - Nebenleistungen

Für die Nebenleistungen sind im Programm 2% der Bauwerkskosten eingerechnet, siehe Abb. 4.29.

Allgemein					
Hierz	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E8	Nebenleistungen	#SUM	52.456,92	€
KOA	E8.B	Baunebenleistungen		0,00	€
KOA	E8.S	Sonstige Nebenleistungen	$0,02*(\#E2+\#E3+\#E4)$	52.456,92	€

Abb. 4.29: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E8 - Nebenleistungen

E9 - Reserven

Die Reserven für Unvorhergesehenes, Bauherrenentscheidungen, Preisanpassungen, Marktschwankungen usw., werden mit der Zeile „Sonstige Nebenleistungen“ zusammengefasst und pauschal mit 13% der Bauwerkskosten berechnet (siehe Abb. 4.30).

Hierz	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH
KHG	E9	Reserven	#SUM	340.969,98	€
KOA	E9.A	Allgemein		0,00	€
KOA	E9.B	Reservemittel Budget		0,00	€
KOA	E9.S	Sonstige Reservemittel	$0,13*(\#E2+\#E3+\#E4)$	340.969,98	€

Abb. 4.30: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E9 - Reserven

Im Gegensatz zur ÖNORM B 1801-1 berücksichtigt ABK-LEKOS die Kostenart „E9.C Reservemittel Steuerung“ nicht.

4.3.3 Parameter Folgekosten

Im Bereich „Parameter Folgekosten“ erfolgen die für die Berechnung der Folgekosten notwendigen Eingaben. Die Basisvorlage enthält bereits alle erforderlichen Werte. Da es sich aber nur um Empfehlungen handelt, sollten diese dem individuellen Gebäude je nach Erfordernis angepasst werden. Beschreibt die Vorlage das Projekt zu ungenau, so kann der Programmbenutzer neue Folgekostenparameter (durch Definition neuer Variablen), Formeln usw. erstellen.

Die einzelnen Gruppen der „Parameter Folgekosten“ werden nachfolgend laut Strukturierung in ABK-LEKOS beschrieben (siehe Abb. 4.31).

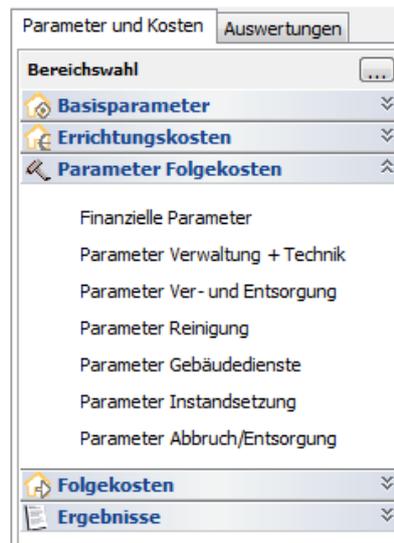


Abb. 4.31: Parameter Folgekosten

Finanzielle Parameter

In der Gruppe „Finanzielle Parameter“ befinden sich die Preissteigerungen (u.a. für Bau, Technik, Energie) und die Verzinsung. Diese Eingaben benötigt das Berechnungsmodell für die Durchführung der Lebenszykluskostenrechnung, wenn die Barwertmethode angewendet werden soll. Die Werte sind in Prozent pro Jahr [%/Jahr] anzugeben und fließen in die Berechnung der Folgekosten ein, siehe Abb. 4.32. Die Errichtungskosten bleiben hiervon unberührt, weil sich die finanziellen Parameter auf den Fertigstellungszeitpunkt (= Jahr Null des Immobilienlebens) beziehen und diese Kosten daher auch nicht abgezinst werden müssen.

Werden noch zusätzliche Preissteigerungen benötigt, so ist eine neue Zeile einzufügen. Für diese ist dann eine neue Variable zu definieren.

Ob die Lebenszykluskosten mit oder ohne Valorisierung berechnet werden sollen, ist im Programm unter „Eckdaten“ einzustellen (Abb. 4.16). Bei Ermittlung der Folgekosten ohne Barwertmethode kann daher das Nullsetzen der einzelnen finanziellen Parameter unterbleiben. Eine Umstellung unter „Eckdaten“ reicht aus.

Bezeichnung	Variable	Wert	EH
Finanzielle Parameter			
Preissteigerung Bau pBau	PBAU	3,30	%/a
Preissteigerung Technik pTechnik	PTECHNIK	2,00	%/a
Preissteigerung Verbrauchspreise pAllg	PALLG	2,00	%/a
Preissteigerung pEnergie	PENERG	6,00	%/a
Preissteigerung Lohnintensiv pLohn	PLOHN	4,50	%/a
Verzinsung r	R	2,90	%/a

Abb. 4.32: Parameter Folgekosten – Finanzielle Parameter

Parameter Verwaltung + Technik

Hier werden sämtliche Parameter für die Verwaltung und Technik festgelegt. Die empfohlenen Werte stammen entweder aus dem VDI 2067 (Verein Deutscher Ingenieure) oder direkt vom Programm ABK-LEKOS.

Das Rechenmodell berücksichtigt die Verwaltungskosten und den technischen Gebäudebetrieb mit [€/m²Nutzfläche/Jahr].

Alle anderen Faktoren sind in Prozent pro Jahr [%/Jahr] angegeben und beziehen sich auf die Herstellungskosten. Unterschieden wird dabei zwischen einem jährlichen Prozentsatz für die Wartung (W) und für die Inspektion (I). Diese sind für diverse Anlagen (u.a. für Wärmeversorgung, Klima/Lüftung, Sanitär/Gas, Starkstrom etc.), Baukonstruktionen (u.a. für Dachverkleidung, Fassadenhülle, Innenausbau, Außenanlagen), Betriebseinrichtungen und Ausstattungen/Kunstwerke einzugeben. Es können aber auch die in ABK-LEKOS hinterlegten Werte übernommen werden. Dieses Prinzip ist in Abb. 4.33 erkennbar.

Bezeichnung	Variable	Wert	EH
Verwaltungskosten			
Verwaltungskosten	VVKm2	3,08	€/m ² NF a
Technischer Gebäudebetrieb			
Technisches Gebäudemanagement	TGM	2,00	€/m ² NF a
Kosten technische Wartung/Stunde	TKh	35,00	€/h
Wartung sowie Kleine Instandsetzung, Reparatur...			
W: Wartung in % der Errichtungskosten			
I: Kleine Instands./Reparaturen in % der Errichtungskosten			
Förderanlagen			
Förderanlagen W	E3Bw	1,50	%
Förderanlagen I	E3Bi	1,00	%
Wärmeversorgungsanlagen			
Wärmeerzeugungsanlagen W	E3C01w	1,00	%
Wärmeerzeugungsanlagen I	E3C01i	2,00	%
Wärmeverteilstetze W	E3C02w	0,50	%
Wärmeverteilstetze I	E3C02i	0,50	%
Raumheizflächen W	E3C03w	0,50	%
Raumheizflächen I	E3C03i	0,50	%
Wärmeversorgungsanlagen Sonstiges W	E3CSw	0,50	%
Wärmeversorgungsanlagen Sonstiges I	E3CSi	0,50	%
Klima-/Lüftungsanlagen			
Lüftungsanlagen Rohre W	E3D01Rw	0,50	%
Lüftungsanlagen Rohre I	E3D01Ri	0,00	%
Lüftungsanlagen Ventilatoren W	E3D01Vw	10,00	%
Lüftungsanlagen Ventilatoren I	E3D01Vi	2,00	%
Anteil Ventilatoren an Lüftungsanlagen (Rest Rohre)	E3D01VAnteil	10,00	%
Teilklimaanlagen W	E3D02w	1,00	%
Teilklimaanlagen I	E3D02i	2,00	%
Klimaanlagen W	E3D03w	1,00	%

Abb. 4.33: Parameter Folgekosten – Parameter Verwaltung + Technik

Zum Beispiel entstehen für die Verwaltung und die Technik der Förderanlagen folgende Kosten pro Jahr: Für die Wartungen werden pro Jahr 1,50% und für die Inspektionen 1,00% der Herstellkosten empfohlen.

Parameter Ver- und Entsorgung

In dieser Gruppe sind Parameter für Strom- und Gaspreis, Wasserbezugs- und Abwassergebühr und Müllentsorgungskosten anzugeben. Das Programm enthält in der Basisvorlage bereits empfohlene Kostenkennwerte.

Der Aufbau und Inhalt dieses Parameterblattes ist in Abb. 4.34 erkennbar.

Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Energie				
Strompreis	KOST		0,1768	€/kWh
Gaspreis	KOGA		0,03492	€/kWh
Stromverbrauch (inkl. Beleuchtung)	STN		4,50	W/m ²
Gebäudetechnikstromverbrauch ohne Kühlen/Lüften	STT		3,50	W/m ²
Strom Verbraucher	STV kWh	STN*24*365/1000	39,42	kWh/m ² a
Strom Technische Geräte ohne Kühlen/Lüften	STT kWh	STT*24*365/1000	30,66	kWh/m ² a
Heizung + Warmwasser	HEIZ kWh		60,00	kWh/m ² beheizteNF a
Wirkungsgrad (Faktor Nutzenergie/Endenergie)	HEIZ WG		70,00	%
Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)	KLICK kWh		15,00	kWh/m ² konditionierteNF a
Aufzüge				
Aufzüge: Leistungsaufnahme Kabinenlicht	AUFZKABLICHT		60,00	W
Aufzüge: Leistungsaufnahme	AUFZkW		10,00	kW
Aufzüge: Fahrzeit/Jahr in Stunden/Station	AUFZ h		40,00	h
Strom Aufzüge	STAK	KOST * (AUFZKABLICHT/1000*24*365*AUFZANZ + AUFZkW*AUFZ h*AUFZSTA)	446,53	€/a
Wasser und Abwasser				
Wasserbezugsgebühr pro Kubikmeter	KOWA		1,37	€/m ³
Abwassergebühr pro Kubikmeter Wasser	KOAW		1,80	€/m ³
Wasserverbrauch pro Person/Jahr	WAVpa	45l * 200'Arbeitsstage'	9.000,00	l/Person a
Wasserverbrauch pro m ² Nutzfläche	WAVnf	WAVpa/1000'm ² /NFNUE	0,45	m ³ /m ² NF a
Abwasserverbrauch pro m ² Nutzfläche	AWVnf	WAVnf	0,45	m ³ /m ² NF a
Wasserverbrauch pro m ² Grünfläche	WAVgf		1,00	m ³ /m ² GRÜNF a
Abwasserverbrauch pro m ² Grünfläche	AWVgf	WAVgf	1,00	m ³ /m ² GRÜNF a
Müllentsorgung				
Müllentsorgungskosten pro 1000l	MÜLLKm3		36,30	€/1000l (1m ³)
Müllmenge	MÜLLm3		2,60	m ³ /Person a
Müllentsorgung pro Nutzer/Jahr	MÜLLK	MÜLLm3*MÜLLKm3	94,38	€/Person a

Abb. 4.34: Parameter Folgekosten – Parameter Ver- und Entsorgung

Die Verbrauchswerte (für z.B. Strom, Heizung, Warmwasser, Wasser und Abwasser) werden über die vorhandene Nutzfläche des Gebäudes in [W/m²] bzw. [m³/m²] abgeschätzt. Der Stromverbrauch für Aufzüge wird sehr genau ermittelt und beinhaltet neben den Betriebskosten für das Kabinenlicht auch die Leistungsaufnahme des Fahrmotors. Während die Kosten für den Antrieb von der Fahrzeit des Aufzuges pro Jahr und den gesamten Aufzugsstationen abhängen, wird das Licht als dauerhaft eingeschaltet angenommen (24 Stunden pro Tag, 365 Tage pro Jahr).

Außer beim Stromverbrauch für die Klimatisierung (15 kWh/m²Jahr: Typ A elektr. Energie für Kühlung+Lüftung; 25 kWh/m²Jahr: Typ C; 50 kWh/m²Jahr: Fiktiver Typ altes System Kühlung+Lüftung) sind aber keine „von-bis Werte“ im Berechnungsmodell enthalten.

Der Wasserverbrauch wird einerseits über die im Gebäude befindliche Personenanzahl und andererseits über die vorhandene Grünfläche ermittelt. Der Abwasserverbrauch wird auf die gleiche Weise berechnet.

Die Müllentsorgungskosten schätzt ABK-LEKOS über die entstehende Müllmenge pro Person und Jahr ab.

In dieser Gruppe arbeitet das Rechenmodell nicht vollkommen konsistent. Neben der Eingabe von flächenabhängigen Verbrauchswerten werden auch Stromkosten pro Jahr berechnet. Die Folgekosten sollten jedoch nicht in einem Parameterblatt ermittelt werden (u.a. Betriebskosten der Förderanlagen, Müllentsorgungskosten), um den generellen Programmaufbau beizubehalten.

Parameter Reinigung

Für die Gruppe „Parameter Reinigung“ sind neben den Kosten einer Reinigungsstunde auch die Frequenz der Arbeiten und die Reinigungsleistung anzugeben, siehe Abb. 4.35. Dies erfolgt in Abhängigkeit von der Reinigungsart der unterschiedlichen Flächen; wie z.B. für Büro, Sanitär, Gang, Treppe, Nebenflächen, Fenster, Glas, Sonnenschutz, Fassade, Außenanlage (inkl. Pflege) sowie Außenflächen inklusive Schneeräumung.

Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Allgemeine Parameter Reinigung				
Kosten Reinigung/Stunde	RKh		21,91	€/h
Unterhaltsreinigung				
Frequenz Reinigung Büro/Wohnen	RBWfreq		5,00	Frequenz/Woche
Frequenz Reinigung Restaurant	RRESTfreq		7,00	Frequenz/Woche
Reinigungsleistung Büro/Wohnen	RBWleis		0,27	min/m ²
Reinigungsleistung Restaurant	RRESTleis		0,35	min/m ²
Monat Büro/Wohnflächenreinigungskosten/m ²	RKBWm2mon	$RKh * RBWfreq * RBWleis * 4,35/60$	2,14	€/m ² /mon
Jährl. Büro/Wohnflächenreinigungskosten	RKBWa	$RKBWm2mon * BÜRF * 12 + RKh * RRESTfreq * RRESTleis * 4,35/60 * RESTF * 12$	18.455,96	€/a
Frequenz Reinigung Sanitär bezogen auf die Fliesenfläche	RFliesfreqh		5,00	Frequenz/Woche
Reinigungsleistung Sanitär bezogen auf die Fliesenfläche	RFliesleish		0,40	min/m ²
Monat. Sanitärreinigungskosten/h/m ²	RKSANhm2mon	$RFliesfreqh * RFliesleish * RKh * 4,35/60$	3,18	€/m ² /mon
Frequenz Reinigung Sanitär bezogen auf die Bodenfläche	RFliesfreqv		1,00	Frequenz/Woche
Reinigungsleistung Sanitär bezogen auf die Bodenfläche	RFliesleisv		1,10	min/m ²
Monat. Sanitärreinigungskostenv/m ²	RKSANvm2mon	$RFliesfreqv * RFliesleisv * RKh * 4,35/60$	1,75	€/m ² /mon
Jährl. Sanitärreinigungskosten	RKSANta	$(RKSANhm2mon * SANFH + RKSANvm2mon * SANFV) * 12$	10.202,28	€/a
Frequenz Reinigung Gang	RGangfreq		5,00	Frequenz/Woche
Reinigungsleistung Gang	RGangleis		0,12	min/m ²
Gang Reinigungskosten/m ²	RKGm2mon	$RGangfreq * RGangleis * RKh * 4,35/60$	0,95	€/m ² /mon
Frequenz Reinigung Stiege	RStiegfreq		5,00	Frequenz/Woche
Reinigungsleistung Stiege	RStiegleis		0,30	min/m ²

Abb. 4.35: Parameter Folgekosten – Parameter Reinigung

Obwohl es sich hierbei um ein Parameterblatt handelt, werden an dieser Stelle schon die Reinigungskosten pro Jahr ermittelt. Bei Beibehaltung der generellen Programmstruktur sollten diese erst im Bereich „Folgekosten“ berechnet werden.

Sämtliche Parameter sind bereits in der Basisvorlage mit empfohlenen Erfahrungswerten hinterlegt. Generell wird von der Software keine Hilfestellung bezüglich der Auswahl anderer Reinigungsfrequenzen bzw. Reinigungsleistungen abweichend von den empfohlenen Werten angeboten.

Im ersten Schritt errechnet das Programm die Reinigungskosten pro Monat [$\text{€}/\text{m}^2/\text{Mon}$], abhängig von der gewählten Frequenz [Freq/Wo], multipliziert mit der Reinigungsleistung [min/m^2] und den Reinigungskosten pro Stunde [$\text{€}/\text{h}$], umgerechnet auf die Kosten pro Monat. Im zweiten Schritt werden die jährlichen Reinigungskosten [$\text{€}/\text{Jahr}$] durch Multiplikation der monatlichen Reinigungskosten [$\text{€}/\text{m}^2/\text{Mo}$] mit der jeweilig zugeordneten Fläche [m^2] und der Anzahl der Monate pro Jahr [Mo/Jahr] ermittelt. Die Berechnung sämtlicher Reinigungsleistungen hält sich an dieses Schema. Um es besser zu verstehen, ist Abb. 4.36 zu betrachten. Nur die Kosten für Rasenpflege und Schneeräumung werden ohne Frequenz- und Leistungsangabe berechnet. Die Werte beziehen sich lediglich auf Kosten pro m^2 und Jahr [$\text{€}/\text{m}^2/\text{Jahr}$] und sind daher nur mehr mit den zugehörigen Außenflächen zu multiplizieren.

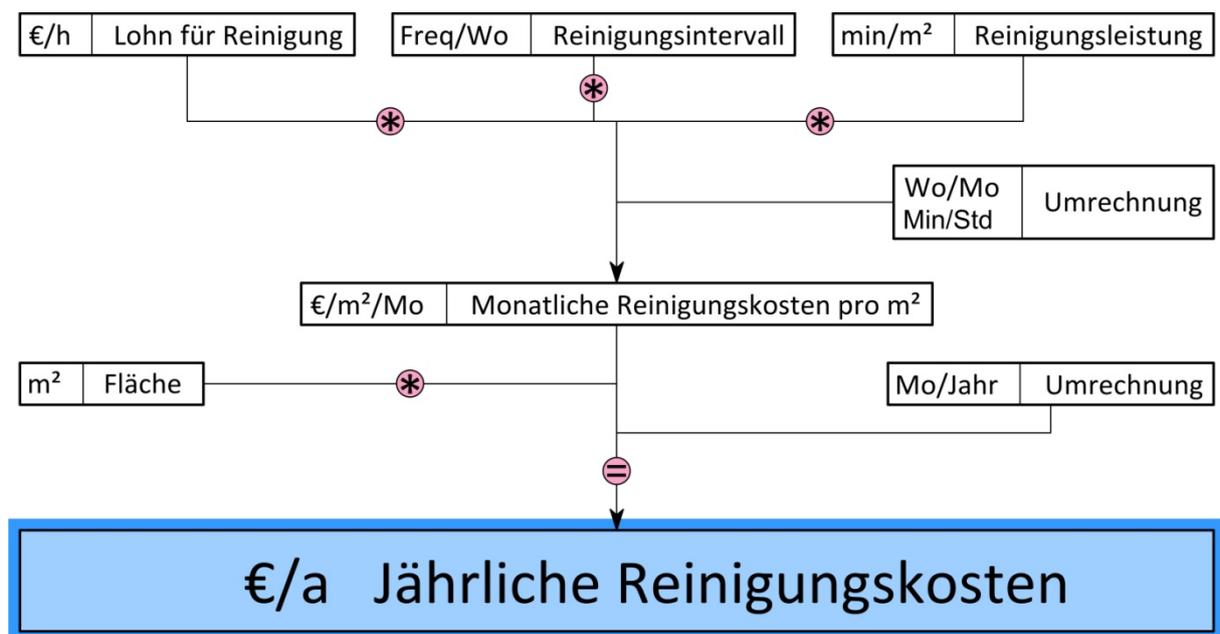


Abb. 4.36: Parameter Folgekosten – Ermittlung der jährlichen Reinigungskosten

Die vorhandene Anzahl an Pissoirs und Toiletten wird im Rechenmodell nicht erfasst, diese sind entweder pauschal im Reinigungsaufwand der Sanitärflächen einzuberechnen oder durch Anlegen neuer Zeilen und Formeln extra zu berücksichtigen.

Parameter Gebäudedienste

In der Gruppe „Parameter Gebäudedienste“ sind die Umzugsrate in [$\text{Umzüge}/\text{Jahr}$], die Umzugskosten in [$\text{€}/\text{Nutzungseinheit}$] und die Kosten für den Sicherheitsdienst in [$\text{€}/\text{h}$] anzugeben

(siehe Abb. 4.37). Für die Umzugskosten empfiehlt der Rechenmodellierer einen Wert zwischen 500 € und 2.500 € pro Nutzungseinheit und Umzug.

Bezeichnung	Variable	Wert	EH
Umzüge			
Umzugsrate (Umzüge/Jahr)	Umzugsrate	0,10	Umzüge/Jahr
Umzugskosten	Umzugskosten	500,00	€/Nutzungseinheit
Sicherheit			
Kosten Sicherheitsdienst/Stunde	SKh	25,00	€/h

Abb. 4.37: Parameter Folgekosten – Parameter Gebäudedienste

Parameter Instandsetzung

In dieser Gruppe sind die Berechnungsfaktoren für die Instandsetzungsarbeiten einzugeben bzw. die bereits hinterlegten Faktoren zu kontrollieren. Diese Parameter fließen in die spätere Berechnung bei einer Erneuerung der Baukonstruktion, Bauwerk-Technik und Ausstattung bzw. Einrichtung ein. Einen Überblick über diese Eingabemaske liefert Abb. 4.38.

Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Große Instandsetzung				
Rohbauerneuerung bei Großer Instandsetzung	GIF		15,00	%
Anteil Planung, Nebenleistungen und Reserven in den EK	PLANUNG	#E7/BK*100	15,77	%
Zu-/Abschlag für die Einzelplanung der Instandsetzungen	EINZELP		100,00	% (+/-)
Planungsfaktor für große Instandsetzung	PFAKT	$1 + (\text{PLANUNG}/100 * (1 + \text{EINZELP}/100))$	1,32	Faktor
Ausmalen				
Ausmalkosten	AUSMKm2		2,40	€/m ²

Abb. 4.38: Parameter Folgekosten – Parameter Instandsetzung

Der Wert „Rohbauerneuerung bei Großer Instandsetzung (GIF)“ ist in Prozent der Herstellkosten anzugeben. Dieser beschreibt den notwendigen Erneuerungsfaktor pro Instandsetzung bei Instandhaltungsarbeiten an Baukonstruktionen. Das Berechnungsmodell unterscheidet jedoch nicht zwischen den verschiedenen verwendeten Baumaterialien und deren Beständigkeit. Egal ob es sich um die Gründungs-, Decken-, Wand-, Dach- oder Treppenkonstruktion handelt, das Ausmaß der Instandsetzungsmaßnahmen wird mit dem gleichen „GIF“ Faktor bewertet. Lediglich die Intervalle für diese Arbeiten werden in der späteren Berechnung (in der Gruppe „Folgekosten – F7 - Instandsetzung, Umbau“) an die verschiedenen Baukonstruktionen bzw. Baumaterialien angepasst.

Um bei solchen Maßnahmen die Planungsarbeit zu berücksichtigen, ist ein Parameter für Planung, Nebenleistungen und Reserven in Prozent der Errichtungskosten vorgesehen. Dieser wird von ABK-LEKOS automatisch über die Errichtungskosten berechnet und ergibt sich aus Planungskosten dividiert durch Baukosten. Für solche Einzelplanungen kann ein erhöh-

ter/niedrigerer Planungsaufwand über einen Zu-/Abschlagsfaktor beachtet werden. Die Planung von großen Instandsetzungsarbeiten bedeutet meist einen Mehraufwand gegenüber dem Planungsaufwand der Gebäudeerstellung.

Am Ende des Blattes sind die Ausmalkosten in [€/m²] anzugeben, vom Berechnungsmodellhersteller ist in der Vorlage bereits ein Empfehlungswert angegeben.

Parameter Abbruch/Entsorgung

Unter Parameter „Abbruch/Entsorgung“ sind die Materialzusammensetzung des Gebäudes, die Abbruchkosten, die Entsorgungsanteile je Material, die Entsorgungskosten der Materialien und die Kosten für eine etwaige Vertragszustandsherstellung anzugeben (Abb. 4.39). In der Basisvorlage befinden sich im Anmerkungsfeld bereits von der Bauweise des Gebäudes abhängige, empfohlene Werte. Die Parameter sind dann manuell in die Wertespalte zu übertragen. Die Software unterscheidet bei der Ausführungsart zwischen Massivbau (weitere Unterscheidung nach Errichtungszeitpunkt), Skelettbau und Stahl-Fachwerkbau.

Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Abbruch und Entsorgung				
Materialzusammensetzung				
Anteil Beton am BRI	AT_BETON		0,369	t/m ³ BRI
Anteil Ziegel am BRI	AT_ZIEGEL		0,00	t/m ³ BRI
Anteil Holz am BRI	AT_HOLZ		0,01	t/m ³ BRI
Anteil Metalle am BRI	AT_METALL		0,006	t/m ³ BRI
Anteil Restabfall am BRI	AT_RESTABFALL		0,002	t/m ³ BRI
Anteil Sonstiges am BRI	AT_SONSTIGES		0,002	t/m ³ BRI
Abbruchkosten				
Abbruchkosten entkerntes Gebäude €/m ³	AB_KO_GEBÄUDE		2,90	€/m ³
Kosten Entkernung in €/m ³	AB_KO_ENTKERNUNG		3,10	€/m ³
Faktor für Entkernung	F_ENTK		1,00	Faktor
Kosten Sonstiges in €/m ³	AB_KO_SONSTIGES		0,00	€/m ³
Abbruch Gesamt	AB_GESAMT	BRI*AB_KO_GEBÄUDE+BRI*AB_KO_ENTKERNUNG*F_ENTK+BRI*AB_KO_SONSTIGES	31.953,00	€
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	%

Abb. 4.39: Parameter Folgekosten – Abbruch/Entsorgung

Obwohl es sich hierbei um ein Parameterblatt handelt, werden schon an dieser Stelle die Abbruch- und Entsorgungskosten ermittelt. Bei Beibehaltung der generellen Programmstruktur sollte dies im Bereich „Folgekosten“ stattfinden.

Als erstes ist die Materialzusammensetzung festzulegen, die Software unterstützt den Programmnutzer mit den in den Anmerkungen eingetragenen Erfahrungswerten in [t/m³BRI].

Das Modell errechnet die Abbruchkosten getrennt nach Kosten für den Abbruch des entkernten Gebäudes und den Kosten für die Entkernung selbst in [€/m³BRI]. Weiters wird über einen Entkernungs-Faktor berücksichtigt, ob das Bauwerk konventionell (0), teilselektiv (1) oder selektiv (1,5) abgebrochen wird.

Für den Entsorgungsanteil der jeweiligen Materialien sind empfohlene Anteile (je nach Art des Abbruchs – konventionell, teilselektiv, selektiv) bereitgestellt. Die einzelnen Baustoffe werden aufgeteilt in sortenrein, sonstiges mineralisches Material und Restabfall.

Nach Eingabe der verschiedenen Entsorgungskosten, abhängig vom jeweiligen Material in [€/t], ermittelt ABK-LEKOS die gesamten Abbruch- und Entsorgungskosten.

Zuletzt beinhaltet die Basisvorlage die Position „Herstellung des Vertragszustandes“, damit werden die Kosten für den Abbruch von befestigten Außenflächen berücksichtigt. Diese sind in [€/m²befestigte_Außenfläche] anzugeben.

4.3.4 Folgekosten

Im Bereich „Folgekosten“ werden die Folgekosten des Gebäudes berechnet bzw. die Kosten von den Parameter-Blättern übernommen. Diese sind standardmäßig nach der Kostenstruktur der ÖNORM B 1801-2 gegliedert und stimmen mit deren Struktur überein. Wie bereits in den Errichtungskosten beschrieben, addiert eine Kostenhauptgruppe (KHG) anhand der eindeutig zugewiesenen Nummer alle zugehörigen Kostenarten (KOA), die Kostenuntergruppen (KUG) werden bei der Summenbildung ignoriert.

Für die Berechnung der Folgekosten sind folgende Eingaben relevant: (im Berechnungsmodell sind dafür bereits empfohlene Werte enthalten (siehe Abb. 4.40))

- ◆ Preissteigerung = Spalte „Index“: Unter Index ist die Variable der gewünschten Preissteigerung einzugeben (definiert ist diese im Blatt „Finanzielle Parameter“, siehe Kapitel 4.3.3). In der Spalte „Indexwert“ erfolgt nach Betätigen des Berechnungsbuttons automatisch die Übernahme des jeweiligen Preissteigerungsfaktors.
- ◆ Frequenz = Spalte „Frequenz“: Die Frequenz ist in Jahren anzugeben und wird automatisch in die Spalte „Frequenz berechnet“ übernommen. Dabei bedeutet unter anderem die Eingabe 1 = jährlich, 10 = alle 10 Jahre.

Für eine korrekte Anwendung des Valorierungsmodells „Barwertmethode“ muss die Variable der Verzinsung nicht in jeder Zeile einzeln angegeben werden. Die Software übernimmt automatisch den im Blatt „Finanzielle Parameter“ angegebenen Prozentwert für jede Zeile.

Hiera	Nummer	Bezeichnung	Frequenz berechnet	Frequenz (Jahre)	Indexwert	Index
KHG	F6	Gebäudedienste				
KOA	F6.1	Hauspost (Verteilung der Post im Haus)	1	1	5,40000	PLOHN
KOA	F6.2	Kommunikations- und Informationstechnik	1	1	2,40000	PTECHNIK
KOA	F6.3	Umzüge - interne Transporte, Hausarbeiterdienste	1	1	2,40000	PALLG
KOA	F6.4	Empfang und interne Bürodienste	1	1	5,40000	PLOHN
KOA	F6.5	Gastroservice	1	1	2,40000	PALLG
KOA	F6.6	Sonstige Dienste	1	1	2,40000	PALLG
KHG	F7	Instandsetzung, Umbau				
KUG	F7.1	Große Instandsetzung (inkl. Planung, Nebenleist., Reserve)				
KUG	F7.1-2	Bauwerk-Rohbau				
KOA	F7.1-2.A	Bauwerk Rohbau Allgemein	30	30	3,96000	PBAU
KOA	F7.1-2.B	Erdarbeiten, Baugrube	100	100	3,96000	PBAU
KOA	F7.1-2.C	Gründungen, Bodenkonstruktionen	100	100	3,96000	PBAU
KUG	F7.1-2.D	Horizontale Baukonstruktionen				
KOA	F7.1-2.D.01	Deckenkonstruktionen	80	80	3,96000	PBAU
KOA	F7.1-2.D.02	Treppenkonstruktionen	80	80	3,96000	PBAU
KUG	F7.1-2.D.03	Dachkonstruktionen				
KOA	F7.1-2.D....	Dachkonstruktion Beton	100	100	3,96000	PBAU
KOA	F7.1-2.D....	Dachkonstruktion Holz	70	70	3,96000	PBAU
KOA	F7.1-2.D....	Dachkonstruktion Stahl	45	45	3,96000	PBAU

Abb. 4.40: Folgekosten – Spalteneingabe Frequenz, Preissteigerung

ABK-LEKOS ermittelt im Bereich „Folgekosten“ die Kosten mit und ohne Valorisierung (o.V.). Der „Mittelwert o.V.“ ergibt sich, indem „Gesamt o.V.“ durch die Lebensdauer dividiert wird. Gleiches gilt für „Mittelwert/Jahr“ (= Gesamt durch Lebensdauer). Dadurch ist bei einem Vergleich der Spalten „Gesamt o.V.“ mit „Gesamt“ bzw. „Mittelwert o.V.“ mit „Mittelwert/Jahr“ sofort ersichtlich, welche Kosten während der Gebäudenutzung aufgezinnt bzw. abgezinst werden, siehe dazu Abb. 4.41.

Die Spalte „Wert“ wird mit der hinterlegten Formel berechnet und gibt jeweils die Kosten pro Jahr an [€/Jahr].

Das Programm bietet in diesem Bereich die Möglichkeit, alle während der Lebensdauer des Gebäudes anfallenden Kosten, getrennt für jedes einzelne Jahr, darstellen zu lassen, siehe Kapitel 4.2.4 Valorisierungsmodell „Anzeige der Werte in Jahresspalten“.

Die einzelnen Gruppen der Folgekosten werden nachfolgend laut Strukturierung in ABK-LEKOS beschrieben (siehe Abb. 4.42).

Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o. V.	Mittelwert/Jahr	Mittelwert o. V.
Objekt-Folgekosten							
Verwaltung	#SUM	4.773,41	€/Jahr	218.813,21	281.631,19	3.708,70	4.773,41
Verwaltung und Management	NF*VWKm2	2.945,28	€/Jahr	135.011,73	173.771,52	2.288,33	2.945,28
Gebühren, Steuern und Abgaben	Grunderwerb*0,001*5	1.350,00	€/Jahr	61.884,01	79.650,00	1.048,88	1.350,00
Flächenmanagement	0,50*Nf	478,13	€/Jahr	21.917,47	28.209,67	371,48	478,13
Sonstiges		0,00	€/Jahr	0,00	0,00		
Technischer Gebäudebetrieb							
#SUM	#SUM	22.874,33	€/Jahr	1.048.559,...	1.349.585,47	17.772,20	22.874,33
Technisches Gebäudemanagement	TGM*Nf	1.912,52	€/Jahr	87.669,98	112.838,68	1.485,93	1.912,52
Inspektionen	25*20*2	1.000,00	€/Jahr	45.840,00	59.000,00	776,95	1.000,00
Wartung							
#SUM	#SUM	6.054,25	€/Jahr	277.526,94	357.200,75	4.703,85	6.054,25
Förderanlagen	#E3.B*E3Bw/100	690,00	€/Jahr	31.629,59	40.710,00	536,09	690,00
Wärmeversorgungsanlagen	#E3.C.01*E3C01w/...	539,84	€/Jahr	24.746,28	31.850,56	419,43	539,84
Klima-/Lüftungsanlagen	#E3.D.01*E3D01Rw...	339,33	€/Jahr	15.554,89	20.020,47	263,64	339,33
Sanitär-/Gasanlagen	#E3.E.01*E3E01w/...	160,41	€/Jahr	7.353,22	9.464,19	124,63	160,41
Starkstromanlagen	#E3.F*E3Fw/100	1.650,38	€/Jahr	75.653,47	97.372,42	1.282,26	1.650,38
Fernmelde- und Informationstec...	#E3.G*E3Gw/100	586,12	€/Jahr	26.867,74	34.581,08	455,39	586,12
Gebäudeautomation	#E3.H*E3Hw/100	1.388,17	€/Jahr	63.633,74	81.902,03	1.078,54	1.388,17
Spezielle Anlagen	#E3.I*E3Iw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00		
Dachverkleidung	#E4.B*E4Bw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00		
Fassadenhülle	#E4.C*E4Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00		
Innenausbau	#E4.D*E4Dw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00		
Betriebseinrichtungen	#E5.B*E5Bw/100	700,00	€/Jahr	32.088,01	41.300,00	543,86	700,00
Ausstattungen, Kunstwerke	#E5.C*E5Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00		
Befestigte Flächen	#E6.C*E6Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00		
Bauteile Außenanlagen	#E6.D*E6Dw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00		

Abb. 4.41: Folgekosten – Berechnungswerte

Parameter und Kosten
Auswertungen

Bereichswahl ...

- 🏠 Basisparameter ⌵
- 🏠 Errichtungskosten ⌵
- 🔧 Parameter Folgekosten ⌵
- 🏠 Folgekosten ⌶

Alle Kostenbereiche

- F1 - Verwaltung
- F2 - Technischer Gebäudebetrieb
- F3 - Ver- und Entsorgung
- F4 - Reinigung und Pflege
- F5 - Sicherheit
- F6 - Gebäudedienste
- F7 - Instandsetzung, Umbau
- F8 - Sonstiges
- F9 - Objektbeseitigung, Abbruch

📄 Ergebnisse ⌵

Abb. 4.42: Folgekosten

Alle Kostenbereiche

Die Software bietet in der Gruppe „Alle Kostenbereiche“ die Möglichkeit, eigene Kostenhauptgruppen (KHG), Kostenuntergruppen (KUG), Kostenarten (KOA), Summen von Kostengruppen (SKG) und Überschriften (Ü) zu erstellen. Somit lässt sich die voreingestellte Gliederung nach ÖNORM B 1801-2 bei Bedarf auch umändern bzw. erweitern.

Ändert man die bestehende Kostenstruktur, so ist eine richtige Bezeichnung der Hierarchie und Nummer erforderlich. In diesem Schritt ist eine besondere Vorsicht geboten. Man hat stets zu kontrollieren, ob die Kosten nach Änderung noch richtig berechnet und summiert werden. Vor allem die einzugebende Nummer darf nur ein einziges Mal vorkommen. Unter anderem addiert die KHG F4 alle Kostenarten mit der Nummer F4.X.X. Bei einer neu erstellten Kostenart ist darauf zu achten, dass als Hierarchietyp „KOA“ und die Nummer mit F4 beginnend gewählt wird. In weiterer Folge summiert beispielsweise die Kostenuntergruppe „F4.2“ alle Kostenarten, die mit F4.2.X beginnen.

Abb. 4.43 zeigt einen Ausschnitt aus dem Parameterblatt „Alle Kostenbereiche“.

Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o. V.	Mittelwert/Jahr	Mittelwert o. V.	Freq	Index
Objekt-Folgekosten									
Verwaltung	#SUM	4.773,41	€/Jahr	218.813,21	281.631,19	3.708,70	4.773,41		
Verwaltung und Management	NF*VWKm2	2.945,28	€/Jahr	135.011,73	173.771,52	2.288,33	2.945,28	1	PALLG
Gebühren, Steuern und Abgaben	Grunderwerb*0,001*5	1.350,00	€/Jahr	61.884,01	79.650,00	1.048,88	1.350,00	1	PALLG
Flächenmanagement	0,50*Nf	478,13	€/Jahr	21.917,47	28.209,67	371,48	478,13	1	PALLG
Sonstiges		0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PALLG
Technischer Gebäudebetrieb	#SUM	22.874,33	€/Jahr	1.048.559,...	1.349.585,47	17.772,20	22.874,33		
Technisches Gebäudemanagement	TGM*Nf	1.912,52	€/Jahr	87.669,98	112.838,68	1.485,93	1.912,52	1	PTECHNIK
Inspektionen	25*20*2	1.000,00	€/Jahr	45.840,00	59.000,00	776,95	1.000,00	1	PTECHNIK
Wartung	#SUM	6.054,25	€/Jahr	277.526,94	357.200,75	4.703,85	6.054,25		
Förderanlagen	#E3.B*E3Bw/100	690,00	€/Jahr	31.629,59	40.710,00	536,09	690,00	1	PTECHNIK
Wärmeversorgungsanlagen	#E3.C.01*E3C01w/...	539,84	€/Jahr	24.746,28	31.850,56	419,43	539,84	1	PTECHNIK
Klima-/Lüftungsanlagen	#E3.D.01*E3D01Rw...	339,33	€/Jahr	15.554,89	20.020,47	263,64	339,33	1	PTECHNIK
Sanitär-/Gasanlagen	#E3.E.01*E3E01w/...	160,41	€/Jahr	7.353,22	9.464,19	124,63	160,41	1	PTECHNIK
Starkstromanlagen	#E3.F*E3Fw/100	1.650,38	€/Jahr	75.653,47	97.372,42	1.282,26	1.650,38	1	PTECHNIK
Fernmelde- und Informationstec...	#E3.G*E3Gw/100	586,12	€/Jahr	26.867,74	34.581,08	455,39	586,12	1	PTECHNIK
Gebäudeautomation	#E3.H*E3Hw/100	1.388,17	€/Jahr	63.633,74	81.902,03	1.078,54	1.388,17	1	PTECHNIK
Spezielle Anlagen	#E3.I*E3Iw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK
Dachverkleidung	#E4.B*E4Bw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK
Fassadenhülle	#E4.C*E4Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK
Innenausbau	#E4.D*E4Dw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK
Betriebseinrichtungen	#E5.B*E5Bw/100	700,00	€/Jahr	32.088,01	41.300,00	543,86	700,00	1	PTECHNIK
Ausstattungen, Kunstwerke	#E5.C*E5Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK
Befestigte Flächen	#E6.C*E6Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK
Bauteile Außenanlagen	#E6.D*E6Dw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK

Abb. 4.43: Folgekosten – Alle Kostenbereiche

F1 - Verwaltung

Die Kostenhauptgruppe „F1 - Verwaltung“ ermittelt die Kosten für die Verwaltung (Abb. 4.44). Die Aufwendungen für „Verwaltung und Management“ werden vom Programm automatisch,

abhängig von der Nutzfläche berechnet. Für „Flächenmanagement“ ist in der Basisvorlage ein Erfahrungswert von 0,50 [€/m²NF/Jahr] hinterlegt.

Als Frequenz ist „1“ anzugeben, da diese Kosten jährlich entstehen.

Hiera	Numr	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert/Jahr	Mittelwert o.V.	Freq	Indexw	Index
KHG	F1	Verwaltung	#SUM	4.773,41	€/Jahr	218.813,21	281.631,19	3.708,70	4.773,41			
KOA	F1.1	Verwaltung und Management	NF*VVKm2	2.945,28	€/Jahr	135.011,73	173.771,52	2.288,33	2.945,28	1	2,00...	PALLG
KOA	F1.2	Gebühren, Steuern und Abgaben	Grunderwerb*0,001*5	1.350,00	€/Jahr	61.884,01	79.650,00	1.048,88	1.350,00	1	2,00...	PALLG
KOA	F1.3	Flächenmanagement	0,50*Nf	478,13	€/Jahr	21.917,47	28.209,67	371,48	478,13	1	2,00...	PALLG
KOA	F1.4	Sonstiges		0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	2,00...	PALLG

Abb. 4.44: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F1 - Verwaltung

F2 - Technischer Gebäudebetrieb

In der Basisvorlage werden in dieser Gruppe alle Kostenarten mit hinterlegten Formeln berechnet. Nur für „Inspektionen“ und „Sonstiges“ sind bei Bedarf Kosten vom Programmierer selbst einzugeben.

Die Wartungskosten sowie die Instandsetzungskosten bzw. Reparaturen für diverse Anlagen (Förderung, Wärmeversorgung, Klima/Lüftung, Sanitär/Gas etc.), Baukonstruktionen (Dachverkleidung, Fassadenhülle, Innenausbau) und Einrichtungen (Betriebseinrichtung, Ausstattungen etc.) ermittelt die Software mit den Parametern „Verwaltung + Technik“ und den Herstellkosten. Die jährlichen Wartungskosten für Förderanlagen ergeben sich z.B. durch Multiplikation der Aufzugsanschaffungskosten mit dem zugehörigen Prozentwert für die jährliche Wartung (diese sind unter „Parameter Verwaltung + Technik“ in Prozent pro Jahr der Errichtungskosten angegeben), siehe Abb. 4.45. Das gleiche Berechnungsschema wird auch für die Ermittlung der Kosten für die Instandsetzungsarbeiten bzw. Reparaturen angewendet.

Hierar	Numme	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert o	Mittelwert/Jahr	Fre	Index	Indexw
KHG	F2	Technischer Gebäudebetrieb	#SUM	28.661,67	€/Jahr	1.313.851,81	1.691.038,53	28.661,67	22.268,67			
KOA	F2.1	Technisches Gebäudemanagement	TGM*Nf	1.912,52	€/Jahr	87.669,98	112.838,68	1.912,52	1.485,93	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.2	Inspektionen	25*20*2	1.000,00	€/Jahr	45.840,00	59.000,00	1.000,00	776,95	1	PTECHNIK	2,0...
KUG	F2.3	Wartung	#SUM	8.614,65	€/Jahr	394.895,75	508.264,35	8.614,65	6.693,15			
KOA	F2.3...	Förderanlagen	#E3.B*E3Bw/100	690,00	€/Jahr	31.629,59	40.710,00	690,00	536,09	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Wärmeversorgungsanlagen	#E3.C.01*E3C01...	539,84	€/Jahr	24.746,28	31.850,56	539,84	419,43	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Klima-/Lüftungsanlagen	#E3.D.01*E3D01...	339,33	€/Jahr	15.554,89	20.020,47	339,33	263,64	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Sanitär-/Gasanlagen	#E3.E.01*E3E01...	160,41	€/Jahr	7.353,22	9.464,19	160,41	124,63	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Starkstromanlagen	#E3.F*E3Fw/100	1.650,38	€/Jahr	75.653,47	97.372,42	1.650,38	1.282,26	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Fernmelde- und Informationstechnische Anlagen	#E3.G*E3Gw/100	586,12	€/Jahr	26.867,74	34.581,08	586,12	455,39	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Gebäudeautomation	#E3.H*E3Hw/100	3.948,57	€/Jahr	181.002,55	232.965,63	3.948,57	3.067,84	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Spezielle Anlagen	#E3.I*E3Iw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Dachverkleidung	#E4.B*E4Bw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Fassadenhülle	#E4.C*E4Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Innenausbau	#E4.D*E4Dw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Betriebseinrichtungen	#E5.B*E5Bw/100	700,00	€/Jahr	32.088,01	41.300,00	700,00	543,86	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Ausstattungen, Kunstwerke	#E5.C*E5Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Befestigte Flächen	#E6.C*E6Cw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.3...	Bauteile Außenanlagen	#E6.D*E6Dw/100	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,0...
KUG	F2.4	Kleine Instandsetzung, Reparaturen	#SUM	17.134,50	€/Jahr	785.446,08	1.010.935,50	17.134,50	13.312,65			
KOA	F2.4...	Förderanlagen	#E3.B*E3Bw/100	460,00	€/Jahr	21.086,45	27.140,00	460,00	357,40	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.4...	Wärmeversorgungsanlagen	#E3.C.01*E3C01...	539,84	€/Jahr	24.746,28	31.850,56	539,84	419,43	1	PTECHNIK	2,0...
KOA	F2.4...	Klima-/Lüftungsanlagen	#E3.D.01*E3D01...	339,33	€/Jahr	15.554,89	20.020,47	339,33	263,64	1	PTECHNIK	2,0...

Abb. 4.45: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F2 - Technischer Gebäudebetrieb

Die Frequenz ist mit einem Jahr anzugeben, da diese Arbeiten jährlich durchzuführen sind.

F3 - Ver- und Entsorgung

Unter „Ver- und Entsorgung“ werden Folgekosten wie z.B. für Strom, Wasser, Abwasser und Müllentsorgung ermittelt. Dies erfolgt von der Software automatisch mit den hinterlegten Formeln, siehe Abb. 4.46.

Hierar	Numme	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert o	Mittelwert/Jahr	Fre	Index	Indexwert
KHG	F3	Ver- und Entsorgung	#SUM	26.669,76	€/Jahr	3.757.651,68	1.573.515,84	26.669,76	63.689,01			
KUG	F3.1	Energie (Wärme, Kälte, Strom)	#SUM	18.848,18	€/Jahr	3.068.749,68	1.112.042,62	18.848,18	52.012,71			
KOA	F3.1.a	Strom Verbraucher	NF*STVKWh*KOST	6.664,61	€/Jahr	1.085.092,57	393.211,99	6.664,61	18.391,40	1	PENERG	6,00000
KOA	F3.1.b	Strom Technik	NF*STTKWh*KOST	5.183,59	€/Jahr	843.961,58	305.831,81	5.183,59	14.304,43	1	PENERG	6,00000
KOA	F3.1.c	Strom Aufzüge	STAK	446,53	€/Jahr	72.701,40	26.345,27	446,53	1.232,23	1	PENERG	6,00000
KOA	F3.1.d	Heizung + Warmwasser	BGFbeheizt*HEIZkWh*KOGA/(HEIZWG/100)	3.474,74	€/Jahr	565.736,71	205.009,66	3.474,74	9.588,76	1	PENERG	6,00000
KOA	F3.1.e	Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)	BGFklimatisiert*KLKkWh*KOST	3.078,71	€/Jahr	501.257,42	181.643,89	3.078,71	8.495,89	1	PENERG	6,00000
KOA	F3.2	Wasser und Abwasser	NF*(WAVnF*KOWA+AWVnF*KOAW) + GR...	1.364,10	€/Jahr	62.530,39	80.481,90	1.364,10	1.059,84	1	PALLG	2,00000
KOA	F3.3	Müllentsorgung	(NUEREST+NUE)*MÜLLK	6.457,48	€/Jahr	626.371,61	380.991,32	6.457,48	10.616,47	1	PLOHN	4,50000
KOA	F3.4	Sonstige Medien		0,00	€/Jahr						PENERG	6,00000

Abb. 4.46: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F3 - Ver- und Entsorgung

Bei den Stromkosten wird zwischen „Strom Verbraucher“, „Strom Technik“ und „Strom Aufzüge“ unterschieden. Während die ersten beiden über die Nutzfläche abgeschätzt werden, sind die Kosten für die Förderanlagen direkt vom Parameterblatt „Ver- und Entsorgung“ übernommen.

Die Aufwendungen für Heizung und Warmwasser ermittelt die Basisvorlage über die **beheizte** Brutto-Grundfläche des Gebäudes. Hingegen rechnet ABK-LEKOS die Kosten für die Klimatisierung/Lüftung direkt über die **klimatisierte** Brutto-Grundfläche. Der Wasser- und Abwasserverbrauch wird über einen Verbrauchswert pro m² Nutzfläche [m³/m²NF/Jahr] berechnet, der Abwasseranfall gleich dem Wasserverbrauch gesetzt. Weiters ist ein Verbrauch für eventuell vorhandene Grünflächen berücksichtigt, auch hier wird dieser Wert gleich dem Abwasserverbrauch gesetzt. Die Müllkosten errechnen sich über die vorhandene Anzahl an Nutzungseinheiten.

Weil all diese Kosten jährlich zu bezahlen sind, ist hier als Frequenz „1“ angegeben.

F4 - Reinigung und Pflege

In dieser Gruppe befinden sich die Kosten für:

- ◆ die Unterhaltsreinigung (Büro- und Wohnflächen, Sanitärflächen, Gang-, Treppen-, Tiefgaragen- und Nebenflächen),
- ◆ die Fenster- und Glasflächenreinigung (Fenster- und Innenglasflächen),
- ◆ die Fassadenreinigung und
- ◆ die Sonderreinigung (Sonnenschutz, Winterdienst, Außenanlagen, Gärtnerdienste).

Da ABK-LEKOS die einzelnen Kosten bereits im zugehörigen Blatt „Parameter Reinigung“ berechnet, erfolgt an dieser Stelle nur mehr die Übernahme der Werte, siehe Abb. 4.47.

In der Spalte „Frequenz“ ist der Wert „1“ bereits enthalten, weil die Aufwendungen im zugehörigen Parameterblatt auf jährliche Kosten umgerechnet sind.

Hierar	Numme	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert o	Mittelwert/Jahr	Fre	Index	Indexwert
KHG	F4	Reinigung und Pflege	#SUM	40.462,37	€/Jahr	1.893.523,91	2.387.279,83	40.462,37	32.093,63			
KUG	F4.1	Unterhaltsreinigung	#SUM	33.116,84	€/Jahr	1.518.076,96	1.953.893,56	33.116,84	25.730,12			
KOA	F4.1.a	Büro/Wohn/Restaurantflächenreinigungskosten	RKBWa	18.455,96	€/Jahr	846.021,75	1.088.901,64	18.455,96	14.339,35	1	PALLG	2,00000
KOA	F4.1.b	Sanitärreinigungskosten	RKSANta	10.202,28	€/Jahr	467.672,85	601.934,52	10.202,28	7.926,66	1	PALLG	2,00000
KOA	F4.1.c	Gang+Stiegenreinigungskosten	RKGSta	4.165,80	€/Jahr	190.960,37	245.782,20	4.165,80	3.236,62	1	PALLG	2,00000
KOA	F4.1.d	Tiefgaragen+Nebenflächenreinigungskosten	RKTGNFa	292,80	€/Jahr	13.421,99	17.275,20	292,80	227,49	1	PALLG	2,00000
KUG	F4.2	Fenster- und Glasflächenreinigung	#SUM	6.572,00	€/Jahr	301.260,69	387.748,00	6.572,00	5.106,11			
KOA	F4.2.a	Fensterreinigungskosten	GLASFRKa	3.432,00	€/Jahr	157.322,99	202.488,00	3.432,00	2.666,49	1	PALLG	2,00000
KOA	F4.2.b	Innenglasflächenreinigung	IGLASFRKa	3.140,00	€/Jahr	143.937,70	185.260,00	3.140,00	2.439,62	1	PALLG	2,00000
KOA	F4.3	Fassadenreinigung	FASSRKta	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PLOHN	4,50000
KUG	F4.4	Sonderreinigungen	#SUM	700,00	€/Jahr	67.899,52	41.300,00	700,00	1.150,84			
KOA	F4.4.a	Sonnenschutzreinigungskosten	JALRka	700,00	€/Jahr	67.899,52	41.300,00	700,00	1.150,84	1	PLOHN	4,50000
KOA	F4.5	Winterdienste	SRkm2a*BEFAF	57,00	€/Jahr	5.528,98	3.363,00	57,00	93,71	1	PLOHN	4,50000
KOA	F4.6	Reinigung Außenanlagen	Aufkm2a*BEFAF	16,53	€/Jahr	757,76	975,27	16,53	12,84	1	PALLG	2,00000
KOA	F4.7	Gärtnerdienste	RAPkm2a*GRÜNF	0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PLOHN	4,50000

Abb. 4.47: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F4 - Reinigung und Pflege

F5 - Sicherheit

In der Gruppe „Sicherheit“ befinden sich die Kosten für diverse Sicherheits- und Brandschutzdienste (Abb. 4.48).

Hiera	Numm	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert/Jahr	Mittelwert o.V.	Freq	Indexw	Index
KHG	F5	Sicherheit	#SUM	6.207,70	€/Jahr	686.107,50	372.462,00	11.435,13	6.207,70			
KOA	F5.1	Sicherheitsdienste (Schließdienste, Bewachung)	0,02*365/60*SKh*NF	4.173,08	€/Jahr	553.477,26	300.462,00	9.224,62	5.007,70	1	5,40...	PLOHN
KOA	F5.2	Brandschutzdienste		1.000,00	€/Jahr	132.630,24	72.000,00	2.210,50	1.200,00	1	5,40...	PLOHN

Abb. 4.48: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F5 - Sicherheit

Den Aufwand für den Sicherheitsdienst ermittelt das Berechnungsmodell automatisch über die Nutzfläche des Gebäudes. Für die Brandschutzdienste hat der Programm benutzer die Kosten selbst einzutragen. ABK-LEKOS hält hier aber keinen empfohlenen Wert parat.

Die Kosten entstehen jedes Jahr, daher ist im Berechnungsmodell in der Spalte „Frequenz“ „1“ enthalten.

F6 - Gebäudedienste

In der Gruppe „Gebäudedienste“ werden die Kosten pro Jahr für Hauspost, Kommunikations- und Informationstechnik, Umzüge, interne Transporte etc. angegeben. Außer für die Umzugskosten sind die einzelnen Aufwendungen vom Programm anwender selbst in [€/Jahr] einzutragen. Die Kosten für einen Umzug ergeben sich laut Basisvorlage aus den vorhandenen Nutzungseinheiten [Stk], der Umzugsrate [Umzüge/Jahr] und den Kosten pro Umzug je Nutzungseinheit [€/Nutzungseinheit], siehe Abb. 4.49.

All diese Aufwendungen werden von der Software als jährlich anfallend betrachtet. Sie sind daher im Berechnungsmodell mit der Frequenz „1“ hinterlegt.

Hierar	Numme	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert o	Mittelwert/Jahr	Fre	Index	Indexwert
KHG	F6	Gebäudedienste	#SUM	1.187,50	€/Jahr	54.435,04	70.062,50	1.187,50	922,63			
KOA	F6.1	Hauspost (Verteilung der Post im Haus)		0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PLOHN	4,50000
KOA	F6.2	Kommunikations- und Informationstechnik			€/Jahr	0,00	0,00			1	PTECHNIK	2,00000
KOA	F6.3	Umzüge - interne Transporte, Hausarbeiterdienste	$NUJ * UMZUGSrate * Umzugskosten$	1.187,50	€/Jahr	54.435,04	70.062,50	1.187,50	922,63	1	PALLG	2,00000
KOA	F6.4	Empfang und interne Bürodienste		0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PLOHN	4,50000
KOA	F6.5	Gastroservice		0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PALLG	2,00000
KOA	F6.6	Sonstige Dienste		0,00	€/Jahr	0,00	0,00			1	PALLG	2,00000

Abb. 4.49: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F6 - Gebäudedienste

F7 - Instandsetzung, Umbau

Unter „Instandsetzung, Umbau“ enthält ABK-LEKOS die Kosten für eventuelle Umnutzungen und für große Instandsetzungen. Außerdem sind die für die Durchführung solcher Arbeiten notwendigen Nebenleistungen, Planungen und Reserven berücksichtigt.

Die Aufwendungen für die Instandsetzung der Rohbaukonstruktion bestimmt das Berechnungsmodell zum Einen über die Errichtungskosten des jeweiligen Bauteiles und zum Anderen über die im Parameterblatt „Instandsetzung“ angegebenen Rohbauerneuerungsfaktor und Planungsfaktor. Der Rohbauerneuerungsfaktor gibt das Ausmaß einer notwendigen Erneuerung der Baukonstruktionen bei einer Instandsetzung an. Dies erfolgt in Prozent der Herstellkosten pro Instandsetzung. Der Planungsfaktor stellt den Aufwand für die Planung bei Instandsetzungsarbeiten dar, angegeben in Prozent der jeweiligen Instandsetzungskosten. Das Intervall für diese Arbeiten ist in der Spalte „Frequenz“ festzulegen, die Basisvorlage enthält bereits vom Berechnungsmodellierer empfohlene Werte. Zum Beispiel ist die Frequenz für die Instandsetzungen der gesamten Stützkonstruktionen mit „50“ angegeben. Dies bedeutet, alle 50 Jahre werden diese Baukonstruktionen mit 15% (entspricht dem Faktor für Rohbauerneuerung) der Errichtungskosten erneuert. Gleichzeitig multipliziert ABK-LEKOS diesen Wert mit dem Faktor 2,74 (entspricht dem Planungsfaktor), siehe Abb. 4.50.

Die Kosten der Instandsetzung für Bauwerk-Technik, Bauwerk-Ausbau, Einrichtung und Außenanlagen ermittelt die Basisvorlage über die Errichtungskosten und dem zuvor erwähnten Planungsfaktor. Dies bedeutet, je nach angegebener Frequenz werden all diese Elemente zur Gänze vom Berechnungsmodell ausgetauscht. Die Zeitspanne zwischen diesen Aktionen ist wiederum in der Spalte „Frequenz“ ersichtlich und kann bzw. soll je nach Bedarf umgeändert werden. Zum Beispiel tauscht ABK-LEKOS in der Basisvorlage die Aufzüge alle 33 Jahre komplett aus. Die Kosten für diese Maßnahme ergeben sich aus den Errichtungskosten, zuzüglich eines Aufschlags für die erforderlichen Planungsleistungen.

Hierar	Numme	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert o	Mittelwert/Jahr	Freq	Index	Indexwert
KJG	F7.1...	Vertikale Baukonstruktionen				51.707,71	42.590,03	721,86	876,40			
KJG	F7.1...	Aussenwandkonstruktionen				0,00	0,00	0,00	0,00			
KOA	F7.1...	Aussenwandkonstruktionen Ziegel	#E2.E.01.a *GIF/100* PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			100	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Aussenwandkonstruktionen Beton	#E2.E.01.b *GIF/100* PFAKT	5.806,69	€/Instandsetzung	0,00	0,00			100	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Aussenwandkonstruktionen Holz	#E2.E.01.c *GIF/100* PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			70	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Aussenwandkonstruktionen Stahl	#E2.E.01.d *GIF/100* PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			50	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Aussenwandkonstruktionen Sonstige	#E2.E.01.s *GIF/100* PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			50	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Innenwandkonstruktionen	#E2.E.02 *GIF/100* PFAKT	2.358,67	€/Instandsetzung	0,00	0,00			60	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Stützenkonstruktionen	#E2.E.03 *GIF/100* PFAKT	42.590,03	€/Instandsetzung	51.707,71	42.590,03	721,86	876,40	50	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Spezielle Konstruktionen	#E2.E.04 *GIF/100* PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			50	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Sonstiges Vertikale Baukonstruktionen	#E2.E.S *GIF/100* PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			50	PBAU	3,30000
KOA	F7.1...	Sonstige Bauwerk Rohbau	#E2.S *GIF/100* PFAKT	23.210,19	€/Instandsetzung	28.179,03	23.210,19	393,39	477,61	50	PBAU	3,30000
KJG	F7.1-3	Bauwerk Technik				1.537.718,40	2.045.801,67	34.674,60	26.063,02			
KOA	F7.1...	Allgemein Bauwerk - Technik	#E3.A * PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			33	PTE...	2,00000
KOA	F7.1...	Förderanlagen	#E3.B * PFAKT	60.720,00	€/Instandsetzung	45.439,14	60.720,00	1.029,15	770,15	33	PTE...	2,00000
KJG	F7.1...	Wärmeversorgungsanlagen				196.089,50	285.037,36	4.831,14	3.323,55			
KOA	F7.1...	Wärmeerzeugungsanlagen	#E3.C.01 * PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			18	PTE...	2,00000
KOA	F7.1...	Wärmeverteilnetze	#E3.C.02 * PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			40	PTE...	2,00000
KOA	F7.1...	Raumheizflächen	#E3.C.03 * PFAKT	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			30	PTE...	2,00000
KOA	F7.1...	Sonstige Wärmeversorgungsanlagen	#E3.C.S * PFAKT	142.518,68	€/Instandsetzung	196.089,50	285.037,36	4.831,14	3.323,55	29	PTE...	2,00000
KJG	F7.1...	Klima-/Lüftungsanlagen				138.189,16	179.166,34	3.036,72	2.342,19			
KJG	F7.1...	Lüftungsanlagen				0,00	0,00	0,00	0,00			
KOA	F7.1...	Lüftungsanlagen Rohre	#E3.D.01*(100-E3D01VAnt...	0,00	€/Instandsetzung	0,00	0,00			20	PTE...	2,00000

Abb. 4.50: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F7 - Instandsetzung, Umbau

Die Kosten für das Ausmalen der Wände und Decken werden mit Hilfe eines Kostenkennwerts [€/m²] und der jeweiligen Fläche [m²] ermittelt.

Die Kosten für „Verbesserung und Umnutzung“ sind vom Programm benutzer selbst einzugeben, das Berechnungsmodell hat hier keinen empfohlenen Wert hinterlegt.

F8 - Sonstiges

In der Gruppe „Sonstiges“ sind die Kosten für Sonstiges einzugeben (Abb. 4.51). ABK-LEKOS bietet hier keinerlei Empfehlung bzw. Hilfestellung. Der Programmanwender hat den Aufwand selbst zu bestimmen und für die gesamte Gebäudelebensdauer festzulegen (Frequenz = Lebensdauer).

Hiera	Numr	Bezeichnung	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert/Jahr	Mittelwert o.V.	Frequenz	Indexw	Index
KHG	F8	Sonstiges	0,00 €	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
KOA	F8.1	Sonstiges	0,00 €	0,00	0,00				LEBENT	2,00...	PALLG

Abb. 4.51: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F8 - Sonstiges

F9 - Objektbeseitigung, Abbruch

In der Gruppe „Objektbeseitigung, Abbruch“ berechnet die Software Kosten für den Abbruch inklusive Entsorgung, Herstellung eines etwaigen vereinbarten Vertragszustandes und Planung sowie Organisation (Abb. 4.52).

Hierar	Num	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert/Jahr	Mittelwert o.V.	Fre	Frequer	Indexw	Index
KHG	F9	Objektbeseitigung, Abbruch	#SUM	95.868,39 €		105.176,96	95.868,39	1.782,66	1.624,89				
KOA	F9.1	Planung und Organisation	AB_ENTS_GESAMT * P...	23.199,37 €		13.815,90	23.199,37	234,17	393,21	59	LEBENT	2,00000	PALLG
KOA	F9.2	Abbruch und Entsorgung	AB_ENTS_GESAMT	72.498,02 €		91.146,08	72.498,02	1.544,85	1.228,78	59	LEBENT	3,30000	PBAU
KOA	F9.3	Herstellung des Vertragszustands	HVZm2*BEFAF	171,00 €		214,98	171,00	3,64	2,90	59	LEBENT	3,30000	PBAU

Abb. 4.52: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F9 - Objektbeseitigung, Abbruch

Die Aufwendungen für die Planung und Organisation werden über einen Planungsfaktor ermittelt. Dieser wird mit den gesamten Entsorgungskosten multipliziert. Hier ist das Berechnungsmodell nicht zu 100% konsistent, da dieser Planungsfaktor von der Gruppe „Parameter Instandsetzung“ stammt. Für solche Maßnahmen ist in der Basisvorlage kein eigener Faktor enthalten. Aufgrund der unbeschränkten Flexibilität von ABK-LEKOS kann der Programmbeutzer jedoch sehr einfach einen neuen Planungsfaktor für die Objektbeseitigung im zugehörigen Parameterblatt definieren.

Die gesamten Abbruch- und Entsorgungskosten übernimmt das Berechnungsmodell vom zugehörigen Parameterblatt. Daher wird an dieser Stelle keine Berechnung mehr durchgeführt.

Für die Herstellung des Vertragszustandes wird nur der Abbruch für die befestigten Flächen berücksichtigt. Die Beseitigung von eventuell vorhandenen unterirdischen Einbauten beachtet die Basisvorlage nicht.

Als Intervall für die Kostenentstehung ist in der Spalte „Frequenz“ einmal pro Lebensdauer enthalten, da diese Aufwendungen verständlicherweise nur einmal pro Gebäudeleben entstehen können.

4.3.5 Ergebnisse

Unter „Ergebnisse“ listet ABK-LEKOS die Ergebniskennwerte, die Kostenbereiche und die Errichtungs- und Folgekosten auf.

Nachfolgend werden die einzelnen Gruppen dieses Bereiches laut der Strukturierung in ABK-LEKOS beschrieben (siehe Abb. 4.53).

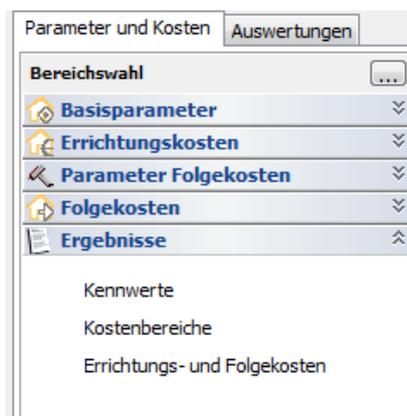


Abb. 4.53: Ergebnisse

Kennwerte

In diesem Blatt sind die Kennwerte des Berechnungsergebnisses aufgelistet. Die Software stellt zum Einen die Errichtungs- und Lebenszykluskosten den Flächenwerten (Brutto-Grundfläche, Nutzfläche) bzw. den Nutzungseinheiten gegenüber. Zum Anderen zeigt ABK-LEKOS die Folgekosten pro m² [€/m²] und pro m² und Jahr [€/m²/Jahr] an, siehe Abb. 4.54.

Kennzeichnet man eine Zeile als Favorit (FAV), so wird dieser ausgewählte Kennwert automatisch in die Ergebnisdarstellung übernommen. Unter Verwendung von definierten Variablen ist es auch möglich, eigene Kostenkennwerte mithilfe der Formelfunktion festzulegen. Diese können dann ebenfalls durch Kennzeichnung als Favorit in die Ausgabedarstellung übernommen werden.

FAV	Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
	Errichtungskosten, Objektkennwerte				
★	Gesamtkosten Errichtung/Brutto-Grundfläche	GK BGF	GK\$/BGF	2.852,06	€/m ²
★	Gesamtkosten Errichtung/Nutzungseinheit	GK NUE	GK\$/NUE	92.011,12	€/NUE
★	Gesamtkosten Errichtung/Nutzfläche	GK NF	GK\$/NF	4.600,27	
★	Bauwerkskosten/Bruttogrundfläche	BWK BGF	BWK\$/BGF	1.649,95	
★	Bauwerkskosten/Nutzfläche	BWK NF	BWK\$/NF	2.661,31	
	Lebenszykluskosten, Objektkennwerte				
★	Lebenszykluskosten/Brutto-Grundfläche	LZK BGF	LZK\$/BGF	10.456,40	€/m ²
★	Lebenszykluskosten/Nutzfläche	LZK NF	LZK\$/NF	16.865,77	€/m ²
★	Lebenszykluskosten/Nutzungseinheit	LZK NUE	LZK\$/NUE	337.336,59	€/NUE
★	Lebenszykluskosten/Errichtungskosten	LZKEK	LZK\$/EK*100	391,37	%
	Folgekosten je Nutzfläche				
	Verwaltung je Nutzfläche	F1NF	#F1\$/NF	228,82	€/m ²
	Technischer Gebäudebetrieb je Nutzfläche	F2NF	#F2\$/NF	1.096,52	€/m ²
	Ver- und Entsorgung je Nutzfläche	F3NF	#F3\$/NF	3.732,22	€/m ²
	Reinigung und Pflege je Nutzfläche	F4NF	#F4\$/NF	1.946,45	€/m ²
	Sicherheit je Nutzfläche	F5NF	#F5\$/NF	101,44	€/m ²
	Gebäudedienste je Nutzfläche	F6NF	#F6\$/NF	114,59	€/m ²
	Instandsetzung, Umbau je Nutzfläche	F7NF	#F7\$/NF	5.226,30	€/m ²
	Sonstiges je Nutzfläche	F8NF	#F8\$/NF	0,00	€/m ²
	Objektbeseitigung, Abbruch je Nutzfläche	F9NF	#F9\$/NF	109,99	€/m ²

Abb. 4.54: Ergebnisse – Kennwerte

Kostenbereiche

In der Gruppe „Kostenbereiche“ stellt die Software sämtliche Kostenbereiche zusammen, auch die Zwischensummen der Errichtungs- und Folgekosten werden in der Basisvorlage aufgelistet. Die Gliederung dieser Kostenbereiche und Zwischensummen ist vollkommen ident mit der Struktur der ÖNORMEN B 1801-1 und B 1801-2, siehe dazu Abb. 4.55. Die Daten übernimmt ABK-LEKOS aus den Bereichen „Folgekosten“ und „Errichtungskosten“. Diese können hier hinsichtlich ihrer Entstehung, mit oder ohne Valorisierung, über das gesamte Gebäudeleben betrachtet werden.

Hiera	Numm	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert/Jahr	Mittelwert o.1
KHG	E0	Grund	#SUM	278.100,00 €		278.100,00	278.100,00	4.713,56	4.713,56
KHG	E1	Aufschließung	#SUM	30.000,00 €		30.000,00	30.000,00	508,47	508,47
KHG	E2	Bauwerk - Rohbau	#SUM	1.002.501,98 €		1.002.501,98	1.002.501,98	16.991,56	16.991,56
KHG	E3	Bauwerk - Technik	#SUM	679.930,51 €		679.930,51	679.930,51	11.524,25	11.524,25
KHG	E4	Bauwerk - Ausbau	#SUM	862.473,68 €		862.473,68	862.473,68	14.618,20	14.618,20
KHG	E5	Einrichtung	#SUM	578.981,23 €		578.981,23	578.981,23	9.813,24	9.813,24
KHG	E6	Außenanlagen	#SUM	76.347,19 €		76.347,19	76.347,19	1.294,02	1.294,02
KHG	E7	Planungsleistungen	#SUM	508.981,23 €		508.981,23	508.981,23	8.626,80	8.626,80
KHG	E8	Nebenleistungen	#SUM	50.898,12 €		50.898,12	50.898,12	862,68	862,68
KHG	E9	Reserven	#SUM	330.837,80 €		330.837,80	330.837,80	5.607,42	5.607,42
SKG		Bauwerkskosten [E2-E4]	#E2+#E3+#E4	2.544.906,17 €		2.544.906,17	2.544.906,17	43.134,00	43.134,00
SKG		Baukosten [E1-E6]	#E1+BWK+#E5+#E6	3.230.234,59 €		3.230.234,59	3.230.234,59	54.749,74	54.749,74
SKG		Errichtungskosten [E1-E9]	BK+#E7+#E8+#E9	4.120.951,74 €		4.120.951,74	4.120.951,74	69.846,64	69.846,64
SKG		Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]	#E0+EK	4.399.051,74 €		4.399.051,74	4.399.051,74	74.560,20	74.560,20
KHG	F1	Verwaltung	#SUM	4.773,41 €...		218.813,21	281.631,19	3.708,70	4.773,41
KHG	F2	Technischer Gebäudebetrieb	#SUM	22.874,33 €...		1.048.559,89	1.349.585,47	17.772,20	22.874,33
KHG	F3	Ver- und Entsorgung	#SUM	24.724,59 €...		3.568.971,41	1.458.750,81	60.491,04	24.724,59
KHG	F4	Reinigung und Pflege	#SUM	40.540,85 €...		1.861.309,93	2.391.910,15	31.547,63	40.540,85
KHG	F5	Sicherheit	#SUM	1.000,00 €...		96.999,42	59.000,00	1.644,06	1.000,00
KHG	F6	Gebäudedienste	#SUM	2.390,50 €...		109.580,59	141.039,50	1.857,30	2.390,50
KHG	F7	Instandsetzung, Umbau				4.997.699,39	4.848.117,82	84.706,77	82.171,49
KHG	F8	Sonstiges	#SUM	0,00 €		0,00	0,00	0,00	0,00
KHG	F9	Objektbeseitigung, Abbruch	#SUM	95.868,39 €		105.176,96	95.868,39	1.782,66	1.624,89
SKG		Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5]	#F1+#F2+#F3+#F4+#F5	93.913,18 €...		6.794.653,86	5.540.877,62	115.163,62	93.913,18
SKG		Gebäudebasiskosten [E1-F5]	EK+KGB			10.915.605,60	9.661.829,36	185.010,26	163.759,82
SKG		Nutzungskosten [F1-F8]	KGB+#F6+#F7+#F8			11.901.933,84	10.530.034,94	201.727,69	178.475,17
SKG		Folgekosten [F1-F9]	ONK+#F9			12.007.110,80	10.625.903,33	203.510,35	180.100,06
SKG		Lebenszykluskosten [E1-F9]	EK+OFK			16.128.062,54	14.746.855,07	273.356,99	249.946,70

Abb. 4.55: Ergebnisse – Kostenbereiche

Errichtungs- und Folgekosten

In dieser Gruppe befinden sich alle Errichtungs- und Folgekosten, inklusive der Zwischensummen laut den ÖNORMEN B 1801-1 und B 1801-2. Im Gegensatz zum Ergebnisblatt „Kostenbereiche“ werden in dieser Gruppe die Kostenbereiche detailliert nach ihren enthaltenen Kostenarten aufgegliedert. Die verschiedenen Kosten können wiederum für den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes, Jahr für Jahr, mit oder ohne Valorisierung, angezeigt werden. Einen Ausschnitt aus der Gruppe „Errichtungs- und Folgekosten“ liefert Abb. 4.56.

Obwohl man sich an dieser Stelle in einem Ergebnisbereich befindet, werden alle Kostenarten nochmals mit ihren hinterlegten Formeln berechnet. Diese sind mit den Formeln der Bereiche „Errichtungskosten“ und „Folgekosten“ verknüpft. Werden nun solche Formeln im Ergebnisblatt abgewandelt, so ändern sich diese in den beiden anderen Blättern automatisch mit. Die Eingabe der Frequenzen und Preissteigerungen kann jedoch nicht geändert werden.

Hiera	Nummer	Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Gesamt	Gesamt o.V.	Mittelwert/	Mittelwert o.V
KHG	E0	Grund	#SUM	278.100,00	€	278.100,00	278.100,00	4.713,56	4.713,56
KOA	E0.A	Allgemein		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E0.B	Grunderwerb	750*GSTF	270.000,00	€	270.000,00	270.000,00	4.576,27	4.576,27
KOA	E0.S	Sonstiges für Grund	0,03*Grunderwerb	8.100,00	€	8.100,00	8.100,00	137,29	137,29
KHG	E1	Aufschließung	#SUM	30.000,00	€	30.000,00	30.000,00	508,47	508,47
KOA	E1.A	Allgemein			€	0,00	0,00		
KOA	E1.B	Baureifmachung			€	0,00	0,00		
KOA	E1.C	Erschließung			€	0,00	0,00		
KOA	E1.E	Provisorien			€	0,00	0,00		
KOA	E1.S	Sonstiges für Aufschließung		30.000,00	€	30.000,00	30.000,00	508,47	508,47
KHG	E2	Bauwerk - Rohbau	#SUM	1.002.501,...	€	1.002.501,98	1.002.501,98	16.991,...	16.991,56
KOA	E2.A	Allgemein			€	0,00	0,00		
KOA	E2.B	Erdarbeiten, Baugrube	BAUGRV*K_BAUGRV	37.249,19	€	37.249,19	37.249,19	631,34	631,34
KOA	E2.C	Gründungen, Bodenkonstrukt...	GRÜNDF*K_GRÜNDF	148.288,36	€	148.288,36	148.288,36	2.513,36	2.513,36
KOA	E2.D.01	Deckenkonstruktionen	DECKF*F_DECKFROH/100*K_DECKF	103.681,99	€	103.681,99	103.681,99	1.757,32	1.757,32
KOA	E2.D.02	Treppenkonstruktionen	STIEGF*500	15.115,00	€	15.115,00	15.115,00	256,19	256,19
KOA	E2.D.03.a	Dachkonstruktion Beton	DACHF*F_DACHFROH/100*K_DACHF	305.397,00	€	305.397,00	305.397,00	5.176,22	5.176,22
KOA	E2.D.03.b	Dachkonstruktion Holz		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.D.03.c	Dachkonstruktion Stahl		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.D.03.s	Dachkonstruktion Sonstige		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.D.S	Sonstiges Horizontale Baukons...		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.E.01.a	Aussenwandkonstruktionen Zi...		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.E.01.b	Aussenwandkonstruktionen Be...	AWF*F_AWFROH/100*K_AWF	26.588,07	€	26.588,07	26.588,07	450,65	450,65
KOA	E2.E.01.c	Aussenwandkonstruktionen Holz		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.E.01.d	Aussenwandkonstruktionen Stahl		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.E.01.s	Aussenwandkonstruktionen So...		0,00	€	0,00	0,00		
KOA	E2.E.02	Innenwandkonstruktionen	INWF*F_INWFROH/100*K_INWF	20.867,19	€	20.867,19	20.867,19	353,68	353,68

Abb. 4.56: Ergebnisse – Errichtungs- und Folgekosten

4.4 Auswertungen

Nach abgeschlossener Eingabe aller erforderlichen Gebäudedaten kann das Ergebnis der Berechnung unter dem Menü „Auswertungen“ aufgerufen werden.

Die einzelnen Bereiche dieses Registers werden nachfolgend laut Strukturierung in ABK-LEKOS beschrieben (siehe Abb. 4.57).

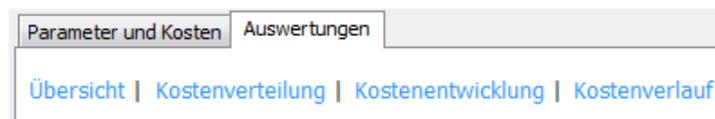


Abb. 4.57: Auswertungen

Drucken

Die Ausgabe der gesamten Lebenszykluskostenberechnung erfolgt durch Klick auf das Symbol „Drucken“. Es öffnet sich das Fenster „Lebenszykluskosten drucken“, siehe Abb. 4.58.

Mithilfe dieser übersichtlichen Zusammenstellung kann der Programmbenutzer auf einfache Weise festlegen, was zu drucken ist. Soll die Ausgabe nicht auf Papier erfolgen, bietet ABK-LEKOS die Möglichkeit direkt eine PDF-Datei zu erstellen.

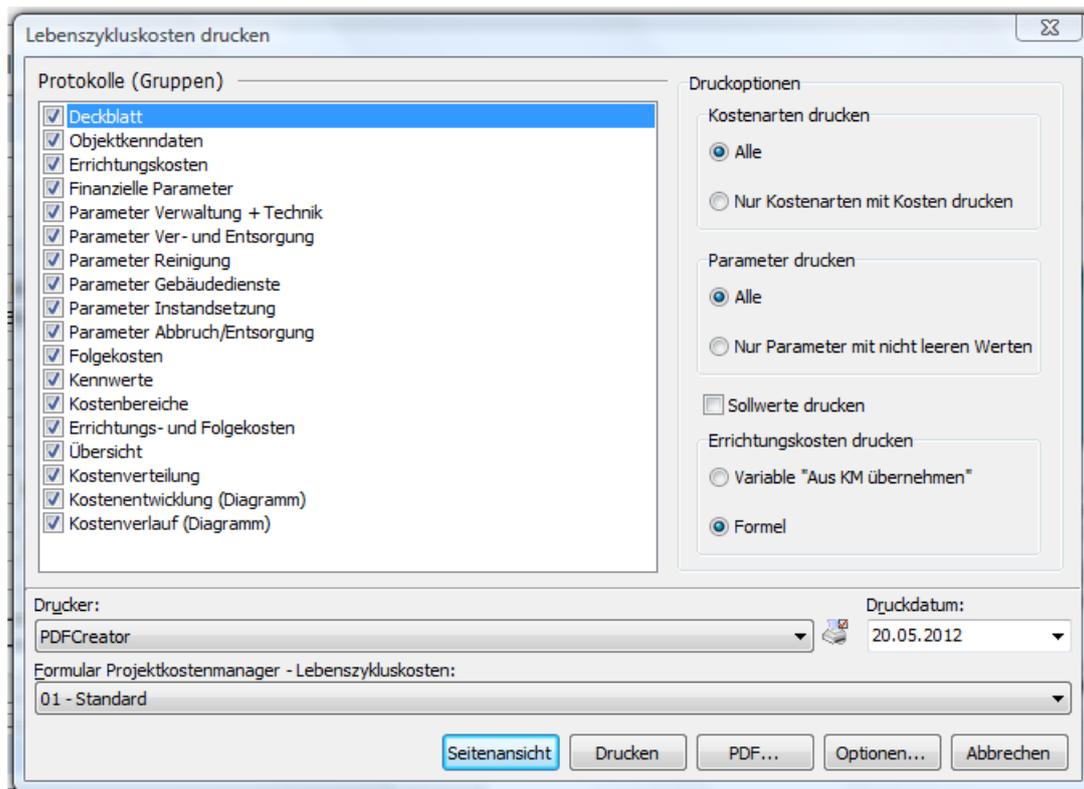


Abb. 4.58: Auswertungen – Lebenszykluskosten drucken

4.4.1 Übersicht

In der Übersicht werden die als Favorit gekennzeichneten Werte von den Gruppen „Ergebnisse-Kennwerte“ und „Basisparameter-Objektkenndaten“ angeführt.

Der Programmbenutzer hat die Möglichkeit, jede erdenkliche Zeile aus „Parameter und Kosten“ in die Übersicht zu übernehmen. Durch Markierung als Favorit wird die Überschrift, die Bezeichnung, der Wert und die Einheit automatisch in die Auswertung hinzugefügt. Die Tabelle der Übersicht kann daher vollkommen flexibel gestaltet werden.

Neben der Favorit-Tabelle stellt ABK-LEKOS ein Balkendiagramm dar. Diese Grafik zeigt die durchschnittlichen Lebenszykluskosten pro Jahr an, entweder mit oder ohne Berücksichtigung der Barwertmethode, abhängig von der gewählten Einstellung im Menü „Eckdaten“. Die Kosten werden berechnet, indem die einzelnen über den Lebenszyklus aufsummierten Kosten (inklusive/exklusive Valorisierung) durch die Gebäudelebensdauer dividiert werden.

Abb. 4.59 zeigt den Aufbau der Übersicht.

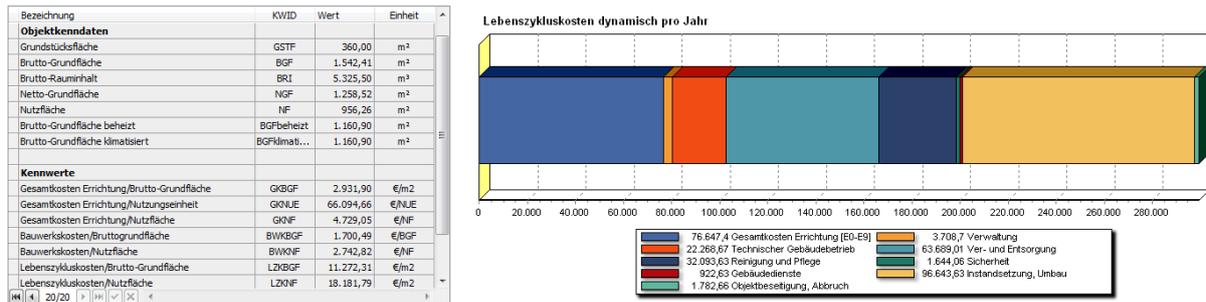


Abb. 4.59: Auswertungen – Übersicht

4.4.2 Kostenverteilung

In der Kostenverteilung stellt ABK-LEKOS eine Tabelle mit den Errichtungskosten, Lebenszykluskosten, Finanziellen Parametern und Folgekosten zusammen. Die Werte werden hinsichtlich ihrer Berechnung zwischen statisch (ohne Barwertmethode) und dynamisch (mit Barwertmethode) unterschieden. Weiters werden die Lebenszykluskosten in zwei Tortendiagrammen dargestellt, die beiden Grafiken unterscheiden sich bezüglich des Valorisierungsmodells (mit/ohne Barwertmethode, je nach Einstellung im Menü „Eckdaten“). Dadurch sind die Auswirkungen der Preissteigerung gut vergleichbar und sofort ersichtlich.

Den Aufbau der Kostenverteilung zeigt Abb. 4.60.

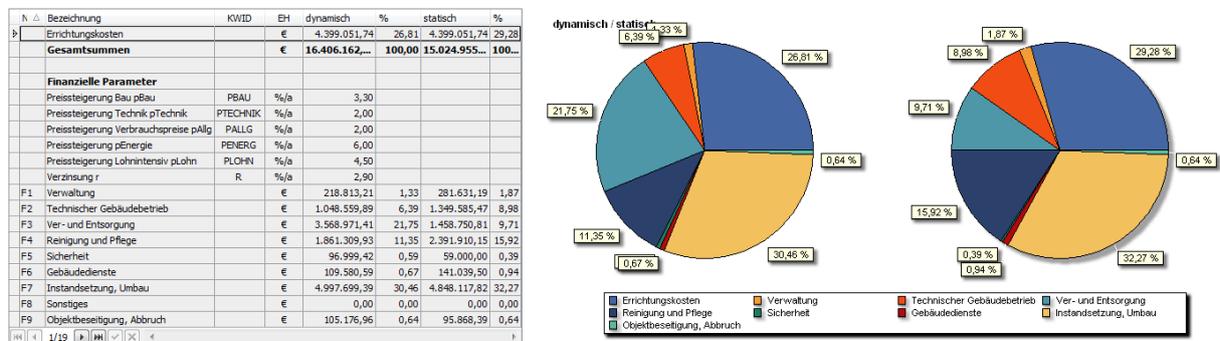


Abb. 4.60: Auswertungen – Kostenverteilung

4.4.3 Kostenentwicklung

Unter dem Punkt „Kostenentwicklung“ stellt ABK-LEKOS ein weiteres Diagramm dar (Abb. 4.61). Diese Grafik beinhaltet die Kostenentwicklung über die gesamte Gebäudelebensdauer. Der Programmnenutzer kann in der Abbildung die kumulierten Werte sowie die Jahressteigerungen, jeweils mit und/oder ohne Valorisierung anzeigen lassen. Diese Einstellungen sind über die vorhandene Checkbox vorzunehmen (siehe rechts oben in Abb. 4.61).

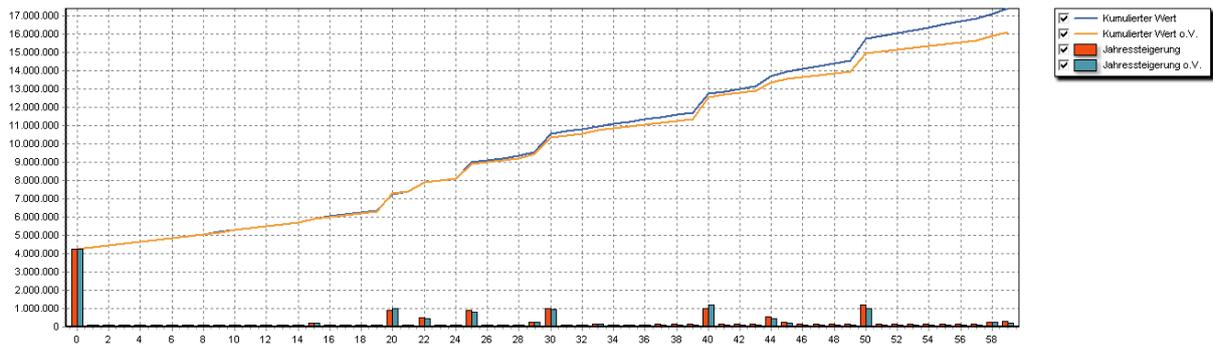


Abb. 4.61: Auswertungen – Kostenentwicklung

4.4.4 Kostenverlauf

Im Kostenverlauf werden die kumulierten Lebenszykluskosten in einem Säulendiagramm dargestellt und zwar über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes. Diese können pro Jahr abgelesen werden und sind je nach gewählter Einstellung im Menü „Eckdaten“ berechnet, daher entweder mit oder ohne Berücksichtigung der Barwertmethode.

Der Einfluss der Preissteigerung, betrachtet über mehrere Jahre, ist besonders deutlich am nicht-linearen Verlauf der Ver- und Entsorgungskosten oder der Reinigungskosten erkennbar, siehe Abb. 4.62.

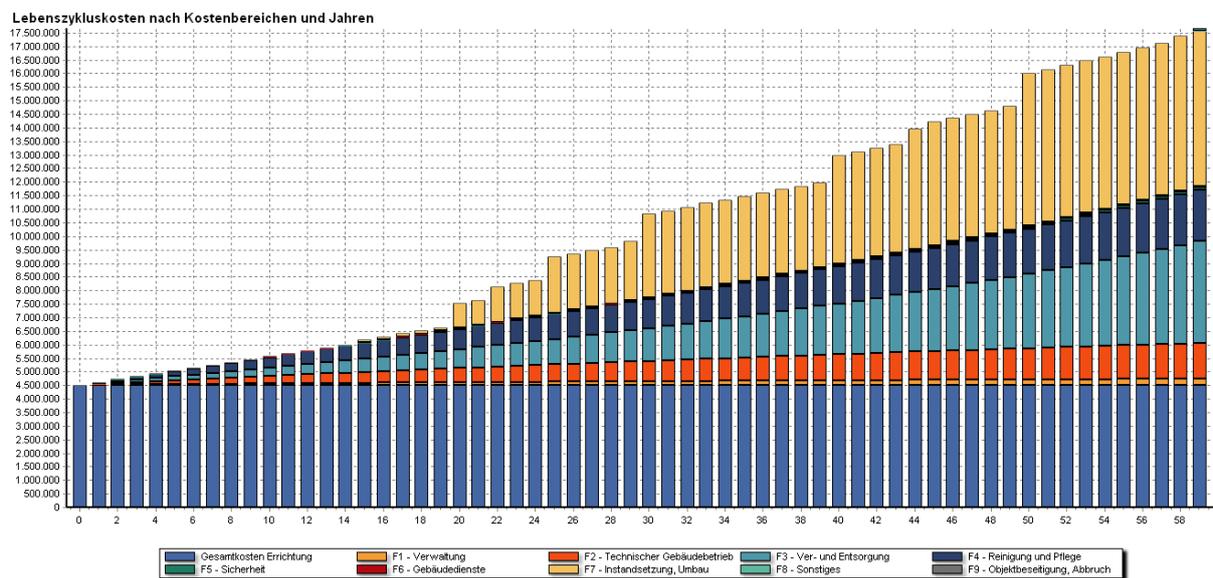


Abb. 4.62: Auswertungen – Kostenverlauf

4.5 Anwendung am Beispiel eines Bürogebäudes

Im Rahmen der Diplomarbeit wird das Projekt „Bürogebäude in Wien“ mit dem Programm ABK-LEKOS anhand von zwei Varianten untersucht. In beiden Versionen werden die hinterlegten Kostenkennwerte aus dem BKI und vom Berechnungsmodellersteller verwendet. Variiert werden lediglich die Werte für Flächen und Volumina. Damit soll untersucht werden, welche Auswirkung eine ungenaue Dateneingabe auf die Folgekosten hat, wenn Flächen und Volumina zum Teil über die statistischen Werte aus dem BKI und zum Teil über Faktoren vom Berechnungsmodellersteller ermittelt werden.

Die Lebensdauer des Gebäudes wird mit 59 Jahren gewählt. Diese Zahl wird absichtlich so gesetzt, da ABK-LEKOS bei einer Gebäudelebensdauer von 60 Jahren kostenintensive Instandhaltungsmaßnahmen im Jahr des Objektabbruches berücksichtigen würde.

4.5.1 Berechnung über BKI-Werte

In der ersten Version ermittelt die Software automatisch mithilfe der hinterlegten Formeln die „Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten“ und die „Flächenwerte für Folgekosten“.

Das Baugrubenvolumen, die Gründungsfläche, die Außen- und Innenwandfläche sowie die Dach- und Deckenfläche berechnet das Modell über die Brutto-Grundfläche und Faktoren, welche aus dem BKI stammen. Für diese Parameter gibt ABK-LEKOS Sollwerte „von-bis“ an. Es werden die eingestellten Standardwerte der Basisvorlage übernommen; siehe dazu Abb. 4.63.

Bezeichnung	Formel	Wert	EH	Sollwert Von	Sollwert Bis
Parameter für Ermittlung der Mengen mit Kennwerten					
Faktor Ermittlung Volumen Baugrube/BGF		1,05		0,79	1,53
Faktor Ermittlung Fläche für Gründung/BGF		0,38		0,33	0,58
Faktor Ermittlung Fläche der Außenwandkonstruktion/BGF		0,78		0,68	0,98
Faktor Ermittlung Fläche der Innenwandkonstruktion/BGF		0,77		0,65	0,85
Faktor Ermittlung der Dachfläche/BGF		0,66		0,60	0,74
Faktor Ermittlung für Deckenflächen/BGF		0,42		0,36	0,62
Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten					
Volumen Baugrube	$BGF * F_BAUGRV$	1.619,53	m ³		
Fläche für Gründung	$BGF * F_GRÜNDF$	586,12	m ²		
Außenwände	$BGF * F_AWF$	1.203,08	m ²		
Innenwände	$BGF * F_INWF$	1.187,66	m ²		
Dachflächen	$BGF * F_DACHF$	1.017,99	m ²		
Deckenflächen	$BGF * F_DECKF$	647,81	m ²		

Abb. 4.63: Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten – BKI-Berechnung

Die Fensterfläche, Sanitärfläche, Treppenfläche, Bürofläche etc. ermittelt das Programm mit direkt in den Formeln enthaltenen Parametern. Diese stammen vom Berechnungsmodellierer selbst. Die Faktoren beziehen sich auf die Nutzungseinheiten, Netto-Grundfläche, Nutzfläche etc. Auch hier werden die voreingestellten Werte von der Basisvorlage übernommen (siehe Abb. 4.64).

Bezeichnung	Formel	Wert	EH
Flächenwerte für Folgekosten			
Fenster/Glasflächen außen	AWF*0,1	120,31	m ²
Davon Fenster/Glasflächen außen mit Arbeitsbühne	0	0,00	m ²
Glasfassadenfläche außen	0	0,00	m ²
Davon Glasfassadenflächen außen mit Arbeitsbühne	0	0,00	m ²
Glasflächen nicht vertikal außen		0,00	m ²
Glasflächen nicht vertikal außen mit Arbeitsbühne		0,00	m ²
Glasflächen innen	0	0,00	m ²
Davon Glasflächen innen mit Arbeitsbühne	0	0,00	m ²
Jalousienflächen	IGLASF	0,00	m ²
Davon Jalousienflächen mit Arbeitsbühne	IGLASF*0,2	0,00	m ²
Büro- und Wohnflächen	NF	956,26	m ²
Sanitärflächen horizontal		67,03	m ²
Sanitärflächen vertikal		364,02	m ²
Gangflächen	(NGF-NF)*0,6	181,36	m ²
Stiegenflächen	(NGF-NF)*0,1	30,23	m ²
Garagenflächen	(NGF-NF)*0,2	60,45	m ²
Nebenraumflächen	(NGF-NF)*0,1	30,23	m ²
Ausmalflächen Wände	INWF*2	2.375,32	m ²
Ausmalflächen Decken	DECKF	647,81	m ²
Nutzfläche je aktiven Nutzer		20,00	m ²
Nutzungseinheiten	NF/NFNUE	47,81	Stk
Außentüren		4,00	m ²
Gehsteigfläche		121,20	m ²

Abb. 4.64: Flächenwerte für Folgekosten – BKI-Berechnung

Mit der Berechnung über BKI-Faktoren erhält man folgende Ergebnisse, siehe Abb. 4.65 und Abb. 4.66:

Hiera	Nun	Bezeichnung	Wert	EH	Gesamt	Mittelwert/Jahr
KHG	E0	Grund	278.100,00	€	278.100,00	4.713,56
KHG	E1	Aufschließung	30.000,00	€	30.000,00	508,47
KHG	E2	Bauwerk - Rohbau	1.002.501,...	€	1.002.501,98	16.991,56
KHG	E3	Bauwerk - Technik	679.930,51	€	679.930,51	11.524,25
KHG	E4	Bauwerk - Ausbau	862.473,68	€	862.473,68	14.618,20
KHG	E5	Einrichtung	578.981,23	€	578.981,23	9.813,24
KHG	E6	Außenanlagen	76.347,19	€	76.347,19	1.294,02
KHG	E7	Planungsleistungen	508.981,23	€	508.981,23	8.626,80
KHG	E8	Nebenleistungen	50.898,12	€	50.898,12	862,68
KHG	E9	Reserven	330.837,80	€	330.837,80	5.607,42
SKG		Bauwerkskosten [E2-E4]	2.544.906,...	€	2.544.906,17	43.134,00
SKG		Baukosten [E1-E6]	3.230.234,...	€	3.230.234,59	54.749,74
SKG		Errichtungskosten [E1-E9]	4.120.951,...	€	4.120.951,74	69.846,64
SKG		Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]	4.399.051,...	€	4.399.051,74	74.560,20

Abb. 4.65: Gesamtkosten – Errichtung mittels BKI-Berechnung

Hiera	Nur	Bezeichnung	Wert	EH	Gesamt	Mittelwert/Jahr
KHG	F1	Verwaltung	4.773,41	€/Jahr	218.813,21	3.708,70
KHG	F2	Technischer Gebäudebetrieb	22.874,33	€/Jahr	1.048.559,89	17.772,20
KHG	F3	Ver- und Entsorgung	24.724,59	€/Jahr	3.568.971,41	60.491,04
KHG	F4	Reinigung und Pflege	40.540,85	€/Jahr	1.861.309,93	31.547,63
KHG	F5	Sicherheit	1.000,00	€/Jahr	96.999,42	1.644,06
KHG	F6	Gebäudedienste	2.390,50	€/Jahr	109.580,59	1.857,30
KHG	F7	Instandsetzung, Umbau			4.997.699,39	84.706,77
KHG	F8	Sonstiges	0,00	€	0,00	0,00
KHG	F9	Objektbeseitigung, Abbruch	95.868,39	€	105.176,96	1.782,66
SKG		Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5]	93.913,18	€/Jahr	6.794.653,86	115.163,62
SKG		Gebäudebasiskosten [E1-F5]			10.915.605,60	185.010,26
SKG		Nutzungskosten [F1-F8]			11.901.933,84	201.727,69
SKG		Folgekosten [F1-F9]			12.007.110,80	203.510,35
SKG		Lebenszykluskosten [E1-F9]			16.128.062,54	273.356,99

Abb. 4.66: Folge- und Lebenszykluskosten mittels BKI-Berechnung

4.5.2 Berechnung über genaue Werte

In der zweiten Version sind die anzugebenden Flächen- und Kubaturwerte für die „Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten“ und die „Flächenwerte für Folgekosten“ genau laut Plan ermittelt. Es folgt eine Trennung zwischen Restaurantfläche und Bürofläche.

Alle anderen Eingabedaten sind wieder wie zuvor bei der Berechnung laut BKI von ABK-LEKOS übernommen.

Das Baugrubenvolumen, die Gründungsfläche, die Außen- und Innenwandfläche sowie die Dach- und Deckenfläche sind genau ermittelt und direkt als Wert in die Formeln des Berechnungsmodells eingetragen (Abb. 4.67).

Objektkennwerte für Errichtungs- und Folge...				
Volumen Baugrube	BAUGRV	1332	1.332,00	m ³
Fläche für Gründung	GRÜNDF	GSTF	360,00	m ²
Außenwände	AWF	1327	1.327,00	m ²
Innenwände	INWF	678	678,00	m ²
Dachflächen	DACHF	298	298,00	m ²
Deckenflächen	DECKF	1115	1.115,00	m ²

Abb. 4.67: Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten – genaue Berechnung

Die Fensterfläche, Sanitärfläche, Treppenfläche, Bürofläche usw. sind auch hier laut Plan ermittelt und die vorhandenen Formeln überschrieben. ABK-LEKOS benötigt nun auch Eingaben für die Restaurantfläche (inklusive Lager, Gastraum, Küche) und die Nutzfläche je aktiven Restaurantgast (Abb. 4.68).

Aufgrund des höheren Reinigungsaufwandes und einer Frequenz von sieben Tagen pro Woche wird nun auch die Restaurantfläche unter dem Bereich „Parameter Reinigung“ gesondert berechnet.

Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Flächenwerte für Folgekosten				
Fenster/Glasflächen außen	GLASF	286	286,00	m ²
Davon Fenster/Glasflächen außen mit Arbeitsbühne	GLASFab	0	0,00	m ²
Glasfassadenfläche außen	GLASFF	0	0,00	m ²
Davon Glasfassadenflächen außen mit Arbeitsbühne	GLASFFab	0	0,00	m ²
Glasflächen nicht vertikal außen	GLASFNV		0,00	m ²
Glasflächen nicht vertikal außen mit Arbeitsbühne	GLASFNVab		0,00	m ²
Glasflächen innen	IGLASF	14	14,00	m ²
Davon Glasflächen innen mit Arbeitsbühne	IGLASFab	0	0,00	m ²
Jalousienflächen	JALF	200	200,00	m ²
Davon Jalousienflächen mit Arbeitsbühne	JALFab	0	0,00	m ²
Büro- und Wohnflächen	BÜRF	475	475,00	m ²
Restaurantfläche inkl. Lager, Gastraum, Küche	RESTF	134	134,00	m ²
Sanitärflächen horizontal	SANFh		67,03	m ²
Sanitärflächen vertikal	SANFv		364,02	m ²
Gangflächen	GANGF	165	165,00	m ²
Stiegenflächen	STIEGF	80	80,00	m ²
Garagenflächen	GARAF	260	260,00	m ²
Nebenraumflächen	NEBF	60	60,00	m ²
Ausmalflächen Wände	MALFw	6010	6.010,00	m ²
Ausmalflächen Decken	MALFd	1115	1.115,00	m ²
Nutzfläche je aktiven Nutzer Büro	NFNUE		20,00	m ²
Nutzfläche je aktiven Nutzer Restaurant	NFNUEREST		3,00	m ²
Nutzungseinheiten Büro	NUE	BÜRF/NFNUE	23,75	Stk
Nutzungseinheiten Restaurant	NUEREST	RESTF/NFNUEREST	44,67	Stk
Außertüren	AußTür		4,00	m ²
Gehsteigfläche	GehsteigF		121,20	m ²

Abb. 4.68: Flächenwerte für Folgekosten – genaue Berechnung

Mit den genauen Flächen- und Kubaturwerten erhält man nun folgende Ergebnisse, siehe Abb. 4.69 und Abb. 4.70:

Hiera	Nun	Bezeichnung	Wert	EH	Gesamt	Mittelwert/Jahr
KHG	E0	Grund	278.100,00	€	278.100,00	4.713,56
KHG	E1	Aufschließung	30.000,00	€	30.000,00	508,47
KHG	E2	Bauwerk - Rohbau	803.135,21	€	803.135,21	13.612,46
KHG	E3	Bauwerk - Technik	679.930,51	€	679.930,51	11.524,25
KHG	E4	Bauwerk - Ausbau	883.740,20	€	883.740,20	14.978,65
KHG	E5	Einrichtung	543.361,18	€	543.361,18	9.209,51
KHG	E6	Außenanlagen	71.004,18	€	71.004,18	1.203,46
KHG	E7	Planungsleistungen	473.361,18	€	473.361,18	8.023,07
KHG	E8	Nebenleistungen	47.336,12	€	47.336,12	802,31
KHG	E9	Reserven	307.684,77	€	307.684,77	5.215,00
SKG		Bauwerkskosten [E2-E4]	2.366.805,92	€	2.366.805,92	40.115,35
SKG		Baukosten [E1-E6]	3.011.171,28	€	3.011.171,28	51.036,80
SKG		Errichtungskosten [E1-E9]	3.839.553,35	€	3.839.553,35	65.077,18
SKG		Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]	4.117.653,35	€	4.117.653,35	69.790,73

Abb. 4.69: Gesamtkosten – Errichtung mittels genauer Berechnung

Hiera	Nun	Bezeichnung	Wert	EH	Gesamt	Mittelwert/Jahr
KHG	F1	Verwaltung	4.773,41	€/Jahr	218.813,21	3.708,70
KHG	F2	Technischer Gebäudebetrieb	22.260,67	€/Jahr	1.020.429,76	17.295,42
KHG	F3	Ver- und Entsorgung	26.669,76	€/Jahr	3.757.651,68	63.689,01
KHG	F4	Reinigung und Pflege	40.462,37	€/Jahr	1.893.523,91	32.093,63
KHG	F5	Sicherheit	1.000,00	€/Jahr	96.999,42	1.644,06
KHG	F6	Gebäudedienste	1.187,50	€/Jahr	54.435,04	922,63
KHG	F7	Instandsetzung, Umbau			4.974.530,42	84.314,07
KHG	F8	Sonstiges	0,00	€	0,00	0,00
KHG	F9	Objektbeseitigung, Abbruch	95.143,41	€	104.745,21	1.775,34
SKG		Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5]	95.166,21	€/Jahr	6.987.417,98	118.430,81
SKG		Gebäudebasiskosten [E1-F5]			10.826.971,33	183.507,99
SKG		Nutzungskosten [F1-F8]			12.016.383,44	203.667,52
SKG		Folgekosten [F1-F9]			12.121.128,65	205.442,86
SKG		Lebenszykluskosten [E1-F9]			15.960.682,00	270.520,03

Abb. 4.70: Lebenszykluskosten mittels genauer Berechnung

4.5.3 Ergebnisvergleich

Tab. 4.1 zeigt den Ergebnisvergleich zwischen den beiden eingegebenen Varianten. Für die Ermittlung der prozentuellen Abweichungen werden als Bezugswerte die Kosten laut genauer Berechnung gewählt. Bei den Folgekosten handelt es sich dabei um die gesamten, während des Gebäudelebens entstehenden Aufwendungen. Betrachtet man ausschließlich die gesamten Lebenszykluskosten, so lässt sich lediglich eine Abweichung von rund einem Prozent feststellen. An dieser Stelle ist jedoch festzuhalten, dass es trotzdem bei einzelnen Elementen zu beträchtlichen Kostenabweichungen kommt. Da es bei der Berechnung mittels BKI-Faktoren abwechselnd zu Überschreitungen und Unterschreitungen kommt, heben sich diese zum Teil **zufälligerweise** gegenseitig auf. Solch eine geringe Abweichung der Lebenszykluskosten zwischen den beiden Varianten kann von vornherein nicht für ein anderes Bürogebäude vorhergesagt werden.

Tab. 4.1: Ergebnisvergleich: BKI-Berechnung – genaue Berechnung (gesamte Lebensdauer)

Nr	Bezeichnung	Wert laut BKI-Berechnung [€]	Wert laut genauer Berechnung [€]	Abweichung
E0	Grund	278.100,00	278.100,00	0,00%
E1	Aufschließung	30.000,00	30.000,00	0,00%
E2	Bauwerk-Rohbau	1.002.501,98	803.135,21	24,82%
E3	Bauwerk-Technik	679.930,51	679.930,51	0,00%
E4	Bauwerk-Ausbau	862.473,68	883.740,20	-2,41%
E5	Einrichtung	578.981,23	543.361,18	6,56%
E6	Außenanlagen	76.347,19	71.004,18	7,52%
E7	Planungsleistungen	508.981,23	473.361,18	7,52%
E8	Nebenleistungen	50.898,12	47.336,12	7,52%
E9	Reserven	330.837,80	307.684,77	7,52%

Nr	Bezeichnung	Wert laut BKI-Berechnung [€]	Wert laut genauer Berechnung [€]	Abweichung
F1	Verwaltung	218.813,21	218.813,21	0,00%
F2	Technischer Gebäudebetrieb	1.048.559,89	1.020.429,76	2,76%
F3	Ver- und Entsorgung	3.568.971,41	3.757.651,68	-5,02%
F4	Reinigung und Pflege	1.861.309,93	1.893.523,91	-1,70%
F5	Sicherheit	96.999,42	96.999,42	0,00%
F6	Gebäudedienste	109.580,59	54.435,04	101,31%
F7	Instandsetzung, Umbau	4.997.699,39	4.974.530,42	0,47%
F8	Sonstiges	0,00	0,00	0,00%
F9	Objektbeseitigung, Abbruch	105.176,96	104.745,21	0,41%
	Gesamtkosten Errichtung	4.399.051,74	4.177.653,35	5,30%
	Folgekosten	12.007.110,80	12.121.128,65	-0,94%
	Lebenszykluskosten	16.128.062,54	15.960.682,00	1,05%

Nachfolgend werden die relevanten Abweichungen der beiden Versionen genauer analysiert:

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Bauwerk-Rohbau

- ◆ Kosten für Erdarbeiten/Baugrube: Die Berechnung mit BKI-Werten liefert ein um rund 20% größeres Volumen, als dies die genaue Ermittlung macht. Die Auswirkungen aufgrund der geringen Einheitskosten sind jedoch zu vernachlässigen und belaufen sich auf ca. 7.000 €.
- ◆ Kosten für Gründungsfläche: Bei der BKI-Berechnungsvariante ergibt sich die Gründungsfläche um 60% kleiner, als bei genauer Ermittlung. Die Kosten differieren hierbei um 57.000 €.
- ◆ Kosten für Deckenkonstruktion: Die BKI-Berechnung rechnet mit einer um rund 40% geringeren Deckenfläche. Daraus ergibt sich eine Kostendifferenz von ca. 75.000 €.
- ◆ Kosten für Treppenkonstruktionen: Die BKI-Berechnung liefert für die Treppenfläche einen um ca. 40% zu niedrigen Wert. Die Kosten differieren dadurch um ca. 25.000 €.
- ◆ Kosten für Dachkonstruktion: Hier liegt die BKI-Berechnung weit über dem Soll, und zwar um rund 340%. Daraus folgt eine Kostenabweichung von ca. 215.000 €.
- ◆ Kosten für Außenwandkonstruktionen: Die Abweichung der BKI-Variante ist gering und liegt ca. 10% unter dem genauen Wert, dies ergibt lediglich eine Differenz von rund 2.000 €.
- ◆ Kosten für Innenwandkonstruktionen: Die über den BKI-Faktor ermittelte Fläche liegt ca. 75% über dem genau ermittelten Wert. Daraus folgt eine Abweichung von ungefähr 9.000 €.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Bauwerk-Ausbau

- ◆ Kosten für Flachdach: Aufgrund der um ca. 340% größeren Dachfläche in der BKI-Variante, weichen die Kosten um rund 70.000 € voneinander ab.
- ◆ Kosten für Fassadenverkleidung: Die Abweichung der Variante mittels BKI-Faktoren ist gering und liegt ca. 10% unter dem genauen Wert, dies ergibt rund 35.000 € Differenz.
- ◆ Kosten für Fassadenöffnungen: Der Flächenanteil der Fassadenöffnung liefert mit der BKI-Berechnung einen um rund 40% zu geringen Wert, dies hat eine Kostendifferenz von ca. 25.000 € zur Folge.
- ◆ Kosten für Bodenbeläge: Die Fläche der BKI-Variante ist um rund 4% zu gering, dies ergibt eine Abweichung von ca. 60.000 €.
- ◆ Kosten für Wandverkleidungen: Hier wird die Fläche bei Berechnung mittels BKI-Faktoren um ungefähr 75% überschritten. Dies ergibt eine Differenz von ca. 90.000 €.
- ◆ Kosten für Deckenbeläge: Die Deckenfläche ist in der BKI-Variante um rund 40% zu klein. Die Kostenabweichung beläuft sich auf ungefähr 60.000 €.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Einrichtung

- ◆ Kosten für Sonstige Einrichtung: Die Kostenabweichung ergibt sich aufgrund der differierenden Bauwerkskosten zwischen der genauen Berechnung und der BKI-Berechnung.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Außenanlagen, Planungsleistungen, Nebenleistungen und Reserven

- ◆ Die Kostendifferenz folgt aus den abweichenden Bauwerkskosten der beiden Berechnungsvarianten.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Technischer Gebäudebetrieb

- ◆ Kosten für Dachverkleidung, Fassadenhülle, Innenausbau, Betriebseinrichtungen: Weil die Errichtungskosten dieser Elemente zwischen den beiden Berechnungsvarianten voneinander abweichen, kommt es auch hier zu einer Differenz.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Ver- und Entsorgung

- ◆ Kosten für Müllentsorgung: Da in der genauen Berechnungsmethode die Nutzungseinheiten für das Restaurant mitberücksichtigt werden, liegen die Müllentsorgungskosten in der BKI-Berechnung um ungefähr 30% darunter, dies entspricht ca. 2.000 €/Jahr.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Reinigung und Pflege

- ◆ Kosten für Unterhaltsreinigung: Die Abweichungen der beiden Berechnungsvarianten betragen ca. 10%, die Kosten der BKI-Berechnung sind um etwa 5.000 €/Jahr höher. Diese geringe Differenz ergibt sich, weil sich die unterschiedlichen Flächenwerte in Summe beinahe zur Gänze ausgleichen. Zum Beispiel liegen die Büoreinigungskosten um 6.000 €/Jahr über dem Betrag der genauen Berechnung, die Treppeneinigungskosten jedoch ca. 1.000 €/Jahr darunter.
- ◆ Kosten für Fenster- und Glasflächenreinigung: Der BKI-Wert liegt ca. 60% unter dem Wert der genauen Berechnung, dies entspricht ungefähr 4.000 €/Jahr. Der Grund dafür sind die geringeren Glas- und Fensterflächen.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Gebäudedienste

- ◆ Kosten für Umzüge: Da in der genauen Berechnungsvariante hinsichtlich der Nutzer zwischen Büro und Restaurant unterschieden wird, ergeben die Umzugskosten bei der BKI-Variante ungefähr um 200% höhere Kosten. Pro Jahr sind dies ca. 1.000 € Differenz.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Instandsetzung, Umbau

- ◆ Die Ermittlung der Instandsetzungskosten basiert zum Teil auf den Errichtungskosten für Bauwerk-Rohbau/Ausbau. Daher ergibt sich auch beim Vergleich der beiden unterschiedlichen Berechnungsvarianten eine Abweichung für die Folgekosten der Instandsetzungs- und Umbauarbeiten.

Interpretation der Abweichung im Kostenbereich: Objektbeseitigung, Abbruch

- ◆ Kosten für Planung und Organisation: Die Kostenabweichung ergibt sich aufgrund der erforderlichen Planungsleistungen, welche von ABK-LEKOS über die Baukosten ermittelt werden. Da bereits diese Zwischensumme bei Vergleich der beiden Berechnungsvarianten unterschiedlich ist, ergibt sich auch für die Planungsleistungen eine geringfügige Abweichung von rund 3%.

4.5.4 Probleme bei der Lebenszykluskostenberechnung

Die hier betrachtete Basisvorlage wurde vorwiegend auf Bürogebäude abgestimmt. Das Beispielprojekt enthält im Erdgeschoß ein Restaurant, welches ohne Umänderung der Standard-Vorlage von ABK-LEKOS nicht berücksichtigt werden kann. Aufgrund der Software-Flexibilität ist es aber dennoch möglich, die Berechnung auf individuelle Gebäude abzustimmen. Dies erfordert

jedoch einiges an Arbeitseinsatz und gute Programmkenntnisse. Um den Rahmen der Diplomarbeit nicht zu sprengen, beschränken sich die Umänderungen der Basisvorlage lediglich auf ein paar einfache Parameter und Formeln. In der Praxis sollten zumindest die Kostenkennwerte aus dem eigenen Erfahrungsschatz stammen und die Änderungen der Standard-Vorlage umfangreicher durchgeführt werden.

Für die erforderlichen Eingaben sind zwar meistens Werte (aus dem BKI bzw. vom Berechnungsmodellersteller) hinterlegt, in welcher Weise diese jedoch zum einzugebenden Projekt passen, erfährt der Programmbenutzer nicht. Gleiches gilt für angegebene Sollwerte „von-bis“.

4.6 Fazit

4.6.1 Allgemeines

Der neue Baustein LEKOS des ABK-Kostenmanagers ist klar und übersichtlich strukturiert. Der Programmanwender findet sich schnell zurecht und die geforderten Eingabedaten sind zum Großteil selbsterklärend. Derzeit gibt es noch keine offizielle Programmbeschreibung bzw. Hilfedatei, diese sollte jedoch in absehbarer Zeit verfügbar sein.

Vorab beinhaltet ABK-LEKOS eine Standard-Vorlage, als Zusatzpaket kann aber auch eine weitere Basisvorlage erworben werden, welche gesondert für Bürogebäude abgestimmt ist. Für diese Diplomarbeit wurden dankenswerterweise von der ib-Data GmbH und von Dipl.-Ing. Dr. Floegl (Donau-Universität Krems) zwei Basisvorlagen für ABK-LEKOS zur Verfügung gestellt.

Die Software bietet die Möglichkeit zu einem Projekt mehrere Versionen zu erstellen. Dadurch können diverse Varianten miteinander verglichen werden und die Auswirkungen auf die Kosten, bei Änderungen am bzw. im Gebäude, sind sofort ersichtlich.

Kostengliederung

Verwendet man als Grundlage der Lebenszyklusberechnung eine der beiden Basisvorlagen und behält man deren Gliederung bei, so werden die Kosten entsprechend der ÖNORMEN B 1801-1 und B 1801-2 gegliedert bzw. strukturiert.

Lediglich bei Ermittlung der Errichtungskosten gibt es vereinzelt Abweichungen gegenüber der Kostenstruktur der Norm. ABK-LEKOS sieht dann beispielsweise noch zusätzliche Kostenarten vor, welche in der ÖNORM B 1801-1 nicht enthalten sind. Umgekehrt enthält die Norm vereinzelt Kostenelemente, welche wiederum in der Software nicht vorzufinden sind. Im Gegensatz

dazu stimmen in ABK-LEKOS die Kostengliederung und die Kostenarten der Folgekosten vollkommen mit der Kostengliederung der ÖNORM B 1801-2 überein.

Die in der Basisvorlage enthaltene Kostengliederung kann jedoch bei Bedarf nach Belieben abgeändert bzw. angepasst werden. Somit ist man an diese Einstellungen nicht zwingend gebunden.

4.6.2 Berechnungsmodell

Allgemeines

Das Berechnungsmodell in ABK-LEKOS wurde vor allem für die Verwendung in den frühen Planungsphasen bzw. Projektstadien entwickelt. Die Software soll dem Programmbenutzer mithilfe weniger Eingabeparameter dabei helfen, eine grundsätzliche Aussage über die erwartbaren Lebenszykluskosten eines Gebäudes zu treffen.

Funktionsweise

Die Software arbeitet als Datenbankanwendung. Dies bedeutet, wenn das Projekt einmal neu angelegt ist, muss es während der Bearbeitung kein weiteres Mal mehr gesondert abgespeichert werden. Jede Änderung wird sofort in die Datenbank übernommen. Der große Nachteil dieser Methode ist, dass es keine „Zurück“-Funktion gibt und daher Änderungen nicht durch einen einzigen Klick rückgängig gemacht werden können. Wird beispielsweise eine Zeile oder eine Formel gelöscht, so kann diese Aktion nicht mehr widerrufen werden.

ABK-LEKOS rechnet ausschließlich mit Zahlen, welche nicht mit Einheiten verknüpft sind. Ist z.B. ein Parameter in [%] anzugeben, so ist dieser Wert bei Verwendung in einer später vorkommenden Berechnungsformel durch 100 zu dividieren, um ein richtiges Ergebnis zu erhalten.

Die Software führt im Rahmen ihrer Berechnung keine Plausibilitätskontrollen durch. Werden versehentlich negative Werte u.a. für die Brutto-Grundfläche eingegeben, so rechnet ABK-LEKOS normal mit dieser fehlerhaften Eingabe weiter, ohne eine einzige Fehlermeldung anzuzeigen. Alle über die BGF ermittelten Kosten ergeben dann einen negativen Betrag. Weiters führt das Berechnungsmodell keine Kontrollen zwischen den verschiedenen Eingabeparametern durch. Die Berechnung wird auch dann ohne Fehlermeldung durchgeführt, wenn beispielsweise eine Brutto-Grundfläche kleiner als die Netto-Grundfläche oder eine Grundstücksfläche kleiner als die befestigte Außenfläche eingegeben wurde. Das ist insbesondere bei Tippfehlern bzw. Kommafehlern problematisch.

Hinsichtlich der Gebäudelebensdauer gilt das Berechnungsmodell als sehr starr. Werden aufgrund der eingegebenen Frequenz große Instandsetzungs- und Umbauarbeiten im gleichen Jahr bzw. kurz vor der Objektbeseitigung fällig, addiert ABK-LEKOS die Kosten für diese Maßnahmen in vollem Umfang zu den Lebenszykluskosten. In Wirklichkeit wird kein Immobilienbesitzer solche Sanierungen kurz vor Gebäudeabriss durchführen lassen.

Das Berechnungsmodell arbeitet mit statischen Faktoren (entweder definiert als Variable oder als fixer Wert) und Formeln, vergleichbar mit einer einfachen Tabellenkalkulation. Automatisch ändern sich Werte nur, wenn diese durch Formeln berechnet und die darin vorkommenden Variablen geändert werden. Durch dieses adynamische Konzept entstehen durch die Wahl von teureren Rohbau-, Ausbau- und/oder Technik-Elementen auch gleichzeitig höhere Instandhaltungs-, Wartungs- und Instandsetzungskosten. In der Praxis kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass qualitativere und somit auch meistens kostspieligere Produkte eine längere Lebensdauer besitzen bzw. in der Erhaltung weniger Kosten verursachen. Auf diese Umstände kann ABK-LEKOS nicht von selbst eingehen und Variantenvergleiche werden dadurch erschwert. Aufgrund des transparenten und flexiblen Programmaufbaus kann ein solcher Effekt (qualitative Produkte haben eine längere Lebensdauer bzw. sind im Betrieb günstiger) trotzdem berücksichtigt werden. Der Programmanwender hat die Änderungen jedoch (Anpassen der Frequenzen, des Umfangs von Wartungs-/Instandhaltungs-/Instandsetzungsmaßnahmen, des Energieverbrauchs) im Berechnungsmodell eigenständig durchzuführen und zwar mit selbst recherchierten Daten.

Erforderliche Parameter

Die prinzipielle Idee von ABK-LEKOS ist, dass sich der Programmbenutzer seine eigenen Basisvorlagen zurechtlegt und zwar mit eigenen Kostenkennwerten, sonstigen Faktoren und Formeln. Daraus ergeben sich in weiterer Folge auch unterschiedliche erforderliche Eingabeparameter.

Nachfolgend werden die erforderlichen Eingabeparameter der Basisvorlage von Dipl.-Ing. Dr. Floegl beschrieben, welche im Rahmen der Diplomarbeit untersucht wird:

Die Errichtungskosten werden von ABK-LEKOS auf drei Arten ermittelt. Der Großteil der Kosten ergibt sich über die **Eingabe von Fläche/Volumen**, multipliziert mit einem zugeteilten Kostenkennwert und einem eventuellen Aufteilungsfaktor, welcher die Aufwendungen entweder dem Kostenbereich „Rohbau“ oder „Ausbau“ zuteilt. Die Kostengruppen „Einrichtung“, „Außenanlagen“, „Planungsleistungen“, „Nebenleistungen“ und „Reserven“ berechnet das Berech-

nungsmodell über **Prozentanteile der Bauwerkskosten**. Für jeden einzelnen Kostenbereich hat die Basisvorlage Kostenarten für eine **direkte Kosteneingabe** vorgesehen, diese können bzw. sollen vom Programmanwender selbst eingegeben werden. Abb. 4.71 zeigt das Berechnungsschema der Errichtungskosten.

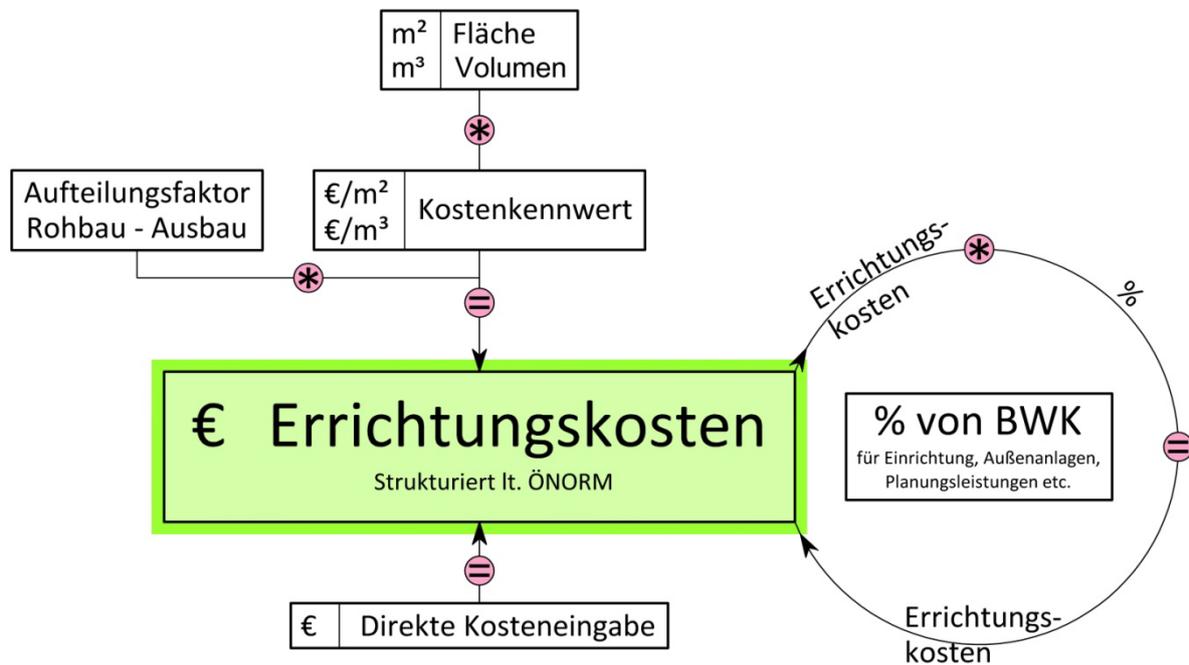


Abb. 4.71: Berechnungsschema Errichtungskosten

Die Folgekosten werden über mehrere Parameter, aber auch zum Teil unter Verwendung der Errichtungskosten berechnet. Die Aufwendungen dafür ergeben sich dann u.a. aus direkten Eingaben, Flächen, Kostenkennwerten, Errichtungskosten, Preisen, Verbrauchswerten, Aufwandswerten, Planungsfaktoren, Frequenzen, Intervallen etc. Global, für alle Kostenbereiche geltend, ist in ABK-LEKOS die Gebäudelebensdauer in Jahre anzugeben und ob die Lebenszykluskosten mit oder ohne Berücksichtigung des Valorisierungsmodells bestimmt werden sollen. Die Preissteigerungen pro Jahr sind jeder einzelner Kostenart separat zuzuordnen. Die Basisvorlage enthält diese bereits. Als Überblick für die Ermittlung der Folgekosten ist Abb. 4.72 heranzuziehen. In dieser Abbildung sind die einzelnen Kostenhauptgruppen der ÖNORM B 1801-2 angeführt. Die rot eingekreisten Bezeichnungen weisen darauf hin, um welchen Kostenbereich es sich dabei handelt.

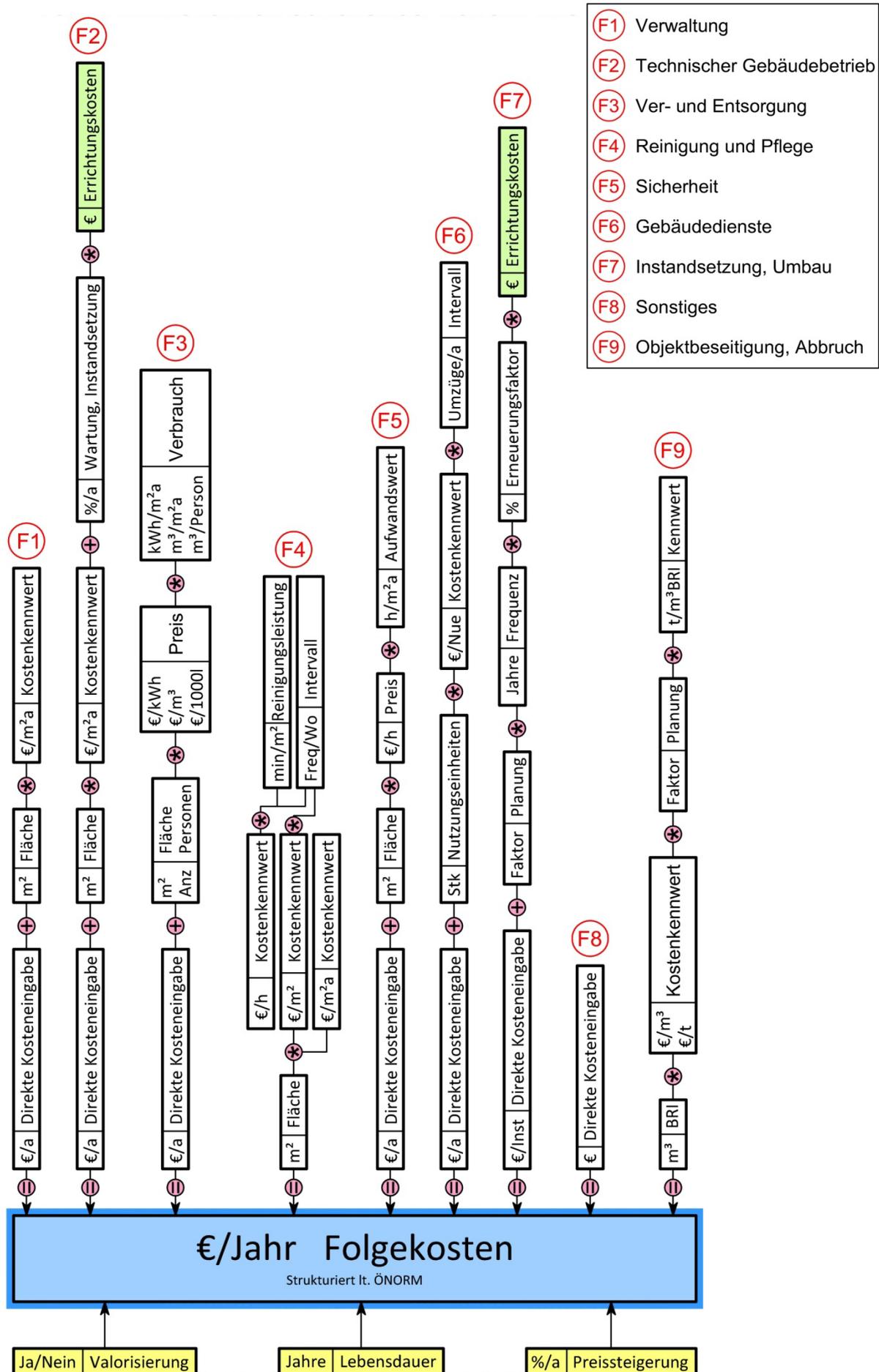


Abb. 4.72: Berechnungsschema Folgekosten

Abb. 4.73 zeigt, wie ABK-LEKOS in der Basisvorlage die gesamten Lebenszykluskosten ermittelt und welche Eingabeparameter dabei erforderlich sind.

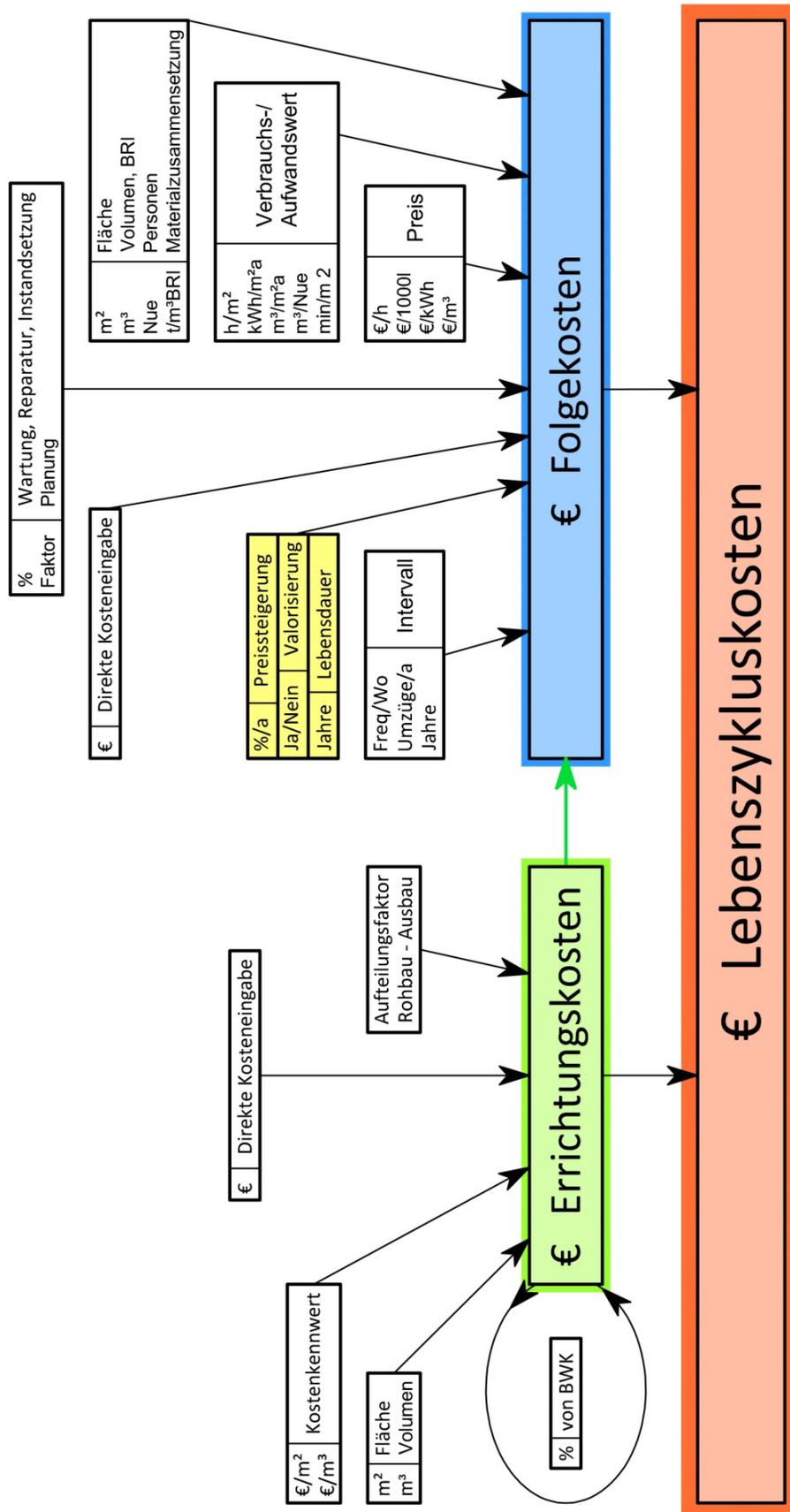


Abb. 4.73: Berechnungsschema Lebenszykluskosten

Preissteigerungen, Finanzierung

ABK-LEKOS berechnet die Folgekosten mit oder ohne Barwertmethode. Diese Einstellung kann über eine Schaltfläche vorgenommen werden und gilt dann für das gesamte Projekt. Es ist zu jeder Zeit möglich, das eingestellte Valorisierungsmodell wieder umzustellen.

Die Barwertmethode eignet sich besonders gut für Immobilienentwickler bzw. Investoren, um die Wirtschaftlichkeit verschiedener Projekte miteinander vergleichen zu können. Bei diesem Modell wird angenommen, dass das gesamte notwendige Kapital für die Errichtung und den Betrieb des Gebäudes bereits zu Planungsbeginn verfügbar ist. Einnahmen, welche aus der Investition in die Immobilie lukriert werden könnten, berücksichtigt ABK-LEKOS nicht.

In der Basisvorlage ist bei jeder Folgekostenart bereits ein Parameter für die Preissteigerung hinterlegt. Die Werte der jährlichen Preissteigerungen und der Verzinsung in [%/Jahr] können beliebig verändert werden. Auch das Anlegen von neuen Preissteigerungsarten ist sehr einfach möglich. Es ist lediglich eine Variable für diesen neuen finanziellen Parameter zu definieren und der entsprechenden Kostenart zuzuordnen. Die Software ermittelt dann automatisch die Kosten inklusive Berücksichtigung der Verzinsung und Preissteigerung.

Durch die Darstellungsvariante „Werte in Jahresspalten“ kann der Programmbenutzer sofort die entstehenden Kosten hinsichtlich ihrer Verteuerung bzw. Verbilligung während des gesamten Gebäudelebens betrachten. Einen schnellen Überblick über den Kostenverlauf verschaffen die Spalten „Mittelwert pro Jahr“ mit und ohne Valorisierung, gleiches gilt für die Spalte „Gesamt“ mit und ohne Valorisierung. Durch Vergleich der jeweiligen beiden Spalten kann man einfach feststellen, mit welchen Kosten in Zukunft für das Gebäude zu rechnen sind bzw. wie groß die Einflüsse der Verteuerung/Verbilligung sein werden.

Hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit der gewählten vorgegebenen Preissteigerungsarten in der Basisvorlage treten ab und zu Probleme auf. Zum Beispiel ist als Preissteigerungsfaktor für „Reinigung und Pflege“ die Variable „Preissteigerung Verbrauchspreise“ hinterlegt. Verständlicher wäre es, wenn der vordefinierte Faktor „Preissteigerung Lohnintensiv“ verwendet werden würde. Laut Rücksprache mit Dipl.-Ing. Dr. Floegl liegt hier aber kein Fehler im Berechnungsmodell vor. Seiner Erfahrung nach beinhalten die Reinigungskosten zwar fast zur Gänze nur Lohnanteile; die Praxis hat aber gezeigt, dass aufgrund des großen Konkurrenzkampfes die Lohnkosten in diesem Gewerbe lediglich mit der Steigerung der allgemeinen Verbraucherpreisen zu vergleichen sind. Um solche Gedanken nachvollziehen zu können, wäre ein derartiger Hinweis im dafür vorgesehenen Anmerkungsfeld von Vorteil.

Mehrwertsteuer/Umsatzsteuer – Brutto/Netto Lebenszykluskostenberechnung

Um das Ergebnis der Lebenszykluskostenberechnung nicht zu verfälschen, sollte sich der Programmanwender bereits im Vorhinein im Klaren sein, ob die Berechnung Brutto oder Netto durchgeführt werden soll. Im zweiten Schritt sind alle Kostenkennwerte und Preise entweder mit oder ohne Mehrwertsteuer einzugeben. Der Nachteil ist, dass die gewählte Steuersicht nicht mit einem Klick umgeändert werden kann.

Aufzupassen ist auf die in der Basisvorlage enthaltenen Kostenkennwerte aus dem BKI. Diese enthalten die deutsche Mehrwertsteuer von 19%. Wünscht der Programmanwender eine Netto-Lebenszykluskostenberechnung, so hat er die Steuer von den einzelnen Kostenkennwerten manuell abzuziehen.

ABK-LEKOS beinhaltet zwar eine Funktion namens „Steuersicht“, mit der es möglich sein sollte, durch eine zentrale Auswahl zwischen Brutto und Netto umzuschalten. Diese funktioniert in der hier untersuchten Version noch nicht richtig und ist mit zahlreichen Eingaben in der Spalte „MWSt-Code“ verbunden, siehe Kapitel „4.2.3 Umsatzsteuer“. Laut Rücksprache mit der ib-data GmbH ist dieser Fehler in der nachfolgenden Version behoben.

Analyse einzelner ausgewählter Bereiche der Basisvorlage

ABK-LEKOS sieht keine Angabe der Geschoßanzahl vor, obwohl dies sinnvoll wäre. So könnte das Berechnungsmodell die Deckenfläche bzw. die Dachfläche genauer berechnen. Außerdem sind die Faktoren zur Flächenermittlung der Decken- und Dachfläche in der hier verwendeten Basisvorlage vertauscht. Dieser Fehler ist in der nachfolgenden ABK-LEKOS-Version behoben. Auch fehlt die Eingabe, ob es ein oder mehrere Tiefgeschoße gibt. Daher kann die Software die Garagenfläche und das Baugrubenvolumen nur sehr ungenau ermitteln. Es ist nicht zu empfehlen, dass die Basisvorlage diese Flächenwerte selbst ermittelt. Die Verwendung der BKI-Faktoren kann zu teils großen Abweichungen führen (siehe Beispielprojekt).

Die Basisvorlage nimmt besonders viel Rücksicht auf die Fenster- und Glasfassadenflächen, mit oder ohne erforderlicher Arbeitsbühne. Vor allem bei modernen Bürogebäuden werden solche Materialien in einem großen Ausmaß eingesetzt. Der Nachteil dieses Materialeinsatzes sind die damit verbundenen Folgekosten. Die Reinigungskosten hierfür entstehen nämlich mehrmals jährlich und in beträchtlicher Höhe. ABK-LEKOS berücksichtigt diese Flächen mit den damit verbundenen Kosten in guter Weise.

Ohne Änderung der Basisvorlage ermittelt das Berechnungsmodell die Errichtungskosten für den Rohbau der Dachkonstruktion in Beton. Jedoch werden die Herstellkosten für „Ausbau-Dachbeläge“ standardmäßig für ein Steildach in Ziegelausführung berechnet. Der sich daraus ergebende Widerspruch ist vom Programmanwender selbst zu beheben.

Die Ermittlung der Errichtungskosten „Bauwerk-Technik“ erfolgt in der Basisvorlage sehr grob und einfach. Der Programmanwender hat jedoch die Möglichkeit, genauer auf diese Kosten einzugehen, wenn er die dafür notwendigen Kostenkennwerte besitzt. In der Vorlage werden die Kosten sämtlicher Anlagen jeweils unter „Sonstiges“ zusammengefasst und über aus dem BKI stammende Kostenkennwerte in [€/m²Fläche] berechnet. Diese Faktoren sind statisch in ABK-LEKOS hinterlegt und ändern sich nicht automatisch, es sind keine Sollwerte „von-bis“ angeführt. Das Berechnungsmodell kann nicht unterscheiden, dass z.B. die Größe der erforderlichen Klimatisierungs- und Lüftungsanlagen abhängig vom Glasfassaden-/Fensteranteil und der Bauart des Objektes ist. Weiters wird nicht berücksichtigt, wie energieeffizient das Gebäude hinsichtlich der Heizkosten ist. Der empfohlene Faktor passt sich nicht entsprechend an. Offen ist auch, ob die Kostenkennwerte in ABK-LEKOS zu großen, mittleren oder kleinen Anlagen gehören. Eine Eingabehilfe bzw. Auswahlhilfe wäre hier in jedem Fall sinnvoll.

Die Folgekosten für Wartungen, Instandsetzungen und Reparaturen setzt das Berechnungsmodell jedes Jahr in gleicher Höhe an. Dabei handelt es sich um Erfahrungswerte bzw. statistische Werte. Im Sinne der Barwertmethode und der damit verbundenen Berücksichtigung des zeitlichen Kostenanfalls, sollte ABK-LEKOS in den ersten Jahren nach Errichtung bzw. Erneuerung der Anlagen für diese Arbeiten einen geringeren Aufwand in Rechnung stellen.

Den Strom- und Gasverbrauch errechnet die Basisvorlage nicht detailliert, sondern über Verbrauchswerte pro m². Die individuellen Gebäudeeigenschaften, unter anderem wie gut ein Bauwerk gedämmt ist bzw. welche Anlagentechnik (diese Informationen finden im Berechnungsmodell keinen Eingang) verwendet wird, beeinflussen die hinterlegten Verbrauchswerte nicht. Daher sollte der Programmanwender immer auf eigene, zum Gebäude passende Werte zurückgreifen und die Parameter der Basisvorlage nur im Ausnahmefall verwenden. Im Gegensatz dazu werden die Kosten für den Betrieb des Aufzugs detailliert und nahezu schon übertrieben genau berücksichtigt. Diese Betriebskosten haben lediglich einen Anteil von rund 3% des Gesamtstrombedarfs (laut Beispielprojekt) und könnten daher vernachlässigt werden. Der Aufbau des Berechnungsmodells ist im Bereich Ver- und Entsorgung nicht vollkommen konsistent. Zum Einen werden lediglich Verbrauchswerte errechnet, zum Anderen ermittelt die Software

bereits Kosten pro Jahr, obwohl dies in einem Parameterblatt nicht sein sollte. Derartige Berechnungen sollten in das dafür vorgesehene Berechnungsblatt verschoben werden.

ABK-LEKOS ermittelt die Kosten für den Abwasserverbrauch über den Wasserverbrauch, abhängig von der Nutzfläche und der Grünfläche. Regenwasser wird nicht berücksichtigt. Dieses Berechnungsmodell der Abwassergebühr ist für die Stadt Wien korrekt. Für die anderen Bundesländer gelten zum Teil andere Bestimmungen. Daher hat der Programmbenutzer diese Entsorgungskosten für Bauwerke außerhalb von Wien selbst zu berechnen und nicht die Formeln aus der Basisvorlage zu übernehmen. Zum Beispiel ergibt sich 2012 die Abwassergebühr in Niederösterreich aus der bebauten Fläche, der Geschößzahl und der unbebauten Fläche. Wird auch das Regenwasser in den Kanal eingeleitet, ist auch hierfür eine Gebühr zu entrichten.

Bei den Reinigungskosten ist die Basisvorlage sehr detailliert. Es werden sämtliche Bodenflächen, (wie Gang, Treppe, Tiefgarage, Büro etc.) sowie Glasfassaden- und Fensterflächen berücksichtigt. Es ist durchaus sinnvoll, hier genau zu sein, da die Kosten für die Reinigung meist einen Anteil von 10-20% an den Lebenszykluskosten besitzen. Die einzigen Flächen, die von der Software nicht gesondert berücksichtigt werden, sind die Küchenflächen.

Bei Eingabe der Parameter „Abbruch/Entsorgung“ ist von Vorteil, dass für die Entsorgungsanteile pro Material, mehrere empfohlene Werte hinterlegt sind. Diese berücksichtigen die unterschiedlichen Abbruchmethoden wie konventioneller, teils selektiver oder selektiver Abbruch. Weiters fällt positiv auf, dass ABK-LEKOS bereits in der Basisvorlage Einnahmen für den Verkauf der Metallabfälle vorsieht. Aber auch hier ist das Berechnungsmodell nicht zur Gänze konsistent. Es handelt sich zwar um ein Parameterblatt, jedoch werden schon hier die gesamten Kosten ermittelt.

Das Berechnungsmodell ist im Folgekostenblatt „Ver- und Entsorgung“ nicht vollkommen einheitlich. Neben stattfindenden Kostenberechnungen werden in diesem Bereich für einige Kostenarten lediglich Variablen übernommen, da die Rechenvorgänge bereits in dem zugehörigen Parameterblatt erfolgt sind.

Im Folgekostenblatt „Instandsetzung, Umbau“ berücksichtigt das Berechnungsmodell auch die Ausmalkosten für Wand- und Deckenverkleidungen. Da ABK-LEKOS sehr statisch ist und nicht die Möglichkeit hat „mitzudenken“, kann der Fall eintreten, dass aufgrund der unterschiedlichen Intervalle das Ausmalen und Instandsetzen dieser Flächen zeitgleich zusammenfällt. Die Kosten für diese beiden Arbeiten werden daher auch im gleichen Jahr zu den Lebenszykluskosten gezählt. Gleiches gilt, wenn diese Maßnahmen knapp hintereinander durchgeführt werden. Würden

beispielsweise die Wandverkleidungen instandgesetzt, so kann es vorkommen, dass im selben Jahr oder kurz davor/danach auch Ausmalkosten zu tragen sind, obwohl die Verkleidungen noch in einem neuen Zustand wären. Weiters zählen zu der Ausmalfläche nur die gesamten Innenwandflächen. Die Außenwandflächen werden weder innen, noch außen mit einberechnet. Dies kann der Programmanwender durch einfaches Adaptieren der entsprechenden Formeln ändern.

Für Planung und Organisation der Abbruch- und Objektbeseitigungsmaßnahmen übernimmt ABK-LEKOS in der Basisvorlage denselben Faktor, wie für große Instandsetzungs- bzw. Umbauarbeiten. Sinnvoller wäre es zwei voneinander unabhängige Faktoren anzugeben und mit Sollwerten, abhängig von der Komplexität des Gebäudes, zu hinterlegen.

4.6.3 Nachvollziehbarkeit

Grundsätzlich ist eine gute Nachvollziehbarkeit des Berechnungsmodells in ABK-LEKOS gegeben. Der Programmbenutzer kann bei jeder einzelnen Kostenberechnung in der Spalte „Formel“ sehen, welche Parameter einfließen bzw. welche Werte diese besitzen. Das Programm ist daher als äußerst transparent einzustufen.

Vor allem bei Formeln ist schnell und einfach ersichtlich, aus welchen Einzelteilen diese bestehen. Möchte man nun wissen, wie sich die Kosten einer Zeile bzw. Kostenart zusammensetzen, so ist dies Dank des Formelanzeigefeldes jederzeit möglich (siehe Abb. 4.74). In diesem Feld werden die Formelbestandteile jedoch nur als Variablen angezeigt, außer es ist direkt ein Zahlenwert enthalten.

Bezeichnung	Formel	Wert	EH
Sonderreinigungen	#SUM	70...	€/Jahr
Sonnenschutzreinigungskosten	JALRka	70...	€/Jahr
Winterdienste	SRkm2a*BEFAF	57,00	€/Jahr
Reinigung Außenanlagen	Aufkm2a*BEFAF	16,53	€/Jahr
Gärtnerdienste	RAPkm2a*GRÜNF	0,00	€/Jahr

Formel:	Aufkm2a*BEFAF	...	X
---------	---------------	-----	---

Abb. 4.74: Nachvollziehbarkeit Berechnungsmodell, allgemeine Formel

Die Software kann die Berechnung auch genauer aufschlüsseln. Bei jedem einzelnen Formelbestandteil ist dann zu sehen: die genaue Bezeichnung, deren zugewiesene Variable, der zugehörige Wert und die jeweilige Einheit. Setzt sich eine Variable aus einer weiteren Formel zusammen, so kann auch diese direkt aufgeschlüsselt werden, siehe Abb. 4.75.

Bezeichnung	Variable	Formel	Verlauf	EH
Reinigung Außenanlagen		AufKm2a*BEFAF	16,53	€/Jahr
Kosten Reinigung befestigte Außenflächen	AufKm2a	RAuFfreq*RAuFLeis*RKh*4,35*12/60	0,29	€/m ² a
Frequenz Reinigung Außenflächen	RAuFfreq		0,10	Frequenz/Woche
Reinigungsleistung Außenflächen	RAuFLeis		0,15	min/m ²
Kosten Reinigung/Stunde	RKh		21,91	€/h
			*	
			4,35	
			*	
			12	
			/	
			60	
			*	
Befestigte Außenflächen	BEFAF		57,00	m ²

Abb. 4.75: Nachvollziehbarkeit Berechnungsmodell, Formelaufschlüsselung

Probleme hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit gibt es lediglich bei einzelnen, einzugebenden Parametern der Basisvorlage, wenn keine Anmerkungen des Berechnungsmodellherstellers hinterlegt sind und die Bezeichnung der Zeile nicht klar ist. Der Programmanwender kann nicht sehen, wie diese Faktoren in die spätere Berechnung eingehen werden. Dies führt dann dazu, dass man sich nicht immer sicher sein kann, welcher Wert im jeweiligen Feld einzugeben ist. Daher sollte man bei Ungewissheit die darauffolgenden Berechnungsblätter nach dieser Variable durchsuchen. Findet man sie, so kann man durch deren Verwendung in einer Formel einen Rückschluss auf die geforderte Eingabe ziehen. An dieser Stelle wäre es von Vorteil eine „Spur zum Nachfolger“ Funktion (wie in MS-Excel) einzubauen. Damit könnte man sofort erkennen, wie der Eingabewert in die spätere Berechnung einfließt. Ein anderer Lösungsvorschlag ist, einen Hinweis im Anmerkungsfeld zu hinterlegen.

4.6.4 Flexibilität

Aufgrund des zu einem Tabellenkalkulationsprogramm vergleichbaren Aufbaus ist ABK-LEKOS vollkommen flexibel. Der Anwender kann bzw. soll bei Bedarf das gesamte Berechnungsmodell umstrukturieren. Die mit der Software mitgelieferten Basisvorlagen dienen lediglich als Standardaufbau und sind vom Anwender auf das zu untersuchende Gebäude abzustimmen. Die hinterlegten Kostenkennwerte, Faktoren usw. sollten nur übernommen werden (dies gilt vor allem für die Werte aus dem BKI-Katalog), wenn keine anderen Daten zur Verfügung stehen.

Es können neue Zeilen, Formeln, Preissteigerungen, Kostenbereiche, Kostenarten und Zwischensummen eingefügt und definiert werden. Diese werden dann auch automatisch in die Aus-

wertungen (z.B. Preissteigerungen) und in die Druck-Ausgabe übernommen. Aber auch bestehende Formeln, Preissteigerungen, Kostenbereiche, Kostenarten und Zwischensummen können auf einfachste Weise adaptiert werden. Der Nachteil bei Umgestaltung der Basisvorlage ist, dass alle Daten wie unter anderem die Frequenz, Einheit und Preissteigerung selbst einzugeben sind. Die Software kann hier keinerlei Unterstützung in Form einer hinterlegten Datenbank bieten.

Durch diese Flexibilität ist es in weiterer Folge möglich, auf die Besonderheiten des zu untersuchenden Bauwerkes bzw. Gebäudetyps einzugehen.

Strukturiert bzw. ändert man die Basisvorlage, dann muss man mit großer Sorgfalt vorgehen. Für eine korrekte Berechnung der Software ist besonders auf die Eingaben in den Spalten „Nummer“ und „Hierarchietyp“ zu achten. Nur dadurch kann ABK-LEKOS die Kosten den Kostenhauptgruppen automatisch zuordnen. Weiters ist bei der Verwendung von Variablen auf zwei Dinge zu achten. Zum Einen dürfen in Formeln selbstverständlich nur Variablen verwendet werden, welche auch im Programm definiert sind. Es wird jedoch bei der Formeleingabe keine Auswahlhilfe angezeigt (Vergleich zu MS-Excel ab Version Office 2007, Verwendung von vergebenen Namen in Formeln). Bei Starten eines Berechnungsdurchganges werden Tippfehler (wenn in einer Formel eine nicht definierte Variable verwendet wird) im Prüfprotokoll des Programmes ausgewiesen. Zum Anderen ist darauf zu achten, dass eine definierte Variable immer mindestens eine Zeile, bevor sie verwendet wird, festgelegt ist. Die Software rechnet die einzelnen Zeilen, wie im Kapitel „4.2 Berechnungsmethode des Programms“ erläutert, anhand der aufsteigenden Zeilennummer durch.

Wird nun in einer Formel eine nicht vordefinierte Variable gewählt, so weist ABK-LEKOS einen Fehler aus. Die Software gibt an, welche Formel den Fehler produziert hat. Einerseits geschieht dies im Prüfprotokoll, andererseits ist dies in der genauen Formelaufschlüsselung erkennbar, siehe Abb. 4.76.

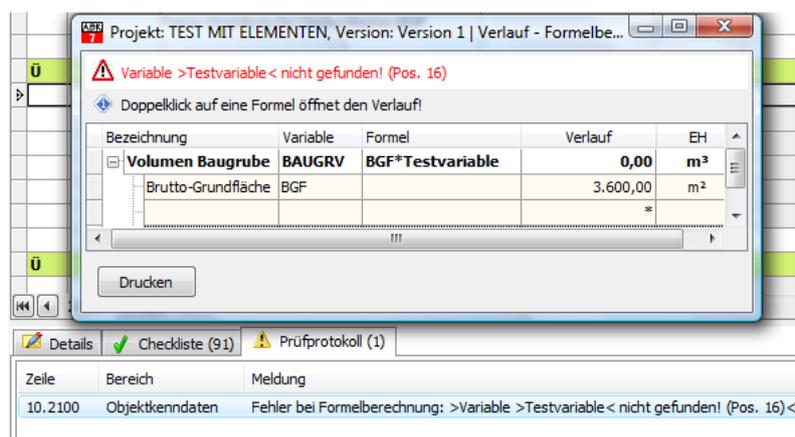


Abb. 4.76: nicht definierte Variable – Fehlermeldung

4.6.5 Eingabe, Input

Prinzipiell erfordert die Basisvorlage von ABK-LEKOS keine genauen Angaben, um zu einem Ergebnis zu gelangen. Genau deswegen ist die Software besonders gut geeignet für die ersten Projektstadien. Werden alle empfohlenen Werte und Formeln der Basisvorlage beibehalten, so sind nur wenige Eingabedaten erforderlich, diese sind:

- ◆ Allgemeine Flächengrößen: Grundstücksfläche, Brutto-Grundfläche, Brutto-Rauminhalt, Netto-Grundfläche, Brutto-Grundfläche_beheizt, Grünfläche, Befestige_Außenfläche, Nutzfläche, Brutto-Grundfläche_klimatisiert
- ◆ Flächenwerte für Folgekosten: Glasflächen nicht vertikal außen, Glasflächen nicht vertikal außen mit Arbeitsbühne, Sanitärflächen horizontal, Sanitärflächen vertikal
- ◆ Besondere Parameter: Anzahl der Aufzugskabinen, Anzahl der Aufzugstationen gesamt

Es wird aber nicht empfohlen, nur diese wenigen Werte einzutragen und die restlichen, bereits vorhandenen Daten, blind zu übernehmen. Da es sich lediglich um eine Basisvorlage handelt, sollte der Programmanwender selbst Vorlagen erstellen und diese mit eigenen Kostenkennwerten, Faktoren usw. hinterlegen.

Aufgrund der fehlenden Plausibilitätskontrolle bei der Eingabe ist besonders auf Tippfehler zu achten. Negative Flächenwerte bzw. Kommafehler oder andere Eingabefehler (z.B. Brutto-Grundfläche < Netto-Grundfläche) werden von ABK-LEKOS nicht ausgewiesen.

Aufgrund der fehlenden Anmerkungen ist bei einigen Eingabedaten für den Programmanwender nicht immer sofort und eindeutig ersichtlich, welche Werte wo einzugeben sind. Die sinnvollste Vorgehensweise ist hierbei die nachfolgenden Formeln nach der einzugebenden Variable abzusuchen, um herauszufinden, wie dieser Eingabewert in die Berechnung eingeht. Dadurch kann nachvollzogen werden, welcher Wert gefordert wird. Um dieses Manko der Software zu beheben, würde eine detailliertere Anmerkung, in dem dafür vorgesehenen Feld ausreichen bzw. wäre eine „Spur zum Nachfolger“-Funktion hilfreich.

Ist es für ein zu untersuchendes Projekt nicht sinnvoll, die in der Basisvorlage hinterlegten Werte zu übernehmen, dann sind die Eingaben vom Programmanwender neu festzulegen. Die Software kann aber keinerlei Hilfestellung dazu anbieten, weil keine Objektdatenbank hinterlegt ist. Zum Beispiel wäre eine Dropdownliste bei der Ermittlung der Reinigungskosten von Vorteil, über die der Verschmutzungsgrad (leicht/mittel/stark verschmutzt) ausgewählt und der Reinigungsaufwand dadurch automatisch angepasst wird.

4.6.6 Ausgabe, Output

Ergebnisse

Die Ergebnisse sind detailliert im Eingabebereich dargestellt. Durch eine zentrale Auswahl kann die Kostenermittlung mit oder ohne Valorisierungsmodell durchgeführt werden.

Kennwerte für Kosten pro Fläche/Rauminhalt/usw. sind bereits in der Basisvorlage enthalten, mühelos kann der Programmbenutzer aber auch neue Werte festlegen. Somit besteht die Möglichkeit eine gute Grundaussage über den Kostenverzerr bzw. die Ausführungsart des Gebäudes zu treffen. In weiterer Folge wird der Vergleich zu anderen Immobilienobjekten erleichtert.

Die einzelnen Kostenbereiche der Folgekosten können getrennt, Jahr für Jahr angezeigt und daher hinsichtlich ihrer Entstehung genauestens verfolgt werden. Weiters gliedert ABK-LEKOS die gesamten Lebenszykluskosten nach den festgelegten Zwischensummen der ÖNORMEN B 1801-1 und B 1801-2.

Auswertungen

Die Software stellt die Ergebnisse der Lebenszykluskostenberechnung kompakt in einem eigenen Auswertungs-Bereich zusammen. Der Programmanwender ist aber nicht zwangsweise an vorgegebene Kennwerte (Kosten pro m² etc.) gebunden. Auch von der ÖNORM abweichende Kostenbereiche übernimmt die Software in die Ergebnisdarstellung.

Besonders hilfreich sind die automatisch erstellten Diagramme. Mit diesen sind die Anteile der einzelnen Folgekosten bzw. Errichtungskosten an den gesamten Lebenszykluskosten einfach anhand eines Tortendiagramms und Balkendiagramms festzustellen. Zwei weitere Grafiken liefern eine gute Zusammenfassung über den Kostenverlauf bzw. über die Kostenentwicklung, betrachtet über die Lebensdauer des Gebäudes. Der Programmbenutzer gewinnt dadurch einen schnellen Überblick über die Preissteigerungen und die prognostizierten Kosten pro Jahr, vor allem aber auch über Aufwendungen wie beispielsweise Instandsetzungsarbeiten, die nur in gewissen Zeitabständen entstehen.

Ausdruck

In ABK-LEKOS ist das Ausdrucken der Lebenszykluskostenberechnung sehr einfach und unkompliziert. Über eine Schaltfläche können die Druckoptionen und die gewünschten Protokolle, zentral für das gesamte bearbeitete Projekt, bestimmt werden.

Je nach gewählter Einstellung im Druckfenster stellt die Software alle Eingabedaten, Formeln, Variablen, Frequenzen und Werte inklusive deren Einheit übersichtlich und nachvollziehbar in der Ausgabe zusammen. Die Struktur entspricht dabei der Gliederung wie für die Eingabe der Parameter und Kosten.

Weiters können die Auswertungen „Übersicht“, „Kostenverteilung“, „Kostenentwicklung“ und „Kostenverlauf“ ausgedruckt werden. Besonders hilfreich ist hier, dass die Diagramme der zuvor genannten Bereiche automatisch und gut lesbar in der Druckdatei enthalten sind. Für Investoren und Kunden wird vor allem diese Zusammenstellung von Interesse sein.

4.6.7 Anwendungsgrenzen

Wie bereits mehrmals erwähnt, ist ABK-LEKOS vor allem für die erste Planungsphase zu empfehlen. Man kann schnell und einfach anhand von wenigen Eingabeparametern zu einem Ergebnis gelangen. Der Nachteil dieser Methode ist, dass man mit den Eingabeparametern der Basisvorlage, aufgrund der fehlenden Objektdatenbank, nicht detailliert auf ein individuelles Gebäude eingehen kann. Dies würde einen zu großen Aufwand bedeuten. Um die Software auch in einem weiter fortgeschrittenen Planungsstadium nutzen zu können, hat der Programmbenutzer das Berechnungsmodell aufwendig umzuändern bzw. zu adaptieren. Für diese Maßnahmen sind jedoch keine Hilfwerte in Form einer Datenbank hinterlegt wie u.a. Kostenkennwerte, Aufwandswerte etc. Diese sind vom Anwender zu recherchieren bzw. sind eigene Erfahrungswerte zu verwenden.

Ohne Umänderungen der Basisvorlage kann ABK-LEKOS prinzipiell nur für die Lebenszykluskostenberechnung von Bürogebäuden mittleren Standards verwendet werden. Andere Gebäudetypen wie z.B. Schulgebäude und Wohngebäude bedürfen bereits einer umfangreichen Änderung des Berechnungsmodells.

Für Gastronomie-, Produktions-, Verkaufs-, Lager-, Kultur- und Sportobjekte, Objekte im Gesundheitswesen sowie Sonder- und Schutzobjekte ist die Anwendung von ABK-LEKOS nicht zu empfehlen. Um diese Gebäudetypen untersuchen zu können, müsste der Großteil der Basisvorlage geändert werden und der Programmbenutzer hätte ein komplett neues Berechnungsmodell zu entwickeln. Dies wäre eindeutig mit zu viel Arbeit verbunden und ist daher auch nicht sinnvoll.

Aufgrund der fehlenden Eingabehilfe und Objektdatenbank ist ABK-LEKOS nur für Programm benutzer mit Erfahrungen im Bereich der Lebenszykluskostenberechnung zu empfehlen. Eigene Kennwerte sollte der Anwender bereits parat haben.

Die in der Software hinterlegten Kostenkennwerte aus dem BKI können bei einer Netto-Berechnung nicht von der Basisvorlage übernommen werden. Der Programmanwender hat zuvor die deutsche Mehrwertsteuer eigenständig abzuziehen. Es wird aber ohnehin nicht empfohlen, diese Werte für die Lebenszykluskostenberechnung zu übernehmen, weil sie zu ungenau sind. Die Verwendung sollte sich daher nur auf all jene Bereiche beschränken, wo dem Programm benutzer keine eigenen Werte vorliegen.

Das Berechnungsmodell der Basisvorlage ermittelt Decken-, Dach- und Wandflächen nur sehr ungenau über Faktoren aus dem BKI. Genauer könnten diese Flächen berechnet werden, wenn die Software zumindest die Eingabe der Geschoßanzahl oberirdisch, aber auch unterirdisch erfordern würde. Zum Beispiel ergibt die Dachfläche laut Basisvorlage rund 40% der Brutto-Grundfläche, dies würde jedoch nur für ein eingeschossiges Bauwerk mit Keller zutreffen. Es wird daher abgeraten, die Flächen über Faktoren aus dem BKI zu bestimmen. Um ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erhalten, ist es bei weitem sinnvoller, diese Flächen und Kubaturen selbst zu ermitteln und dann einzutragen.

Variantenstudien sind aufgrund der oberflächlichen Lebenszykluskostenberechnung nicht einfach durchzuführen, außer es werden Flächen geändert, wie z.B. die Brutto-Grundfläche, die Nutzfläche oder die Fenster-/Glasfassadenfläche. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass höhere Investitionen in die Errichtung eines Gebäudes teilweise den positiven Effekt von geringeren Folgekosten bedingen. Da aber ABK-LEKOS die Errichtungskosten zur Ermittlung einiger Folgekosten verwendet, haben höhere Investitionen in die Gebäudeherstellung automatisch eine negative Auswirkung auf die Folgekosten. Sie bringen somit keine Ersparnis über die Zeit des Gebäudebetriebs mit sich. **Die Basisvorlage kann daher dem Grundsatz, die Lebenszykluskosten über die Herstellkosten zu steuern, nicht nachkommen.** Unter anderem erzeugt der Einsatz teurerer, qualitativerer Haustechnikanlagen oder teurerer, besserer Wandkonstruktionen oder Bodenbeläge zugleich höhere Wartungs- und Instandhaltungskosten. Um nun die Folgekosten über die Errichtungskosten zu steuern, hat der Programmanwender die Basisvorlage umzuändern und eigenständig Parameter und Intervalle für die Instandsetzungs- und Wartungsmaßnahmen anzupassen. Dies geschieht am besten unter Verwendung von eigenen Erfahrungswerten bzw. recherchierten Werten.

Weiters kann ABK-LEKOS nicht automatisch erkennen, dass die Energiekosten für Heizung und Kühlung in direktem Zusammenhang zu den gewählten Außenwandkonstruktionen bzw. Fenster- und Glasfassadenflächen stehen. Der Wandaufbau und im speziellen die eventuell vorgesehene Gebäudedämmung finden keinen Eingang in das Berechnungsmodell. Auch hier müsste der Programmbenutzer das Berechnungsmodell eigenständig umändern, um solche Faktoren berücksichtigen zu können.

Große Instandsetzungsmaßnahmen werden je nach eingegebenem Intervall durchgeführt, unabhängig davon, wann das Gebäude abgebrochen wird. Dies kann nur durch Änderung der Frequenz für die jeweiligen Arbeiten oder durch Ändern der Gebäudelebensdauer verhindert werden.

4.6.8 Zusammenfassung

Stärken

- ◆ Schnelle und einfache Eingabe der Gebäudekennwerte, die Software benötigt für eine Berechnung der Lebenszykluskosten nur wenige Eingabedaten.
- ◆ Die Basisvorlage von Dipl.-Ing. Dr. Floegl ist speziell auf Bürogebäude mittleren Standards abgestimmt.
- ◆ Man gelangt relativ rasch zu einem Ergebnis.
- ◆ Eine schnelle Zurechtfindung im Programm ist gegeben.
- ◆ Die Kostenstruktur der Lebenszykluskosten ist für den Einsatz in Österreich abgestimmt, daher sind die Kostengruppen nach den gültigen ÖNORMEN B 1801-1 und B 1801-2 gegliedert.
- ◆ Die Berechnung mit Berücksichtigung der Barwertmethode erfüllt die Anforderungen der Immobilienentwickler und Investoren.
- ◆ Das bevorzugte Valorisierungsmodell kann rasch und einfach ausgewählt werden.
- ◆ Der Programmanwender kann eigene Vorlagen erstellen und diese bei zukünftigen Projekten als Basis verwenden.
- ◆ Die Darstellung der Ergebnisse ist sehr einfach und rasch möglich.
- ◆ Ein schneller Ausdruck über einen zentralen Schalter ist möglich.
- ◆ Zahlreiche Einstellungsmöglichkeiten für den Ausdruck ermöglichen zum Einen die Nachvollziehbarkeit der eingegebenen Parameter und der verwendeten Formeln, zum Anderen ist die Auswertung der Lebenszykluskostenberechnung inklusive sinnvoller Diagrammen übersichtlich zusammengestellt.

- ◆ Durch automatisch erstellte Kennwerte (z.B. Kosten pro m²) können Immobilien untereinander verglichen und die Effizienz bzw. Wirtschaftlichkeit beurteilt werden.
- ◆ Die Nachvollziehbarkeit des Berechnungsmodells ist zum Großteil gegeben.
- ◆ Das Berechnungsmodell ist besonders flexibel und transparent gestaltet. Der Programm-anwender kann dadurch sehr gut auf das zu untersuchende Gebäude eingehen (Eingabepa-rameter sind dann selbst festzulegen).
- ◆ Variantenstudien sind dank der Funktion „Version“ schnell und unkompliziert durchführ-bar, deshalb ist ein einfacher Vergleich zwischen zwei oder mehreren Versionen möglich.
- ◆ In der Basisvorlage sind bereits BKI-Werte und Erfahrungswerte vom Berechnungsmo-dellersteller hinterlegt.
- ◆ Es können nicht nur die Lebenszykluskosten von Neugebäuden, sondern auch von Sanie-rungsobjekten untersucht werden.
- ◆ Eine Checkliste bietet einen guten Überblick über die noch zu prüfenden Eingabeparameter.
- ◆ Auftretende Fehler in den Formeln bzw. in der Berechnung werden im Prüfprotokoll an-geführt.
- ◆ In der Gebäudelebensphase Abbruch/Entsorgung kann zwischen konventionellem, teile-sektivem und selektivem Abbruch unterschieden werden.

Schwächen

- ◆ Eine sinnvolle Anwendung ergibt sich lediglich für die Objekttypen: Büro-, Wohn- und Schulgebäude.
- ◆ Die Software bietet keine hinterlegte Objektdatenbank. Für Änderungen im Berech-nungsmodell bzw. bei Variantenstudien sind die Eingabewerte selbst zu recherchieren.
- ◆ Die Verwendung von ABK-LEKOS sollte sich nur auf die ersten Projektstadien be-schränken.
- ◆ Die geforderten Eingabedaten sind nicht immer eindeutig, Kommentare zu den einzelnen Eingabefeldern wären sinnvoll.
- ◆ Die Software führt keinerlei Plausibilitätskontrollen durch, Tippfehler können nur schwie-rig erkannt werden. Auch mit negativen Werten rechnet das Programm weiter.
- ◆ Die Eingabeblätter sind im Aufbau nicht vollkommen konsistent.
- ◆ Die im Programm vorgesehene Funktion „Steuersicht“ funktioniert nicht korrekt. Dies ist in der nachfolgenden Version bereits behoben.

-
- ◆ Das Berechnungsmodell kann nicht „mitdenken“, z.B. werden Instandsetzungsarbeiten auch noch im gleichen Jahr des Gebäudeabbruchs durchgeführt und die Kosten dafür berechnet.
 - ◆ Die Basisvorlage ist bei unwichtigen Kostenermittlungen zu genau (z.B. Aufzug).
 - ◆ Ein(e) teurere(r) Rohbau, Technik, Ausbau bedeutet bei Verwendung der Basisvorlage und gleichbleibenden Intervallen gleichzeitig auch teurere Instandhaltungskosten.
 - ◆ Manchmal treten Programmfehler auf, dieses Problem kann durch Beenden der Software und dessen Neustart behoben werden.

5 Software: LEGEP

5.1 Allgemeines zum Programm

LEGEP steht als Abkürzung für „**LE**benszyklus-**GE**bäude-**P**lanung“. Die Software wurde im Jahr 2000 vom deutschen Architekten Holger König konzipiert. Er ist der jetzige Geschäftsführer der LEGEP Software GmbH und schreibt folgendes über die Software: *„Das Erstellen alternativer Gebäudelösungen zum Vergleich von deren Lebenszykluskosten wird künftig immer wichtiger. Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen, die durch die Auswahl von Materialien, Konstruktionen und technischen Anlagen entstehen, müssen diese Berechnungen integral sein. Das ist nur mit einer entsprechend konzipierten Software möglich. Pionier auf diesem Gebiet ist die vor zehn Jahren konzipierte und seither kontinuierlich weiterentwickelte Softwarelösung LEGEP. Sie liefert schnell präzise nachvollziehbare Ergebnisse und ermöglicht, unterschiedliche Lösungsvarianten konsistent zu verfolgen. Die Gebäudemodellierung durch Elemente ermöglicht dem Planer in frühen Planungsphasen eine exakte Projektbeschreibung, die von allen am Bau Beteiligten verstanden und genutzt werden kann.“*¹⁰⁶ Ob dies mit LEGEP wirklich umsetzbar ist, wird in den folgenden Kapiteln genauestens unter die Lupe genommen.

Die Software „LEGEP“ gehört einer Produktlinie der WEKA MEDIA GmbH & Co. KG an und ist als eine Koproduktion von sirAdos-Baudaten sowie der LEGEP Software GmbH zu sehen. Die Grundlagen von LEGEP wurden von der DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt) gefördert. Die Basis des Programms bilden die sogenannten Programmmodule (PM):

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

Einige dieser Module sind im LEGEP-Kreis (siehe Abb. 5.1), der das Logo des Programms widerspiegelt, abgebildet. Das PM Projekt bildet das operative Zentrum der Software bzw. kann man sich dieses Modul als die Kreismitte des Logos vorstellen.

¹⁰⁶ König, Mandl: www.wissenwiki.de/LEGEP, 04-06-2012



Abb. 5.1: LEGEP-Kreis¹⁰⁷

Die Software berücksichtigt gleichzeitig die Herstellungskosten, den Energiebedarf, die Folgekosten und die Ökologie eines Projekts. Dieses gesamte Paket führt zu einer integralen Lebenszyklusplanung. Es können alle Kosten der verschiedenen Lebenszyklusphasen ermittelt werden – von der Herstellung, über den Betrieb, bis zum Rückbau.

5.1.1 Programmkonzept

Um nachhaltige Gebäude hinsichtlich Investitions-, Nutzungskosten und Energiebedarf zu berechnen, ist ein integrales Programmkonzept nötig. Bislang wurden oftmals nur die Errichtungskosten für einen Bauentscheid herangezogen, jedoch rücken in letzter Zeit immer mehr die Folgekosten in den Mittelpunkt.¹⁰⁸

Das Programm berücksichtigt alle Daten, die in den einzelnen Modulen eingegeben werden, und bildet damit eine eigene Datenbank. Dadurch ist man nicht gezwungen, mehrfach dieselben Dateneingaben zu tätigen. Das ist der große Unterschied zur Verwendung von mehreren Programmen, die keine gemeinsame Datenbank aufweisen. Bei LEGEP werden alle Daten während des gesamten Planungsprozesses zentral verwaltet. Ein grundlegendes Verständnis des Aufbaus und der Struktur des Programms ist für das Bearbeiten von Projekten wichtig.

LEGEP bietet eine Plattform auf der ein Datenaustausch zwischen den verschiedenen Programmen (Module) ermöglicht wird und bildet somit die Schnittstelle zwischen Planung (CAD) und Ausschreibung (AVA). Die berechneten Programmergebnisse dienen als Präsentationsgrundlage des Gebäudes. In Abb. 5.2 ist dieser Zusammenhang einfach ersichtlich.

¹⁰⁷ WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: www.legep-software.de, 04-06-2012.

¹⁰⁸ WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: Lebenszykluskosten und Ökobilanzen, 12-2010, S. 3.



Abb. 5.2: Schema des Datenaustausches mit LEGEP¹⁰⁹

Alle Programmmodule verfolgen das gleiche Aufbauprinzip:

- ◆ Beschreibung
- ◆ Berechnung
- ◆ Bewertung

Dieses Prinzip ist in Abb. 5.3 dargestellt. Die grau hinterlegten Module spielen in dieser Diplomarbeit nur eine untergeordnete Rolle.



Abb. 5.3: Programmkonzept der Software LEGEP

¹⁰⁹ LEGEP Software GmbH: www.legep.de, 04-06-2012

Beschreibung

Das Untermenü „Beschreibung“ steht bei jedem Programmmodul am Beginn. Hier sind jene projektspezifischen Daten einzugeben, die für eine erfolgreiche Berechnung als Voraussetzung gelten. Ohne eine zuverlässige und richtige Eingabe dieser Daten kann keine richtige Berechnung und Bewertung erfolgen (z.B. falsche Flächenangaben, fehlende Bauteile).

Berechnung

Nach erfolgter Beschreibung kann die Berechnung des jeweiligen Moduls durchgeführt werden. Hier sind keine Eingaben mehr zu tätigen. Die Berechnung beruht unter anderem auf Normen, Verordnungen und Regelwerken. Die Auswertung erfolgt in Listen, Tabellen und Diagrammen.

Bewertung

Falls eine Gebäudezertifizierung nötig ist, kann auch eine Bewertung des Gebäudes durchgeführt werden. Die Bewertung ist kein Muss. Hier werden von Drittanbietern, Grenz- und Zielwerte festgelegt, die vom zu beurteilenden Gebäude erreicht werden sollen. LEGEP berücksichtigt die Bewertung nach BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen) und DGNB (Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen).

5.1.2 Kurzüberblick der Programmmodule (PM)

In Abb. 5.4 sind die zurzeit vorhandenen Programmmodule dargestellt.



Abb. 5.4: Programmmodule

PM Projekt

Im PM Projekt befinden sich u.a. die Grunddaten zum Projekt und Informationen zum Bauherrn sowie zur Lage. Die Art des Projektes, Grundflächen und Rauminhalte sind ebenfalls hier einzugeben. Den Hauptpunkt dieses Moduls bildet die Eingabe der Projektelemente. Hier werden alle Projektelemente erfasst, welche das Gebäude beschreiben. Mit diesen Elementen wird ein Gebäudemodell gebildet, siehe Kapitel 5.3.2.

PM Kostenplanung

Die zuvor eingegebenen Projektelemente besitzen schon alle Informationen bezüglich Errichtungskosten. Es sind nur mehr wenige Preisfaktoren einzugeben und schon ist es möglich, die Kostenplanung nach DIN 276-1 durchzuführen. Die Ermittlung der Kosten ist vom Kostenrahmen bis hin zum Kostenanschlag möglich, siehe Kapitel 5.3.3.

PM Wärme / Energie

Mit dem PM Wärme & Energie können Energieausweise für Gebäude erstellt werden. Grundlage bildet die Energieeinsparverordnung (EnEV) nach Rechenverfahren einschlägiger DIN-Normen. Die Projektelemente sind den jeweiligen Hüllflächen zuzuordnen, siehe Kapitel 5.3.4.

PM Wirtschaftlichkeit

Im PM Wirtschaftlichkeit können Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden beurteilt werden. Insbesondere werden die Maßnahmen auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht. Das Modul ist in dieser Diplomarbeit nicht genauer untersucht.

PM Lebenszykluskosten

Mit dem PM Lebenszykluskosten können alle Kosten vorausgeplant werden, die während des Lebenszyklus eines Gebäudes entstehen. Grundlage bilden die DIN 276-1, DIN 277 und DIN 18960. **Dieses Modul bildet einen zentralen Punkt der Programmbeschreibung**, siehe Kapitel 5.4.

PM Ökologie

Mit dem PM Ökologie können für alle Lebenszyklusphasen Ökobilanzen eines Gebäudes erstellt und der Nachweis von Umwelteinträgen erbracht werden. Grundlage bildet die deutsche Baustoffdatenbank „Ökobau.dat“. Das Modul wird in dieser Diplomarbeit nicht genauer untersucht.

PM Bauteilvergleich

Im PM Bauteilvergleich können verschiedene Projektelemente miteinander verglichen werden. Der Vergleich erfolgt über den gesamten Lebenszyklus der Elemente, siehe Kapitel 5.3.5.

5.1.3 Programmversion

Für die vorliegende Diplomarbeit wurde mit folgender Programmversion gearbeitet:

- ◆ Version 2.3.597 (23.11.11)
- ◆ Stand der Datenbank: 01.11.2011
- ◆ LEGEP Studien-/Vorfür-Version (Lizenzdauer: 365 Tage)

Eingeschränkte Funktionen

Bei der Studien-/Vorfür-Version sind u.a. folgende Funktionen deaktiviert:

- ◆ End-of-Life-Phase (Rückbau und Entsorgung am Ende der Nutzungsdauer) kann nicht aktiviert werden
- ◆ Druckfunktion weitestgehend eingeschränkt
- ◆ Lebenszykluskosten der Elemente können nicht direkt in der Elementdatenbank betrachtet und verglichen werden

5.1.4 Grundfunktionen

LEGEP Programm-Hilfe

Die Programm-Hilfe besteht aus zwei Hauptteilen. Einerseits aus einem PDF-Handbuch, welches ca. 130 Seiten umfasst. Hier sind die grundlegenden Programmfunktionen beschrieben. Andererseits besteht der zweite Teil der Hilfe aus einer umfangreichen Online-Hilfe. Hier sind alle Funktionen bzw. Aufgaben detailliert beschrieben, die unter LEGEP durchgeführt werden können. Zusätzlich findet sich dort eine Vielzahl an Fachinformationen. Dazu zählen: Vorschriften, Richtlinien, Normen, baueinschlägige Begriffe von A-Z und Berechnungsverfahren. Diese Informationen sind zum größten Teil auf Deutschland beschränkt. Die Suchfunktion ist sehr einfach zu handhaben und liefert schnell das „Gesuchte“.

Integrierter Taschenrechner

Für einige Variablen (u.a. Brutto-Grundfläche, Brutto-Rauminhalt) kann ein integrierter Taschenrechner zur Berechnung von Werten herangezogen werden. Der Taschenrechner besteht aus drei Bereichen:

- ◆ Zahlenfeld → hier erfolgt die Durchführung von Berechnungen
- ◆ Vorhandene Variablen → hier werden alle Variablen angezeigt
- ◆ Aktuelle Variable → hier werden Variablen eingegeben und bearbeitet

In Abb. 5.5 ist das Schema des integrierten Taschenrechners zu erkennen.

Zahlenfeld
Hier können Sie den Wert Ihres Zahlenfeld per Formel erzeugen.

Bezeichnung
Grundstücksfläche

Formel des aktuellen Feldes
BGF_gesamt

Als Variable definieren

Wert
1.542,40

Hilfe Ok Abbruch

Vorhandene Variablen
Zum Einfügen in eine Formel bitte auf den entsprechenden Pfeilbutton klicken

Bezeichnung	Formel	Wert
BGF_gesamt	1542,4	1.542,40
Grundstücksfläche	360	360,00
NGF_gesamt	1258,5	1.258,50

Ok Übernahme Abbruch

Aktuelle Variable
Hierüber können Sie neue oder bestehende Variablen editieren

Bezeichnung

Formel

Wert
0,00

Ok Übernahme Abbruch

Abb. 5.5: Schema des integrierten Taschenrechners

Doppelfenstertechnik

Die Doppelfenstertechnik unterstützt das gleichzeitige Arbeiten in unterschiedlichen Programmmodulen bzw. Hauptkapiteln. Ein Beispiel dafür ist der Vergleich der statischen LZK mit den dynamischen LZK. Dies ist in Abb. 5.6 gut zu sehen. Zusätzlich befindet sich auf der linken Seite des Fensters immer die Menünavigation.

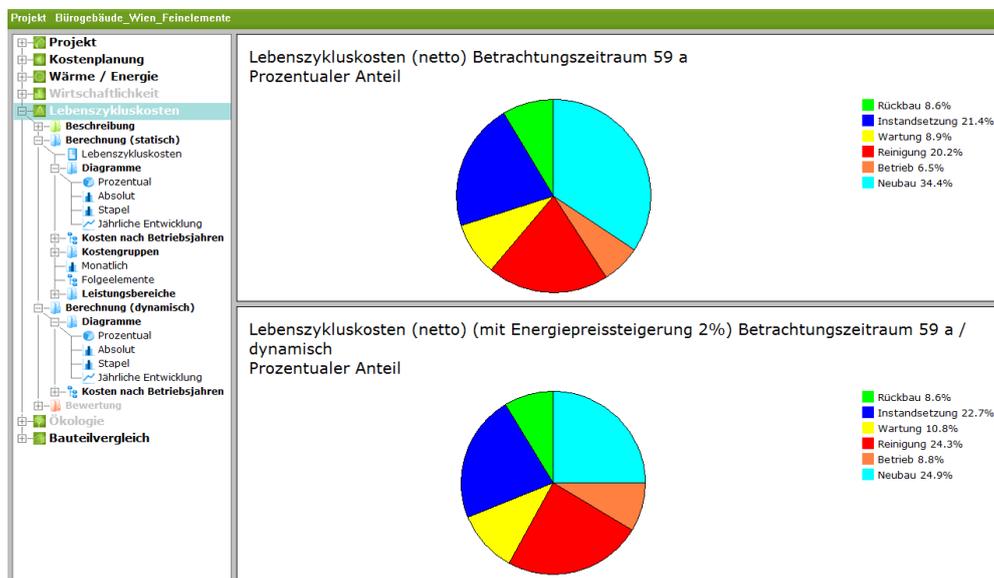


Abb. 5.6: Schema der Doppelfenstertechnik

Drag & Drop

Mit der Drag & Drop-Funktion werden zu Beginn jedes Projektes die Elemente der Projektdatenbank zugeordnet. Diese stammen entweder aus der Stammdatenbank oder der eigenen Datenbank. Auch das Verschieben der Projektelemente zwischen den Programmmodulen funktioniert mit der Drag & Drop-Technik. Die gleiche Vorgangsweise ist für Positionen anzuwenden.

5.1.5 Grundeinstellungen

Die Grundeinstellungen findet man in LEGEP in der Menüleiste unter der Auswahlspalte „Option“ und dem Punkt „Einstellungen“. Hier sind einige grundsätzliche Einstellungen zu treffen. Diese gelten dann für alle Projekte, darunter fallen:

- ◆ Auswahl des Preisniveaus für Stammdaten: Von (niedrig) – Mittel – Bis (hoch)
- ◆ Prozentsatz der Baukosten, die eine Position erreichen muss, um als kostenintensiv eingestuft zu werden
- ◆ Zeitraum vor dem Abriss, in dem keine Instandsetzungsmaßnahmen mehr durchgeführt werden
- ◆ Farbeinstellungen für Grafiken und Phasen des Lebenszyklus
- ◆ Auswahl der Darstellung von Grafiken: 2D oder 3D
- ◆ Festlegung der Energiepreise und deren Preissteigerungen (Energiepreise können für jedes Projekt im PM Wärme / Energie und Preissteigerungen im PM Lebenszykluskosten festgelegt werden)

5.2 sirAdos-Elementdatenbank

Die Stammdatenbank findet man in LEGEP in der Menüleiste unter der Auswahlspalte „Stammdaten“ und dem Punkt „Stammdaten Elemente“, selbiges gilt für Positionen.

Die Grundlage der Elemente bilden die sirAdos-Ausschreibungspositionen. Die Preise der Positionen werden jährlich neu ermittelt und angepasst. Hinter dem Markenzeichen „sirAdos“ steht die Firma WEKA MEDIA GmbH & Co. KG. Deutsche Architekturbüros stellen jährlich ihre Ausschreibungsunterlagen und Preisspiegel von bereits realisierten Bauprojekten zur Verfügung, um daraus gemittelte Preise für die Positionen zu erhalten. Daher sind die Preise immer auf dem aktuellsten Stand und eine Preisanpassung ist nicht nötig.¹¹⁰

5.2.1 Aufbau der Datenbank

Grundlegendes

Jedes Bauwerk, egal ob im Hoch- oder Tiefbau, besteht aus unterschiedlichsten Produkten. Jedes dieser Produkte besitzt Informationen. Diese können u.a. Kosten, Material- und bauphysikalische Eigenschaften sein. Zusätzlich entstehen für jeden Arbeitsschritt, welche diese Produkte verursa-

¹¹⁰ vgl. König: Datenquellen in sirAdos-LEGEP, 04-2011, S. 2.

chen, Lohnkosten. Der Produktzyklus ist nicht nur bis zum Einbau, sondern bis zum Ende der Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu verfolgen. Mittels der Elementdatenbank von LEGEP werden die Gebäude mit Elementen beschrieben. Diese Elemente setzen sich aus einer Vielzahl von Informationen zusammen. Vereinfachend erwähnt: Gebäude bestehen aus Elementen, Elemente aus Bauprodukten und Bauprodukte aus Materialien. Folgender Zusammenhang ist in Abb. 5.7 zu sehen.

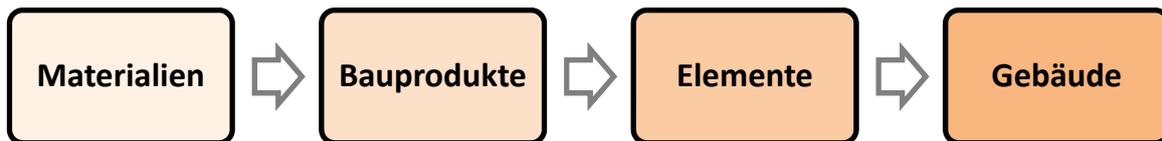


Abb. 5.7: Zusammensetzung eines Gebäudes

Aufbau der Elemente

Elemente sind nötig, um ein Gebäude zu beschreiben. Mit diesen Elementen arbeiten die jeweiligen Programmmodule und ermitteln somit die relevanten Gebäudedaten. Die Elemente befinden sich in einer zentralen Datenbank. Mittels Drag & Drop sind die benötigten Elemente dem Projekt zuzuweisen und werden somit zu Projektelementen. In Ausnahmefällen ist es auch notwendig, eigene Elemente zu generieren.

Die Elemente sind nach einem mehrstufigen Aufbau konzipiert. An der Spitze stehen Makroelemente. Diese setzen sich aus mehreren Grob- und Feinelementen zusammen, die Grobelemente wiederum aus mehreren Feinelementen. Feinelemente bestehen aus Gebäudepositionen und den zugewiesenen Folgeelementen. Zusätzlich sind Feinelemente für die technischen Anlagen vorhanden. Diese besitzen alle relevanten Informationen bezüglich Preise und Leistungsdaten. Den Gebäudepositionen sind Preise und Materialien zugewiesen. Auch die Materialien sind in einer Datenbank erfasst, mit folgenden Informationen: Materialeigenschaften (u.a. Rohdichte), bauphysikalische Daten, Ökodatensätze und die End-of-Life-Bilanz. Werden die Materialien den Positionen zugeordnet, so ist diesen eine Schichtdicke zuzuweisen. Folgeelemente setzen sich einerseits aus Gebäudepositionen und andererseits aus Folgepositionen zusammen. Zu den Folgepositionen zählen Betrieb, Reinigung, Wartung, Instandsetzung, Rückbau und Entsorgung. In Abb. 5.8 ist das zuvor beschriebene Schema ersichtlich.

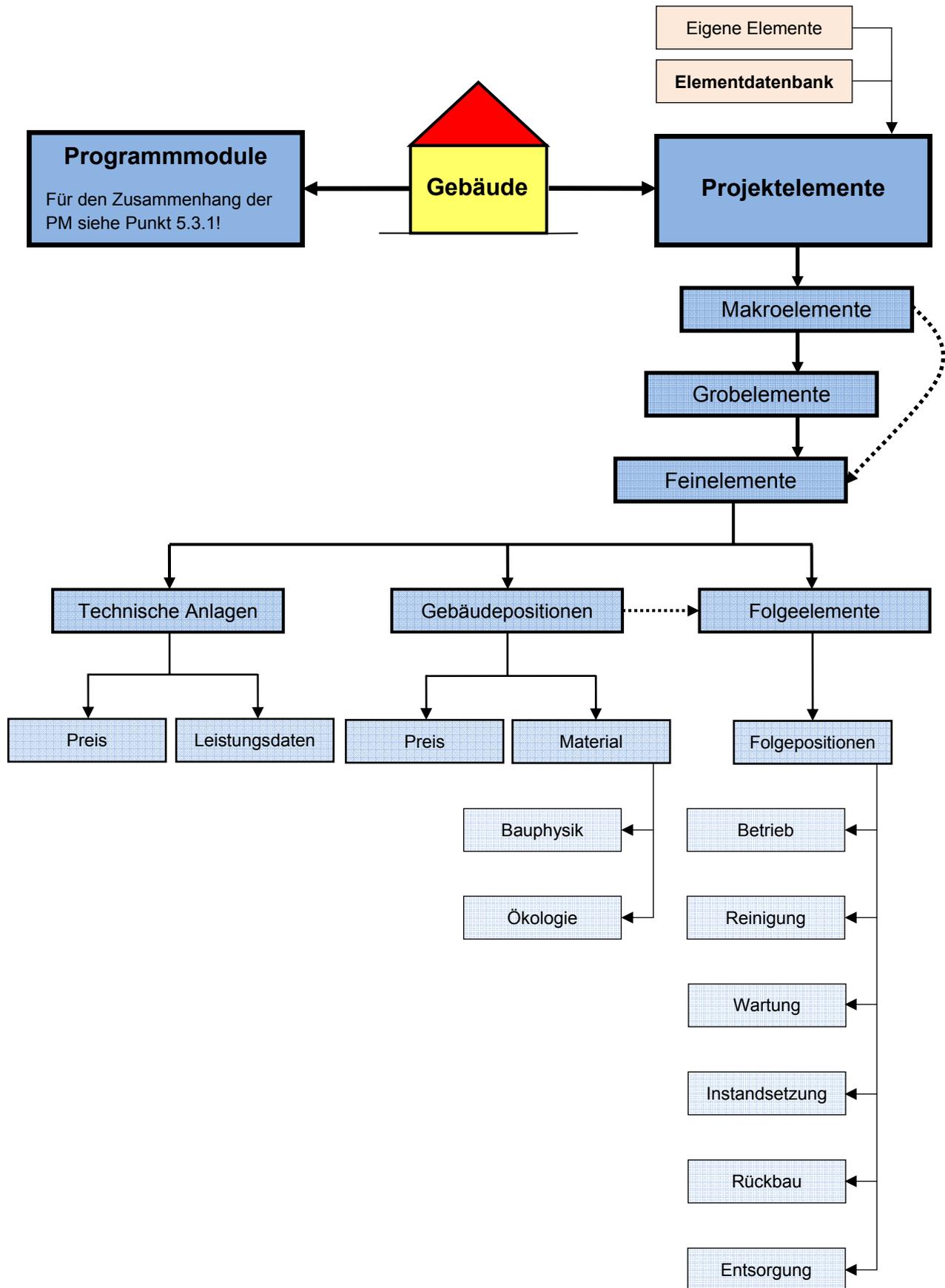


Abb. 5.8: Aufbau der Elemente

Die **Stammdatenelemente** setzen sich aus folgenden Gruppen zusammen:

- ◆ Elemente für den Neubau
- ◆ Elemente für den Altbau
- ◆ Elemente für den Bestand

Die Gliederung der Elemente erfolgt nach DIN 276-1. Jedes besitzt eine neunstellige Ordnungszahl. Die erste Stelle steht für den Elementtyp (Neubau oder Bestand). Die Ziffern an zweiter bis vierter Stelle ordnen das Element der jeweiligen Kostengruppe nach DIN 276-1 zu. Die fünfte Stelle gibt eine Untergruppierung an. Die weiteren Stellen dienen als fortlaufende Nummerierung. In Abb. 5.9 ist ein Beispiel zu sehen.

	OZ	KG
AW Stütze C 20/25, glatte Schalung, 24x24 cm	133322211	3332
AW Stütze C 20/25, glatte Schalung, 30x30 cm	133322212	3332
AW Stütze C 20/25, glatte Schalung, 40x40 cm	133322213	3332
AW Stütze C 20/25, Sichtschalung, 24x24 cm	133322411	3332

Abb. 5.9: Gliederung der Elemente

Die **Stammdatenspositionen** setzen sich aus folgenden Gruppen zusammen:

- ◆ Positionen für den Neubau
- ◆ Positionen für den Bestand

Die Gliederung der Position erfolgt nach dem Standardleistungsbuch. Jede Position besitzt eine zehnstellige Ordnungszahl. In Abb. 5.10 ist ein Beispiel zu sehen.

Jede Position enthält noch weitere Informationen. Diese sind in der Spalte „Info“ vorhanden. Alle Positionen, die eine Kennzeichnung mit einem „E“ enthalten, sind bereits Stammdatenelementen zugeordnet. Positionen mit einem roten Pluszeichen besitzen bauphysikalische Daten, Positionen mit einem grünen Pluszeichen sind mit ökologischen Daten hinterlegt. Diese Pluszeichen, insbesondere das Rote, sind wichtig, um damit die Positionen für die Lebenszyklusberechnung verwenden zu können. Zur Erläuterung dient Tab. 5.1.

Positionen						
Text	KG	Einheit	Preis	Zeit	Info	
Neubau						
-1000 Sicherheits- und Baustelleneinrichtung						
-1001 Gerüstarbeiten						
-1002 Erdarbeiten						
-1003 Landschaftsbauarbeiten						
-1004 Landschaftsbauarbeiten - Pflanzen						
-1005 Brunnenbauarbeiten, Aufschlussbohrungen						
-1006 Verbau-, Ramm- und Einpressarbeiten						
-1008 Wasserhaltungsarbeiten						
-1009 Abwasserkanalarbeiten						
-1010 Dränarbeiten						
-1011 Abscheider- und Kleinkläranlagen						
-1012 Mauerarbeiten						
-1013 Betonarbeiten						
-10130 Betonarbeiten						
-1013002 Unterfangungen, Tiefergründungen						
-1013003 Sauberkeitsschichten, Füllbeton						
-1013004 Fundamente						
-1013005 Tragschichten, Trennlagen						
-1013006 Bodenplatten, Fundamentplatten						
-1013007 Rampenplatten, Betonfahrbahnen						
-1013008 Wände aus Beton						
-1013008010 Wände C 12/15, unbewehrt, rau, d=20cm	332	m ²	26,30	0,14	+	
-1013008020 Wände C 12/15, unbewehrt, rau, d=30cm	332	m ²	35,30	0,22	+	
-1013008100 Wände C 20/25, Stb	331	m ³	133,00	0,86	+	
-1013008105 Wände C 20/25, Stb, d=12 cm	331	m ²	19,90	0,15	E + +	
-1013008110 Wände C 20/25, Stb, d=15 cm	331	m ²	23,90	0,17	E + +	
-1013008122 Wände C 20/25, Stb, d=20 cm	331	m ²	28,30	0,19	E + +	
-1013008125 Wände C 25/30, Stb, d=20 cm	331	m ²	30,10	0,19	+	

Abb. 5.10: Gliederung der Positionen

Tab. 5.1: Informationen zur Position

E	Elementpositionen
+	Daten zur Bauphysik
+	Daten zur Ökobilanz

In der **Materialdatenbank** befinden sich alle Materialien, die benötigt werden, um die Positionen zu beschreiben. Diese Materialien unterliegen keiner genormten Einordnung. Sie besitzen Informationen für:

- ◆ Materialeigenschaften (u.a. Rohdichte)
- ◆ Bauphysik (u.a. Wärmeleitfähigkeit)
- ◆ Entsorgung

Transluzente Baustoffe besitzen noch zusätzliche Daten, wie z.B. Gesamtenergiedurchlassgrad oder Lichtdurchlässigkeit. Zusätzlich ist jedes Material mit einer Sachbilanz (Ökobilanz) verknüpft. Im Programm ist im Bezug auf diese Bilanz eine Datenbank (Ökobau.dat) des BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Deutschland) hinterlegt. Hier sind keine Änderungen durch den Programmanwender möglich. In Abb. 5.11 ist ein Beispiel (Stahlblech) zu sehen.

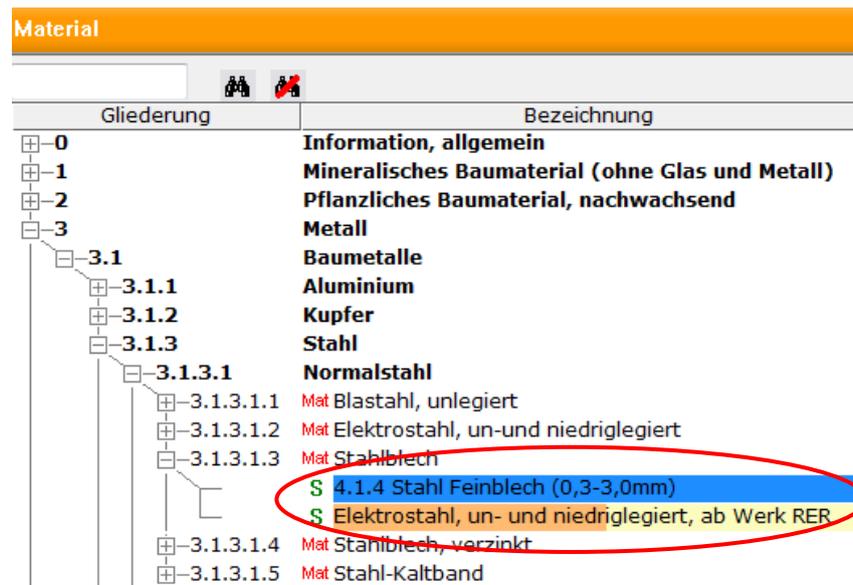


Abb. 5.11: Gliederung der Materialien

Die Elemente für die Lebenszyklusplanung werden als **Folgeelemente** bezeichnet. Sie beschreiben die Nutzungsphase der Gebäudeelemente. Die Gliederung der Folgeelemente erfolgt nach DIN 18960. Erfasst werden Elemente für die Kostengruppen 300 „Betriebskosten“, 400 „Instandsetzungskosten“ und zusätzlich die KG 700 für den Rückbau (nicht Inhalt der Norm). In Abb. 5.12 ist die weitere Untergliederung der Folgeelemente zu sehen. Die Nummer „9“ gilt für die Kennzeichnung als Folgeelement.

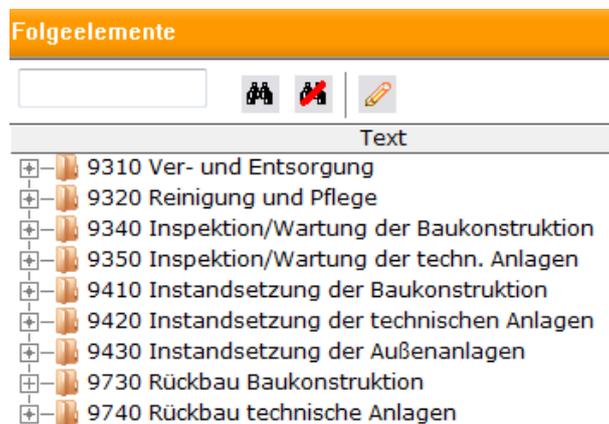


Abb. 5.12: Gliederung der Folgeelemente

Die Folgeelemente setzen sich einerseits aus Gebäudepositionen und andererseits aus Folgepositionen zusammen. Dadurch ist es möglich, den gesamten Lebenszyklus der Elemente zu erfassen. Für die Folgepositionen sind vor allem Positionen für Reinigung, Wartung, Instandsetzung und Rückbau zu unterscheiden. In Tab. 5.2 ist die Kennzeichnung des jeweiligen Folgetyps zu sehen. Mittels der entsprechenden Pluszeichen ist die Verknüpfung der Gebäudeelemente mit den Folgeelementen einfach nachzuvollziehen. In einem späteren Abschnitt wird erläutert, wie dies aussieht bzw. funktioniert.

Tab. 5.2: Kennzeichnung der Folgetypen

+	Reinigung
+	Wartung
+	Instandsetzung
+	Rückbau

Verknüpfung der Datenbanken

Zuvor erfolgte die Beschreibung der einzelnen Datenbanken, nun müssen diese noch miteinander verknüpft werden. Nur durch die Verknüpfung ist es möglich, mittels Elementen das gesamte Gebäude zu erfassen. Der Aufbau der Elemente erfolgt nach dem BOTTOM-UP-Prinzip. Bei diesem Prinzip beginnt man in der untersten Ebene (Material bzw. Sachbilanz) und baut dann damit die Datenbank nach und nach auf. Im Gegensatz dazu, folgt die Arbeitsweise dem TOP-DOWN-Prinzip. In der Entwurfsphase wird das Gebäude meist mit Grobelementen beschrieben. Erst mit dem Fortschritt der Planung werden vermehrt Feinelemente eingesetzt und mit Beginn der Ausschreibungsphase wird auf Positionen zurückgegriffen.

Die zentrale Stelle der Verknüpfung bilden die Positionen. Ein Gebäude wird zumeist mittels Leistungsbeschreibung und daher über Positionen beschrieben. Auch die weiteren Lebenszyklusphasen werden mit sogenannten Folgepositionen definiert.

TOP-DOWN-Aufbau

Die Beschreibung des Aufbaus beginnt mit Grobelementen, denn Makroelemente bestehen meist genauso aus mehreren Feinelementen. Folgendes Beispiel soll diesen Aufbau verständlich zeigen. Hier wird ein Außenwand-Grobelement gewählt. In Abb. 5.13 ist die Elementübersicht zu sehen. An dieser Stelle sind die Basisdaten abgebildet, u.a. der Kurz- und Langtext und der m²-Preis des Grobelements (Außenwandkonstruktion mit Bekleidung).

Unter dem Menüpunkt „Bestandteile“ sind die Feinelemente zu sehen, aus denen sich das Grobelement zusammensetzt. In diesem Fall sind dies vier Feinelemente. In Abb. 5.14 sind die Bestandteile zu erkennen. Aus den Spalten können einige wichtige Informationen herausgelesen werden. Unter der Spalte „Info“ erkennt man die Pluszeichen für die jeweiligen Folgetypen, diese sind mit dem Feinelement verknüpft (siehe Tab. 5.2). Man erkennt zwar auf den ersten Blick, dass dem Feinelement einige Folgeelemente zugeordnet sind, jedoch ist in der Studien-/Vorführversion nicht gleich ersichtlich, um welche Folgeelemente es sich dabei handelt. Hierfür muss man ins PM Lebenszykluskosten wechseln. Auch für die jeweiligen Preise der Fein-

elemente und den Schichtaufbau sind Spalten vorhanden. Die Spalte „Faktor“ gibt den Flächenanteil des jeweiligen Feinelements an der Fläche des Grobelements an.

Element 133024312 AWK Stb, 20 cm, WDVS PS 120, A-Putz, Silikat, I-Putz, Silikat-Dispersion

Basisdaten

Bestandteile

Skizze

Technische Angaben

- Wärmeerzeuger
- Solarkollektor
- Speicher Heizb...
- Trinkwassersp...
- Verteilungsleitu...
- Verteilungsleitu...
- Übergabesyste...
- Luftdichtheitspr...
- RLT-Anlage
- Kühlung
- Beleuchtung
- Photovoltaik

Nummer: 133024312

Kurztext: AWK Stb, 20 cm, WDVS PS 120, A-Putz, Silikat, I-Putz, Silikat-Dispersion

DIN 276.08 (erweitert): 3302 Stahlbetonwand mit Bekleidungen

Status: Grobelement Art: Neubau

Einheit: m²

Nettosumme: ergibt für 1 m² Außenwandkonstruktion mit Bekleidungen 258,82

Langtext: Außenwandkonstruktion aus Stahlbeton C 20/25 (B 25), d=20 cm, mit Wärmedämmverbundsystem aus Polystyrol 120 mm, mineralischer Oberputz und Silikatbeschichtung, innen Kalkzementputz Silikat-Dispersionbeschichtung

Hinweis:

Buttons: Skizze, OK, Abbruch, Übernehmen

Abb. 5.13: Basisdaten des Grobelements

Element 133024312 AWK Stb, 20 cm, WDVS PS 120, A-Putz, Silikat, I-Putz, Silikat-Dispersion

Nr	Info	Kurztext	EP [€]	PS	KG	Faktor	Einheit	GP [€]	Flächenanteil	Schicht
133621511	+	AW Silikat-Dispersion auf I-Putz	4,92			0,900 m²		4,43	1,000	1
133632121	+	AW Kalkzementputz innen, 1-lagig, gerieben	19,09			0,900 m²		17,18	1,000	3
133122212	+	AW C 20/25, glatte Schalung, d=20 cm	146,04			0,950 m²		138,74	1,000	4
133542334	+	AW WDVS, PS 120 mm, mineralischer Oberputz, gescheibt, Dispersion	98,48			1,000 m²		98,48	1,000	5
<i>Nettosumme</i>								258,83		

Abb. 5.14: Bestandteile des Grobelements

Bei einem Doppelklick auf ein beliebiges Feinelement öffnet sich die Positionsebene. Nun werden alle Positionen angezeigt, aus denen sich das Feinelement zusammensetzt. Auch die Materialien, welche den Positionen zugeordnet sind, kann man erkennen. Rot hinterlegte Materialien besitzen Informationen bezüglich der Wärmeberechnung und grün hinterlegte bezüglich der Ökobilanz. Dieses Schema ist in Abb. 5.15 zu erkennen.

Um eine bessere Vorstellung vom Grobelement zu erhalten, kann man sich eine Skizze anzeigen lassen. In Abb. 5.16 ist diese für das gewählte Beispiel zu sehen. Die beiden Thermometer stehen für die warme (linke) und die kalte (rechte) Seite des Elements.

Element 133122212 AW C 20/25, glatte Schalung, d=20 cm

Basisdaten	Nr	Info	Kurztext	EP [€]	PS	KG	Faktor	Einheit	GP [€]	Flächenanteil	Schicht
Bestandteile			Beton								
Skizze	1013008122	Pos	Wände C 20/25, Stb, d=20 cm	28,30		331	1,000	m ²	28,30	1,000	2
Technische Angaben	1.4.1.1.25		C 20/25 (B25) unbewehrt								1
Wärmeerzeuger	1.4.1.1.25		C 20/25 (B25) unbewehrt								
Solarkollektor			Bewehrung								
Speicher Heizb...	1013015010	Pos	Betonstahl B 500 A, 12-14 mm	1.439,00		331	0,007	t	10,07	0,000	3
Trinkwassersp...	3.1.3.3.1		Betonstahl								
Verteilungsleitu...	1013015030	Pos	Betonstahlmatten B 500 B	1.288,00		331	0,013	t	16,74	0,000	4
Verteilungsleitu...	3.1.3.3.3		Betonstahlmatten								
Übergabesyste...			Schalung								
Luftdichtheitspr...	1013018020	Pos	Schalung glatt, Wände	42,80		331	2,000	m ²	85,60	0,000	7
RLT-Anlage			Öffnungen, Aussparungen								
Kühlung	1013026013	Pos	Öffnungen schalen, Beton, eckig	52,80		331	0,050	m ²	2,64	0,000	9
Beleuchtung	1013026110	Pos	Aussparungen herstellen, bis 500 cm ²	17,00		331	0,050	St	0,85	0,000	10
Photovoltaik			Einbauteile								
	1013016110	Pos	Kleineisenteile, unbehandelt	5,50		331	0,100	kg	0,55	0,000	12
	3.1.3.1.1		Blastahl, unlegiert								
	1013043110	Pos	Futterrohr, Kunststoff, DN 100	14,80		331	0,010	m	0,15	0,000	13
	4.05.2		Polyvinylchlorid, hart								
	1013043130	Pos	Leerrohr, Kunststoff, DN 25	5,90		331	0,100	m	0,59	0,000	14
	10.2.3.1		PVC-Rohr - Abwasser								
	1013043210	Pos	Elektro-Leerdosen in Schalung	5,50		331	0,100	St	0,55	0,000	15
	4.05.2		Polyvinylchlorid, hart								
			Nettosumme						146,04		

Abb. 5.15: Bestandteile eines Feinelements

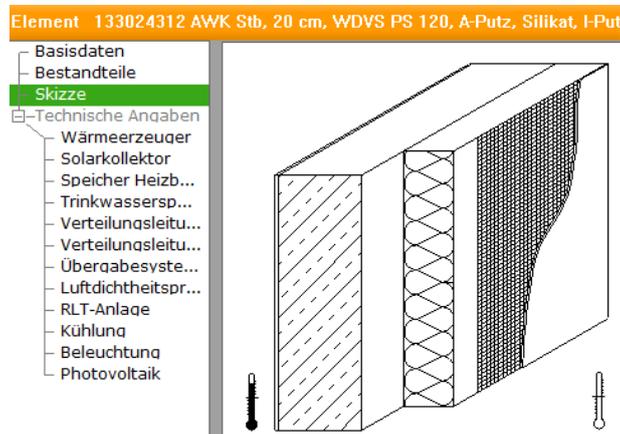


Abb. 5.16: Skizze des Grobelements

Für alle Elemente der technischen Anlagen sind zusätzliche technische Angaben vorhanden.

Bei einem Doppelklick auf die jeweilige Position, ist es möglich, sich die Basisdaten anzeigen zu lassen. Hier kann u.a. der Kurz- und Langtext und der Von-Mittel-Bis-Preis abgelesen werden. Das der Position zugrunde liegende Material ist im Untermenü „Material“ mit der Sachbilanz verknüpft. Im Untermenü „Energie/Transport“ werden die für die Position benötigten Maschinen angezeigt. Die Schemata der beiden Untermenüs sind in Abb. 5.17 und Abb. 5.18 zu sehen.

Position 1013008122 Wände C 20/25, Stb, d=20 cm

Basisdaten	Nr	Material	Masse kg	Verschnitt %	Bemerkung
Ausführungsbeschreibung	1.4.1.1.25	C 20/25 (B25) unbewehrt	420,000	0,000	
Skizze		S 1.4.01 Transportbeton C20/25			
Zusatzdaten Wärme&Energie		S Transportbeton B25			
Fenster					
Technik					
Ökologie					
Material					
Energie/Transport					
Bauprozesse					

Abb. 5.17: Positionsuntermenü „Material“

Position 1013008122 Wände C 20/25, Stb, d=20 cm

	Nr	Maschine/Energie	Dauer/Entfernung	Bemerkung
[-] Basisdaten				
[-] Ausführungsbeschreibung				
Skizze				
[-] Zusatzdaten Wärme&Energie				
Fenster				
Technik				
[-] Ökologie				
Material				
Energie/Transport				
Bauprozesse				
	-16.1.5.1	Einhandwinkelschleifer S Strom, Niederspannung, Produktion UCTE, ab Netz UCTE	0,083	
	-16.3.1.2	Vibriernadel, HF-EM, -70mm S Strom, Niederspannung, Produktion UCTE, ab Netz UCTE	0,006700	
	-16.1.2.2	Betonmischer 28t S Diesel, in Baumaschine GLO	0,010000	
	-16.1.2.3	Betonpumpe S Strom, Niederspannung, Produktion UCTE, ab Netz UCTE	0,002000	

Abb. 5.18: Positionsuntermenü „Energie/Transport“

Austausch von Elementen und Positionen

Da nur eine begrenzte Anzahl an Stammdatenelementen vorhanden ist, jedoch die Untersuchung von unterschiedlichen Bauwerken einen hohen Grad an Flexibilität erfordert, ist es möglich, Feinelemente und Positionen durch andere zu ersetzen. Hierzu ein Beispiel: Als Stammdatenelement (Grobelement) liegt eine Außenwandkonstruktion vor. Als tragende Konstruktion dient eine 20 cm Stahlbetonwand (Feinelement). Im Plan ist eine 25 cm STB-Wand vorgesehen. Jetzt kann die 20 cm Wand durch die 25 cm Wand ausgetauscht werden. Somit wird ein Feinelement durch ein anderes Feinelement ersetzt. Das ausgetauschte Element überschreibt die Informationen des vorherigen Elements. Dieselbe Vorgangsweise kann für den Austausch von Positionen verwendet werden. Es ist auch möglich, Elemente und Positionen dem gewählten Gebäudeelement hinzuzufügen bzw. zu entfernen.

PROBLEM: Der Kurz- und Langtext muss selbst durch Überschreiben verändert werden. Hier übernimmt LEGEP die Daten der ausgetauschten Elemente bzw. Positionen nicht automatisch.

Vergleich von Elementen

Die Lebenszykluskosten und Öko-Daten von Grob- und Feinelementen (Stammdatenelemente) können einem Vergleich unterzogen werden. Dadurch ist es möglich, sich schon im Vorhinein für das richtige Projektelement zu entscheiden. Ein Betrachtungszeitraum der Elemente von 80 Jahren ist fix voreingestellt. In Abb. 5.19 erfolgt ein Vergleich von ausgewählten Fensterelementen. Hier ist einfach zu erkennen, welche Auswirkungen die Folgekosten auf die LZK der einzelnen Elemente haben. Das Fenster mit der Nummer „3“ besitzt zwar die größten Herstellungskosten, jedoch über den Lebenszyklus gesehen, die geringsten Gesamtkosten.

Betrachtungszeitraum 80 a, Energiepreissteigerung 0%, Barwertzins 0%

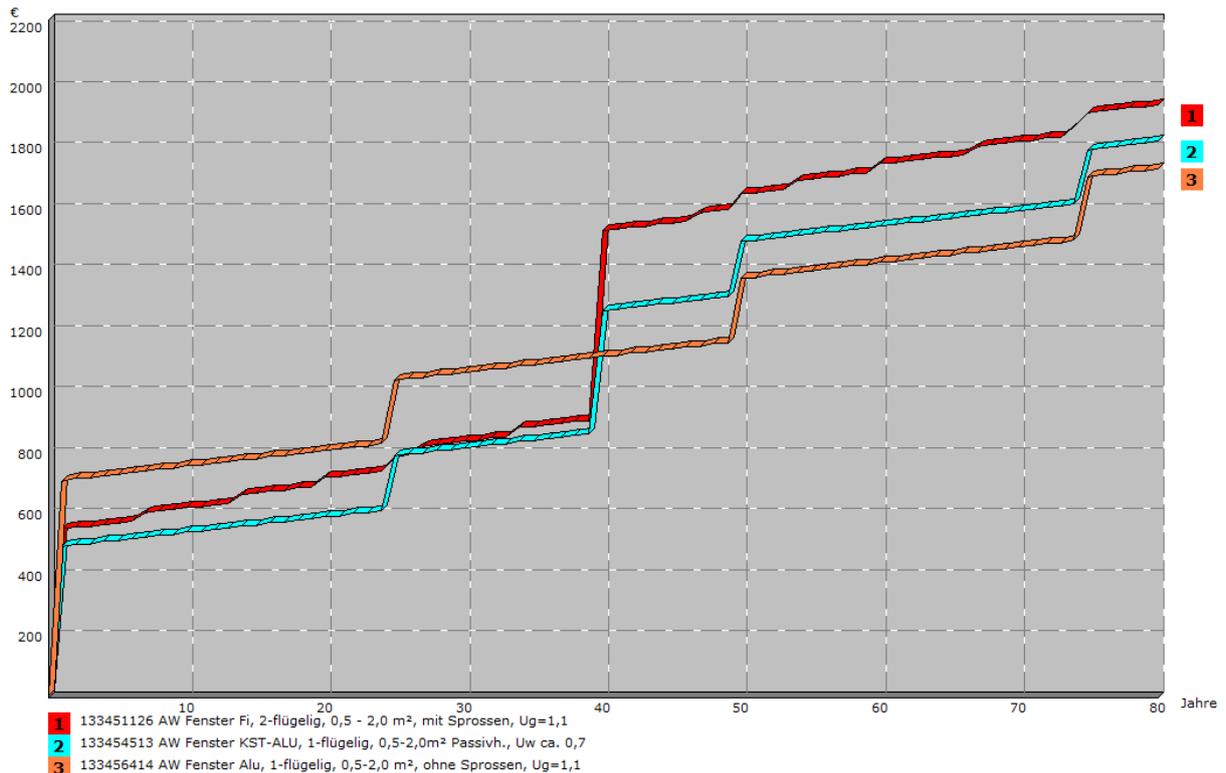


Abb. 5.19: Vergleich von Elementen: Summendarstellung

Es ist auch möglich, alle Kostenarten jährlich akkumuliert darzustellen. Dies funktioniert aber immer nur für ein Element. Die einzelnen Folgephasen können beliebig ein- und ausgeschaltet werden. In Abb. 5.20 ist der akkumulierte Verlauf der Lebenszykluskosten zu sehen.

Lebenszyklus Kosten (Mit sonstigen Kosten)

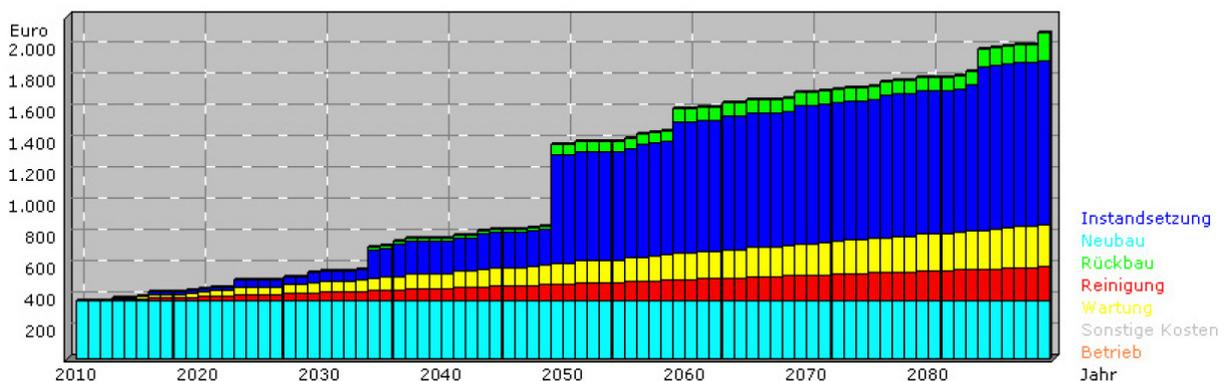


Abb. 5.20: Lebenszykluskosten von Elementen: akkumuliert¹¹¹

Da diese Funktion in der Studien-/Vorführ-Version nicht enthalten ist, kann sie auch nicht einer genaueren Untersuchung unterzogen werden.

¹¹¹ WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: Online Hilfe, 18-06.2012.

Eigene Elemente/Positionen

Es ist ebenfalls möglich, eigene Elemente/Positionen zu erstellen bzw. modifizierte Stammdatenelemente/Stammdatenpositionen zu eigenen Elementen/Positionen zu machen. Wie bei den Stammdatenelementen/Stammdatenpositionen kann auch hier mit derselben Ordnerstruktur gearbeitet werden. Es ist auch möglich, eine eigens entworfene Struktur zu verwenden.

Grobelemente sind mit Feinelementen und Feinelemente mit Positionen zu verknüpfen. Die Positionen sind weiters mit Materialien zu versehen. Diese verfügen bereits über die ökologischen Daten. Zum Abschluss sind noch die Folgeelemente/Folgepositionen mit dem jeweiligen Element zu verknüpfen. Die Verknüpfung aller Daten miteinander funktioniert mittels der Drag & Drop-Funktion. Um hier keine Fehler zu begehen, ist als Voraussetzung ein fundiertes Hintergrundwissen der Funktionen von LEGEP erforderlich.

Eigene Elemente/Positionen sollten nur in Ausnahmefällen erstellt werden. Es kann leicht zu Fehleingaben kommen und diese Inkonsistenz zieht sich dann durch die gesamte Berechnung. Sinnvoller ist es, Stammdatenelemente/Stammdatenpositionen zu modifizieren. Falls diese öfters genutzt werden, können sie unter eigene Elemente/Positionen abgelegt werden und sind dann für jedes weitere Projekt verfügbar.

Symbol- und Farborganisation der Elemente

Jede Elementstufe besitzt zur besseren Unterscheidung ein eigenes Darstellungssymbol. In Tab. 5.3 sind drei unterschiedliche Symbole zu erkennen. Das Kennzeichen für Makroelemente besteht aus zwei Bausteinen, das für Grobelemente aus drei und das für Feinelemente aus sechs.

Tab. 5.3: Symbolorganisation der Elemente

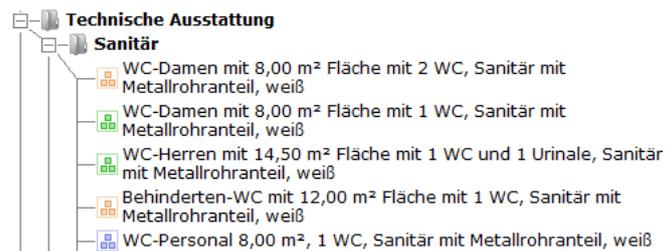
	Makroelemente
	Grobelemente
	Feinelemente

Ein Farbschema der Darstellungssymbole zeigt, welche Elemente im aktuellen Projekt verwendet werden. Bei der Verwendung von Stammdatenelementen wird ein oranges Symbol angezeigt. Wird ein Element verändert (u.a. Austausch eines Feinelements oder einer Position), so ändert sich die Farbe des Kennzeichens von orange zu grün. Fügt man dieses modifizierte Element zu den eigenen hinzu oder verwendet man eigene Elemente, erscheint ein blaues Symbol. In der folgenden Tab. 5.4 ist das Prinzip der Elementen-Farborganisation dargestellt.

Tab. 5.4: Farborganisation der Elemente (Feinelemente)

	Stammdatenelemente
	Veränderte Stammdatenelemente (Projektelemente)
	Eigene Elemente

In Abb. 5.21 ist zu erkennen, wie die Farborganisation der Elemente (Grobelemente) in der Praxis aussehen könnte. Es sind zwei Stammdatenelemente (orange), zwei Projektelemente (grün) und ein eigenes Element (blau) zu sehen.

**Abb. 5.21:** Farborganisation der Elemente: Beispiel (Grobelemente)

Suchfunktion

In jeder Stammdatenbank (Elemente, Positionen) ist eine Suchfunktion integriert. Hier kann nach Namen oder Element- bzw. Positionsnummern gesucht werden. Falls LEGEP Übereinstimmungen findet, werden diese Elemente oder Positionen grün hinterlegt. Dadurch wird die Navigation wesentlich erleichtert. Für das Beispiel in Abb. 5.22 wurde der Begriff „Lüftung“ gewählt.

Elemente									
Lüftung									
	Text	OZ	KG	U-Wert	Zeit	Einheit	Preis	Info	Zyklus
Neubau									
1120	Grundstücksnebenkosten								
1210	Herrichten								
1300	Bauwerk - Baukonstruktion								
1310	Baugrube								
1320	Gründung								
1330	Außenwände								
1340	Innenwände								
1350	Decken								
1360	Dächer								
1370	Baukonstruktive Einbauten								
1390	Sonstige Maßnahmen								
1400	Bauwerk - Technische Anlagen								
1410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen								
1420	Wärmeversorgungsanlagen								
1430	Lüfttechnische Anlagen								
430	Lüfttechnische Anlagen								
430.2	Lüftung, Einfamilienhaus								
430.3	Lüftung, Mehrfamilienhaus								
430.4	Lüftung, Nichtwohnungsbau								
	Lüftungsinstallation, WC-Damen 8,00 m², 2 WC	143041161	4304		5,26	St	647,20	EnEV	
	Lüftungsinstallation, WC-Damen 12,00 m², 3 WC	143041171	4304		8,59	St	1.076,00	EnEV	
	Lüftungsinstallation, WC-Damen 18,50 m², 6 WC	143041181	4304		11,48	St	1.823,10	EnEV	
	Lüftungsinstallation, WC-Herren 8,00 m², 2 WC	143041191	4304		5,26	St	647,20	EnEV	

Abb. 5.22: Suchfunktion

5.3 Module im Detail

Im Anschluss werden jene Programmmodule genauer beschrieben, die für diese Diplomarbeit bzw. für das Beispielprojekt wichtig erscheinen. Das betrifft die folgenden fünf PM:

- ◆ Projekt
- ◆ Kostenplanung
- ◆ Wärme / Energie
- ◆ Lebenszykluskosten
- ◆ Bauteilvergleich

Aufgrund der Wichtigkeit des PM Lebenszykluskosten, wird dieses im Kapitel 5.4 eigens beschrieben. Die Module Wirtschaftlichkeit und Ökologie werden nicht genauer untersucht und sind daher auch nicht beschrieben.

5.3.1 Zusammenhang der Module

Der Zusammenhang der Programmmodule ist von Bedeutung, um das Berechnungsprinzip von LEGEP besser zu verstehen. An erster Stelle steht immer das PM Projekt (1). Alle hier eingegebenen Daten bzw. Elemente gelten für die folgenden PM als Voraussetzung. Als zweiter Schritt ist das PM Kostenplanung (2) abzuarbeiten und normalerweise sind danach alle Eingaben im PM Wärme / Energie (2) zu tätigen. Jedoch ist es auch möglich, die Reihenfolge zwischen dem PM Kostenplanung und dem PM Wärme / Energie zu verändern. Erst wenn die Angaben in dem PM Projekt, PM Kostenplanung und PM Wärme / Energie korrekt getätigt sind, ist eine Berechnung mit dem PM Wirtschaftlichkeit, PM Lebenszykluskosten und PM Ökologie (3) sinnvoll. Eine Ausnahme gibt es beim PM Bauteilvergleich. Dieses Modul kann auch nur für sich betrachtet werden, kann jedoch als Zweigstelle zu den anderen Modulen gesehen werden. In Abb. 5.23 ist der Zusammenhang der Programmmodule schematisch dargestellt.

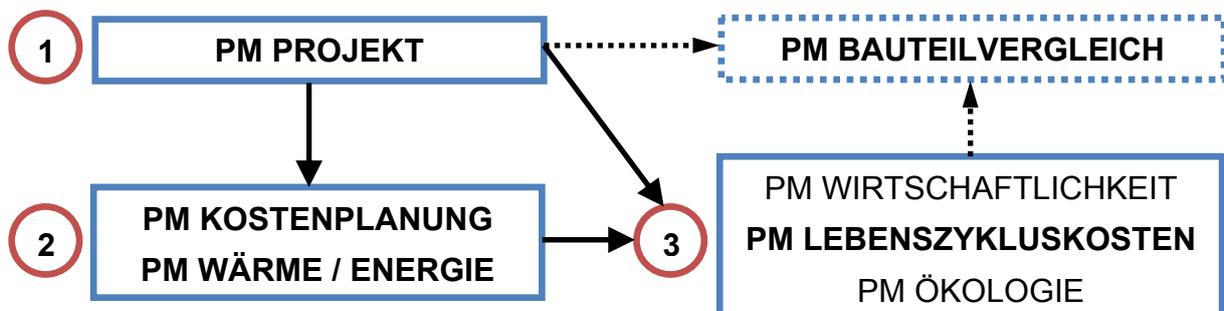


Abb. 5.23: Zusammenhang der Programmmodule

5.3.2 Programmmodul Projekt

Exkurs: Projekt-Menü

In Abb. 5.24 ist das Aufklappfenster des Projekt-Menüs dargestellt.

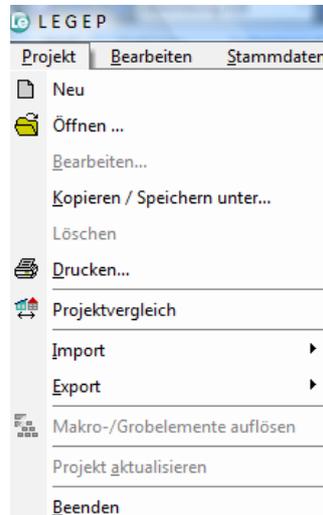


Abb. 5.24: Projekt-Menü

In diesem Menü befindet sich die gesamte Verwaltung der Projekte. Es können neue angelegt und bestehende geöffnet werden. Auch die Druckfunktion befindet sich im Menü „Projekt“. Ein interessantes Tool ist der Projektvergleich. Hier ist es möglich, ähnliche Projekte über eine Vielzahl an Parameter (Werte) miteinander zu vergleichen. Der Bezug kann variiert werden (z.B. BGF, NF, BRI etc.). Die Auswertung der Parameter kann in verschiedenen Diagrammen erfolgen. Der Import und Export von Projekten und Projektdaten kann ebenso in diesem Menü vorgenommen werden. Elemente und Positionen können u.a. im RTF-Format für Textverarbeitungsprogramme oder im CSV-Format für Tabellenkalkulationsprogramme exportiert werden. In Abb. 5.25 ist eine Übersicht eines Projektvergleichs zu sehen.

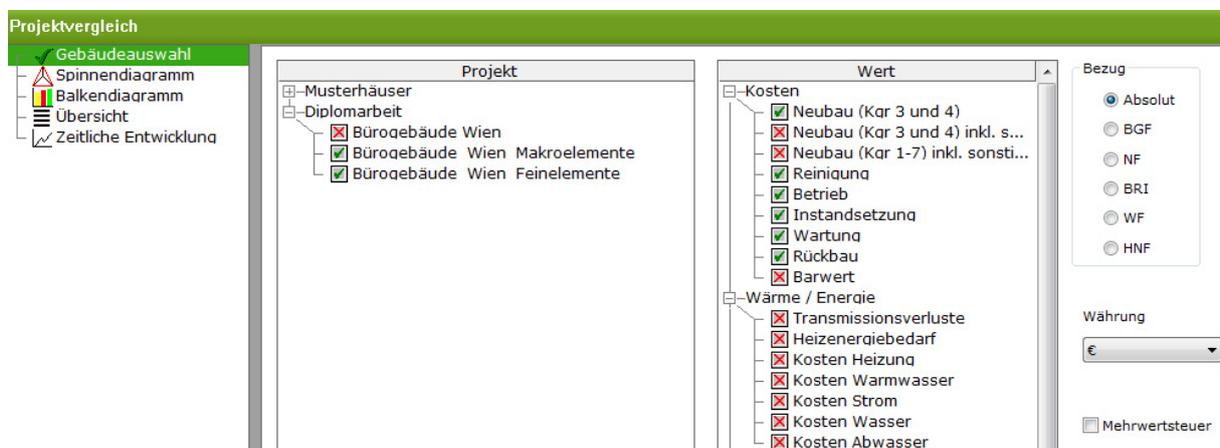


Abb. 5.25: Übersicht: Projektvergleich

Programmmodul: Projekt

In Abb. 5.26 ist die schon in einem früheren Kapitel erläuterte Menüstruktur gut zu erkennen. Beschreibung, Berechnung und Bewertung bilden die Hauptkapitel (HK).

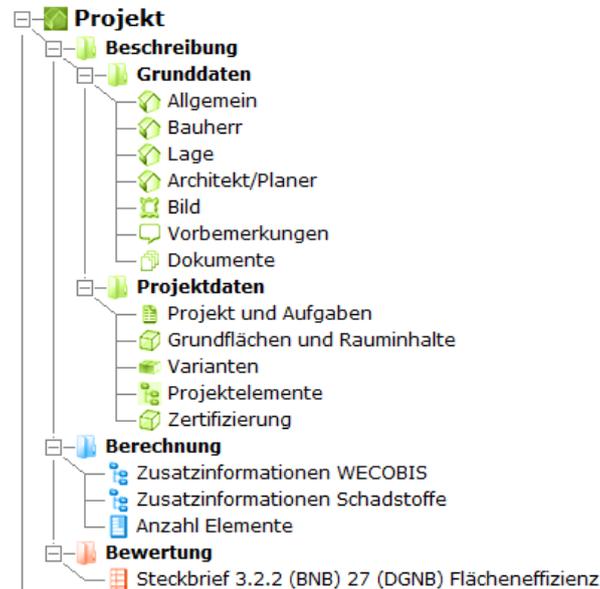


Abb. 5.26: PM Projekt: Menüstruktur

HK Beschreibung

Hier befinden sich die Grund- und Projektdaten des Projekts. Im Unterkapitel Grunddaten sind u.a. Eingaben betreffend Projektname, Bearbeiter, Baujahr, Bauherr, Lage, Architekt zu tätigen. Für die Lage können nur deutsche Städte ausgewählt werden. Ein Bild des Gebäudes kann eingefügt werden. Zusätzlich steht ein Dokumentmanager zur Verfügung. Hier werden alle projektrelevanten Dokumente unter einer bereits vorgegebenen Menüstruktur verwaltet.

Unter Projektdaten werden folgende Eingaben getroffen:

- ◆ Projekt und Aufgaben:

Hier kann u.a. die Art des Projekts, etwaige Rechengrundlagen (Normen), eine mögliche Zertifizierung bzw. ökologische Betrachtung und verschiedene Darstellungsarten der Menüstruktur gewählt werden. Unter der Art des Projekts ist die Gebäudeart und der Gebäudetyp zu verstehen. Durch die richtige Auswahl werden schon einige Parameter (z.B. Wahl des Reinigungszyklus) voreingestellt. Abb. 5.27 zeigt das Eingabefeld.

Art des Projektes

Gebäudeart Wohngebäude Nichtwohngebäude Bestandsgebäude Änderung oder Anbau Neubau

Gebäudetyp Freistehend Einseitig angebaut Alle Anderen

Aufgaben

Kostenplanung
 mit Bauelementen
 mit Vergleichsobjekten
 mit grafischer Mengenermittlung

EnEV-Nachweis

Rechtsgrundlage Nachweis

EnEV 2007 EnEV 2009

Vereinfachtes Verfahren
 Monatsbilanzverfahren nach DIN V4108-6 / 4701-10
 DIN V18599 (Einzonenmodell)
 DIN V18599 (Mehrzonenmodell)
 Einzelbauteilverfahren (nach Anlage 3 EnEV)
 Einzelbauteilverfahren (niedrige Innentemperaturen)
 Ht-Verfahren (niedrig beheiztes Gebäude)

Energieverbrauch
 Wirtschaftlichkeit von EnEV-Sanierungsmaßnahmen
 Lebenszykluskostenplanung
 Ökologie-Betrachtung
 Zertifizierung

Darstellung

Basis Standard Experte

Darstellung nicht aktiver Aufgaben: Ausgegraut Ausgeblendet

Abb. 5.27: PM Projekt: Projekt und Aufgaben

◆ Grundflächen und Rauminhalte:

Hier sind alle relevanten Gebäudedaten (Zahlen) erfasst. Darunter fallen allgemeinen Eingaben, Kennwerte für die Wärme / Energie-Berechnung und weitere Flächenangaben. Die orange hinterlegten Eingabefelder sind Pflichtfelder. Zusätzlich sind einige Eingabefelder grau hinterlegt, diese werden vom Programm selbst ermittelt. In Abb. 5.28 ist das Eingabefeld zu sehen.

Allgemein

Grundstücksfläche m² Bebaute Fläche m² Fläche Tiefgarage ausserhalb des Gebäudes m²

Anzahl Geschosse oberirdisch Geschosshöhe m BRI m³

Anzahl Geschosse unterirdisch

Angaben zur EnEV

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A m² A/V-Verhältnis

Beheiztes Gebäudevolumen V_e m³ Beheizte NGF m² Gebäudenutzfläche A_N m²

Umfang Grundfläche (Perimeter) m Beheiztes Luftvolumen V m³

Charakteristische Breite B_G m Charakteristische Länge L_G m

Weitere Flächenangaben

BGF a m² KGF m² BGF a, b, c m²

NGF m² VF m² TF m²

NF m² (NNF) m²

(HNF) m² Wohnfläche m²

Außenfläche m² BGF ist Summe

Anzahl Wohnungen

1-Personen 2-Personen 3-Personen

4-Personen 5-Personen und mehr

Abb. 5.28: PM Projekt: Grundflächen und Rauminhalte

◆ Varianten:

Die Projektelemente können verschiedenen Varianten zugeordnet werden. Diese werden dann nur bei der Auswahl der jeweiligen Variante in die Berechnung miteinbezogen. Dies ist jedoch nur bei einer Variation von wenigen Elementen vorteilhaft. Ansonsten ist es einfacher und übersichtlicher, das Projekt zu kopieren und in der Kopie alle neuen Elemente auszuwählen. Der Vergleich kann über die Funktion des Projektvergleichs erfolgen. Die Varianten berücksichtigen keine weiteren Veränderungen des zu bearbeitenden Projekts.

◆ Projektelemente:

Die in diesem Untermenü ausgewählten Projektelemente bilden die **Grundlage für die gesamte weitere Berechnung in allen Programmmodulen**. Diese Elemente beschreiben das komplette Gebäude hinsichtlich Baukonstruktionen, technische Gebäudeausstattung und Außenanlagen. Das Hinzufügen dieser erfolgt entweder aus der Stammdatenbank oder aus den eigenen Elementen, jeweils mittels der Drag & Drop-Funktion. Die Elemente können in eine vorgegebene Struktur, die sich beliebig erweitern lässt, eingefügt werden. Die einzige, zu tätige Eingabe betrifft die Menge der Elemente. Hier ist auf die Einheit zu achten. Eine mögliche Grundstruktur ist in Abb. 5.29 zu betrachten.



Abb. 5.29: PM Projekt: Projektelemente – Struktur

Die laut Erfahrung notwendige Anzahl an Elementen (Richtwerte), um ein Gebäude gänzlich zu beschreiben, liegt bei:¹¹²

- ◆ 10 – 12 Makroelementen
- ◆ 50 – 60 Grobelementen
- ◆ ~200 Feinelementen

¹¹² vgl. König: LEGEP – Handbuch, 2009, S. 35-36.

Welcher Elementtyp zum Einsatz kommt, entscheidet der Planungsfortschritt. Makroelemente sollten nur in einem frühen Planungsstadium eingesetzt werden, denn sie können im PM Wärme / Energie nicht verwendet werden, d.h. alle relevanten Energiekennwerte sind selbstständig zu ermitteln und einzugeben. Sinnvoller ist, das Gebäude mittels Grob- und Feinelementen zu beschreiben. Eine Mischung der Elementtypen stellt kein Problem dar. Beim Beispielprojekt wurden ungefähr 150 Elemente (90 Grobelemente, 60 Feinelemente) benötigt, um das Gebäude komplett zu erfassen. In Abb. 5.30 ist ein Schema von einigen hinzugefügten Projektelelementen zu sehen.

Name	Nr	Menge	Einheit
Aussenwand			
Aussenwände über Niveau			
Aussenwand			
AW Nord			
AW Nord Bestand			
Außenwandkonstruktion aus Stahlbeton C 20/25 (B 25), d=25 cm, mit Wärmedämmverbundsystem aus Polystyrol 100 mm, mineralischer Oberputz und Silikatbeschichtung, innen Kalkzementputz,	133024313	143,000	m ²
Außenwand, Eingangstür, 2-flügelig aus Fichte, Verglasung Ug=0,9, Oberfläche lasiert, 2400x2400 mm	133411412	1,000	St
AW Nord Innenhof			
Außenwandkonstruktion aus Stahlbeton C 20/25 (B 25), d=25 cm, mit Wärmedämmverbundsystem aus Polystyrol 100 mm, mineralischer Oberputz und Silikatbeschichtung, innen Kalkzementputz,	133024313	93,000	m ²
Außenwandkonstruktion Aluminium-Holz, Fenster, Fenster-Türen, Rollläden Leichtmetall	133084222	9,120	m ²
Außenwand, Haustür aus Fichte, mit profilierter Schalung, Oberfläche lasiert, 1125 x 2125 mm	133411211	1,000	St

Abb. 5.30: PM Projekt: Projektelemente

HK Berechnung

Im Hauptkapitel Berechnung sind einige Zusatzinformationen bezüglich Materialien vorhanden. WECOBIS ist ein ökologisches Baustoffinformationssystem, das vom deutschen BMVBS und der bayerischen Architektenkammer herausgegeben wird. Jedes Element listet seine zugehörigen Materialien auf. Über einen Doppelklick auf ein Material können die Materialinformationen online abgerufen werden. Zu den Informationen zählen u.a. Produktdefinition, ökologische Daten, technische Daten, zugehörige Normen, Ausgangsstoffe, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Nachnutzung.

Falls eingesetzte Elemente Schadstoffe enthalten, dies ist bei einer Verwendung von Bestandselementen möglich, werden diese angezeigt und es können dazu ebenfalls Informationen abgerufen werden.

Als letzten Punkt kann die Anzahl der zur Gebäudebeschreibung verwendeten Elemente abgerufen werden. Die Aufschlüsselung erfolgt nach Kostengruppen (DIN 276-1) und Elementtypen (Makro, Grob, Fein). Auch die Herkunft der Elemente wird ausgewertet. Ein Schema kann in Abb. 5.31 betrachtet werden.

Anzahl der Elemente

	Makro	Grob	Fein	Sonstige	Summe
KG 100	0	0	0	2	2
KG 200	0	0	0	1	1
KG 300	0	26	31	0	57
KG 400	0	67	20	0	87
KG 500	0	0	2	1	3
KG 600	0	0	1	1	2
KG 700	0	0	1	2	3
Ohne	0	0	1	0	1
Summe	0	93	56	7	156

Herkunft	Stamm	Eigen	Projekt
	115	2	32

Abb. 5.31: PM Projekt: Anzahl der Elemente

5.3.3 Programmmodul Kostenplanung

Im PM-Kostenplanung können die gesamten Herstellungskosten ermittelt werden. Die Elemente besitzen bereits alle Infos bezüglich Kosten pro Einheit. Mit Makroelementen kann eine erste Kostenschätzung erfolgen. Werden Grob- und Feinelemente eingesetzt, ist eine Kostenberechnung möglich.

In Abb. 5.32 ist die Menüstruktur mit HK Beschreibung und HK Berechnung zu erkennen.

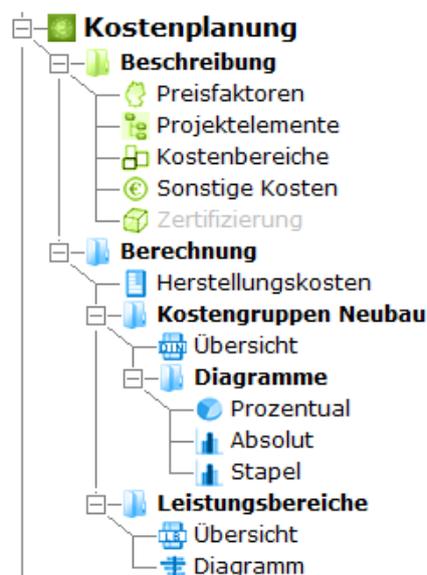


Abb. 5.32: PM Kostenplanung: Menüstruktur

HK Beschreibung

◆ Preisfaktoren:

Hier kann das zu berücksichtigende Preisniveau, eingestellt werden. Es ist zwischen Von-Mittel-Bis-Preise zu unterscheiden. Diese Preise können somit von -20% bis +20% vom Mittelwert variieren. Den Positionen sind die Von-Mittel-Bis-Preise zugewiesen. Dies ist in Abb. 5.33 zu sehen.

Position	1017163420	Kurztext	Kopfbolzendübel, 22/175 mm		
KG 276	361		Dachkonstruktionen		
ME	St	Zeit	0,020000		
Von	5,55	Mittel	6,30	Bis	7,20

Abb. 5.33: PM Kostenplanung: Preisfaktoren – Von-Mittel-Bis-Positionspreis

Eine weitere Einstellung betrifft die Höhe der Mehrwertsteuer und ob die Einzelpreise damit ermittelt werden sollen. Weitere Faktoren, die das Preisniveau verändern, sind: Bundesland, Ortsgröße und Konjunktur. Mittels dieser Einstellungen errechnet LEGEP einen Faktor, mit welchem der jeweilige Einzelpreis der Elemente multipliziert wird. In Abb. 5.34 ist das Eingabefeld zu sehen.

Preise	
Preise	<input type="radio"/> Von <input checked="" type="radio"/> Mittel <input type="radio"/> Bis
Mehrwertsteuer	20,0
MwSt bei Einzelpreisen berechnen	<input type="checkbox"/>
Preisfaktoren	
Bundesland	Nicht beachten
Ortsgröße	Großstadt über 500.000 Einwohner
Konjunkteinfluß	<input type="radio"/> - 15% <input type="radio"/> - 10% <input type="radio"/> - 5% <input checked="" type="radio"/> Neutral <input type="radio"/> + 5% <input type="radio"/> + 10% <input type="radio"/> + 15%
Kubatur berücksichtigen	<input type="checkbox"/>
Faktor	1,090 <input type="checkbox"/> Faktor manuell festlegen
Grafiken	
Kostengrafiken inklusive MwSt	<input type="checkbox"/>

Abb. 5.34: PM Kostenplanung: Preisfaktoren

◆ Projektelemente:

Unter der bereits bekannten Struktur aus dem PM Projekt, erfolgt hier eine Auswertung aller Elemente hinsichtlich ihrer Herstellungskosten. Über die Menge und dem Einzelpreis, der bereits mit dem Kostenfaktor multipliziert ist, wird der Gesamtpreis ermittelt. Um die Übersicht nicht zu verlieren, sind die Spalte „Gesamtpreis“ grün und die Ergebniszeilen gelb hinterlegt. Zusätzlich können in diesem Untermenü alle Elemente nach Belieben bearbeitet werden. Die Veränderungen gelten für alle PM. Es herrscht eine vollkommene Durchgängigkeit. In Abb. 5.35 ist das Untermenü zu sehen.

Name	Menge	Einheit	Einzelpreis	KG	Gesamtpreis
Gebäude					2.209.083,33
Baukonstruktion					1.565.509,33
Erdarbeiten					49.654,32
Gründung					81.014,40
Keller					168.719,52
Decke über KG					103.951,99
DEK Beton C20/25,25cm, glatt, PS 160 ,Heiz-Estr.,Fliesen, WDVS PS 140,Putz,Disp.	234,000	m ²	349,29	350	81.733,98
DEK Beton C20/25,25cm, glatt, WDVS PS 140,Putz,Disp.	103,000	m ²	215,71	350	22.218,23
Innenwand					26.073,68
IWK Stb. 25 cm, Dispersion	110,000	m ²	189,68	340	20.865,00
IW Stahltür T30-1, KH-Besch., 1000x2125 mm	1,000	St	2.643,25	344	2.643,25
IW Stahltür T0, Kunstharz-Beschichtung, 875x2125 mm	3,000	St	557,86	344	1.673,59
IW Stütze C 20/25, glatte Schalung, 40x40 cm	5,000	m	178,41	343	892,06
Aussenwand					38.693,85
AWK Stb. wu, 30 cm, Dämmung PS 60, Gipsputz, Dispersionsbeschichtung	195,000	m ²	198,43	330	38.694,73
Summe Projekt (Netto)					2.209.083,33
Umsatzsteuer 20%					441.816,67
Summe Projekt (Brutto)					2.650.900,00

Abb. 5.35: PM Kostenplanung: Projektelemente

◆ Kostenbereiche:

Im Untermenü „Kostenbereiche“ kann das Gebäude in verschiedene Zonen (Kostenbereiche) eingeteilt werden. Jeder Zone sind die dazugehörigen Elemente mittels Drag & Drop zuzuweisen. Dies bringt einen Vorteil, wenn das zu betrachtende Gebäude aus mehreren unterschiedlichen Nutzungsbereichen besteht (z.B. Sportkomplex: Tennishalle, Schwimmbad, Restaurant und Umkleide).

◆ Sonstige Kosten:

Unter „Sonstige Kosten“ fallen alle Kosten, die nicht durch Elemente erfasst werden. Diese Kosten sind als einmalige Kosten zu verstehen und werden den Herstellungskosten zugerechnet. Sie besitzen daher keine Informationen bezüglich ihres Lebenszyklus. Die jeweiligen Kosten sind den Kostengruppen nach DIN 276-1 zuzuordnen. Die gesamte Kostenstruktur dieser Norm ist dem Programm hinterlegt, daher kann die passende Kostengruppe mittels Drop-Down-Menü ausgewählt werden. In Abb. 5.36 sind einige Beispiele für „Sonstige Kosten“ dargestellt.



Kostengruppen DIN 276	Name	Betrag	Inkl. MwSt
100	Grundstück	270.000,00	324.000,00
125	Gründerwerbssteuer	8.100,00	9.720,00
200	Herrichten und Erschließen	30.000,00	36.000,00
500	Sonstige Außenanlagen	70.000,00	84.000,00
600	Einrichtung	550.000,00	660.000,00
700	Baunebenkosten	470.000,00	564.000,00
770	Nebenleistungen	50.000,00	60.000,00
Summe sonstige Kosten		1.448.100,00	1.737.720,00

Abb. 5.36: PM Kostenplanung: Sonstige Kosten

HK Berechnung

Im Hauptkapitel Berechnung werden die gesamten Eingaben aus dem HK Beschreibung ausgewertet. Die Herstellungskosten werden nach einem festgelegten Rasterschema ausgewertet. Dies ist in Abb. 5.37 zu sehen. Auf der horizontalen Achse befinden sich die Flächen- und Kubaturwerte des Gebäudes und auf der vertikalen Achse die Kosten getrennt nach Kostengruppen mit und ohne Mehrwertsteuer. Die Auswertung erfolgt mittels Divisionen von Kosten durch Flächen- bzw. Kubaturwerte.

Herstellungskosten

		BRI	BGF	NGF	NF	WF
	Gesamtpreis	5.325,5	1.514,4	1.258,5	956,2	0,0
		Gesamtpreis /m³ BRI	Gesamtpreis /m² BGF	Gesamtpreis /m² NGF	Gesamtpreis /m² NF	Gesamtpreis /m² WF
Ohne Mehrwertsteuer						
Neubaukosten Kgr 1 - 7 nach Elementen	2.209.083,33	414,81	1.458,72	1.755,33	2.310,27	0,00
Neubaukosten Kgr 1 - 7 mit sonstigen Kosten	3.657.183,33	686,73	2.414,94	2.905,99	3.824,71	0,00
Neubaukosten Kgr 3 und 4 mit sonstigen Kosten	2.200.151,76	413,14	1.452,82	1.748,23	2.300,93	0,00
Mit Mehrwertsteuer						
Neubaukosten Kgr 1 - 7 nach Elementen mit Mehrwertsteuer	2.650.900,00	497,77	1.750,46	2.106,40	2.772,33	0,00
Neubaukosten Kgr 1 - 7 mit sonstigen Kosten mit Mehrwertsteuer	4.388.620,00	824,08	2.897,93	3.487,18	4.589,65	0,00
Neubaukosten Kgr 3 und 4 mit sonstigen Kosten mit Mehrwertsteuer	2.640.182,11	495,76	1.743,38	2.097,88	2.761,12	0,00

Abb. 5.37: PM Kostenplanung: Auswertung der Herstellungskosten

Weiters ist eine Auswertung der gesamten Kosten nach Kostengruppen der DIN 276-1 vorhanden. Diese befindet sich im Untermenü „Übersicht“. Es werden alle Elemente der jeweiligen Gruppe zugeordnet. Auch die Sonstigen Kosten sind in die Auswertung mitaufgenommen. Die hier markierten Kostengruppen werden dann in Diagrammen dargestellt. Es stehen Kreis- (prozentual), Balken- und Stapeldiagramme zur Verfügung. Somit ist die Auswertung sehr flexibel gestaltet. In Abb. 5.38 ist als Beispiel die Auswertung der KG 300 – Bauwerk-Baukonstruktionen anhand eines Kreisdiagrammes zu sehen.

Neubaukosten (Netto) Prozentualer Anteil DIN 276

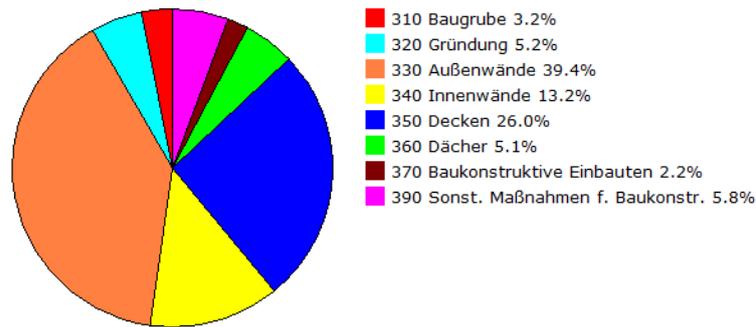


Abb. 5.38: PM Kostenplanung: Auswertung der KG 300

Als letztes kann eine Auswertung nach Gewerken erfolgen, die Elemente werden in deren Bestandteile und zwar in Positionen zerlegt. Diese werden den jeweiligen Gewerken nach dem Standardleistungsbuch zugeordnet. Auch hier ist eine Darstellung der einzelnen Kostensummen der Gewerke in einem Balkendiagramm möglich. Abb. 5.39 zeigt dieses Diagramm.

Kosten nach Gewerken (Netto)

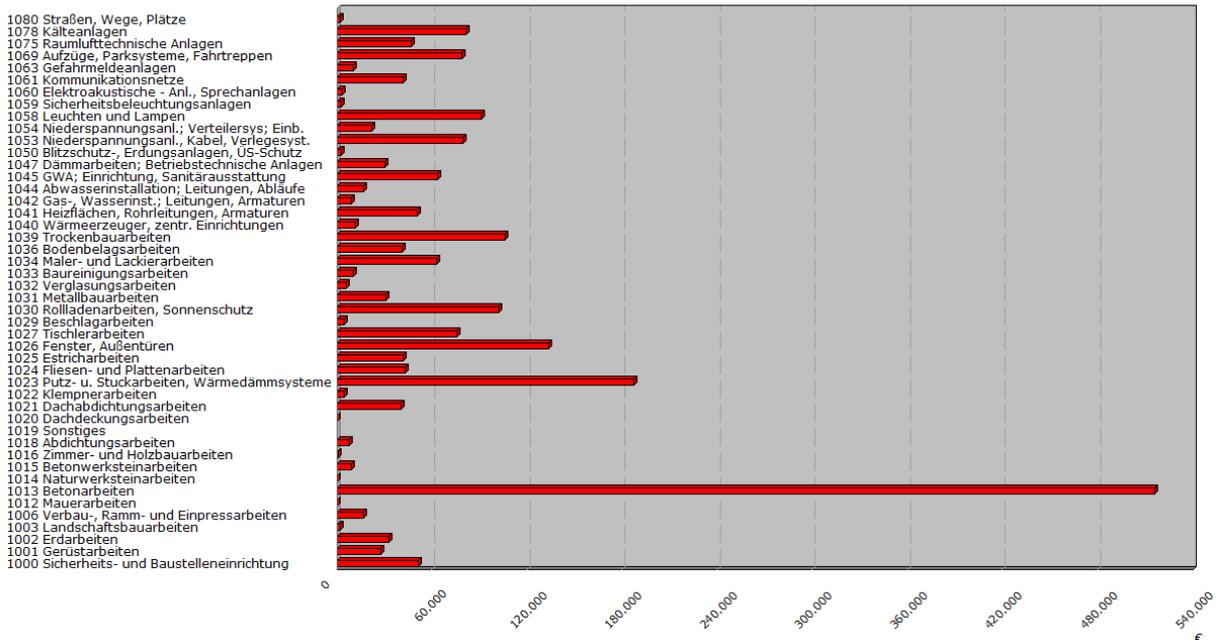


Abb. 5.39: PM Kostenplanung: Auswertung nach Gewerken

5.3.4 Programmmodul Wärme / Energie

Allgemeines

Die Elemente bzw. Positionen verfügen bereits über alle relevanten bauphysikalischen Daten, den Schichtenaufbau und die Schichtenstärken. Diese Daten werden u.a. für die Ermittlung des U-Wertes verwendet. Die technischen Anlagen hingegen sind mit den notwendigen Leistungsdaten verknüpft (z.B. Heizkessel verfügt über alle Informationen bezüglich seiner Leistung).

Die Elemente können daher für die Berechnung des Energiebedarfs eingesetzt werden. Diese erfolgt nach den Rechenregeln der Energieeinsparverordnung (EnEV). Die EnEV ist in Deutschland gültig. Sind die vorgegebene Werte nicht eingehalten, so können einzelne Elemente und Positionen einfach ausgetauscht werden. Die Vorgangsweise ist im Kapitel 5.2.1 beschrieben. Beim Wohnungsbau wird der Bedarf an elektrischen Strom und Warmwasser durch die EnEV festgelegt. Hingegen werden die Bedarfswerte beim Nichtwohnungsbau durch die Auswahl der Nutzungsart (z.B. Bürogebäude) automatisch festgelegt. Diese beruhen auf statistischen Werten. Durch diverse Marktrecherchen werden die Preise jährlich neu bestimmt.¹¹³

Programmmodul Wärme / Energie

In Abb. 5.40 ist die Menüstruktur mit dem HK Beschreibung, HK Berechnung und HK Bewertung zu erkennen.

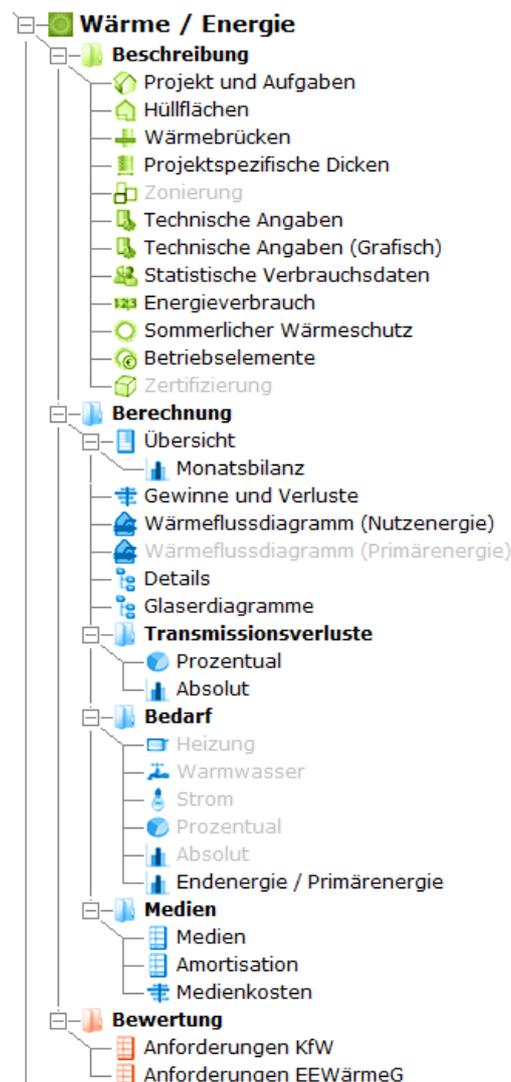


Abb. 5.40: PM Wärme / Energie: Menüstruktur

¹¹³ vgl. König: Datenquellen in sirAdos-LEGEP, 04-2011, S. 5-10.

HK Beschreibung

Da sich die Diplomarbeit nicht näher auf die Energiebedarfsermittlung von Gebäuden bezieht, werden hier nur einige wenige, aber bedeutende Untermenüs erläutert.

◆ **Projekt und Aufgaben:**

Hier sind die meisten Werte, die für eine Berechnung nach EnEV notwendig sind, bereits voreingestellt. Diese werden zum Großteil vom Programm selbst ermittelt.

◆ **Hüllflächen:**

Das Untermenü „Hüllflächen“ ist das wichtigste im PM-Wärme / Energie. Einer vorgegebenen Menüstruktur (Hüllflächentypen) sind die Elemente mittels Drag & Drop richtig zuzuordnen. Eine Beispielstruktur ist in Abb. 5.41 ersichtlich.



Abb. 5.41: PM Wärme / Energie: Hüllflächen - Menüstruktur

Jeder Hüllflächentyp (z.B. Außenwand Norden Bestand) kann nur ein Element aufnehmen. Nach der Zuweisung des Elements erfolgt die Ermittlung des U-Wertes. Ein wichtiger Punkt ist die Orientierung der Wand- und Fensterelemente. Dies ist für eine korrekte Ermittlung des Energiebedarfs Voraussetzung. Die Fensterelemente sind als transparentes Element den jeweiligen Wandelementen zuzuordnen. Die Elemente der technischen Anlagen werden automatisch den Haustechnik-Elementen zugeordnet. Weiters ist es möglich, das Gebäude nachträglich zu drehen. In Abb. 5.42 sind bereits die Elemente den Hüllflächentypen zugeordnet. Auch die transparenten Elemente (Fenster) sind bereits zugewiesen. Die Haustechnikelemente sind gelb hinterlegt.

Bezeichnung	Fläche m ²	U-Wert	Orientierung	Typ
Außenwände	1.289,180			
Außenwand Norden Bestand	143,000	0,32	0° (N)	Außenwand allgemein
AWK Stb, 25 cm, WDVS PS 100, A-Putz, Silikat, I-Putz, Silikat-Dispersion				
Transparentes Element	5,760	0,99		Fenster/Fenstertür
AW Eingangstür Fi, 2-flügelig, Vergl. Ug=0,9, Lasur, 2400x2400 mm				
Außenwand Norden Hof	93,000	0,32	0° (N)	Außenwand allgemein
AWK Stb, 25 cm, WDVS PS 100, A-Putz, Silikat, I-Putz, Silikat-Dispersion				
Transparentes Element	9,120	1,46		Fenster/Fenstertür
AWK Alu-Holz, Fenster, F-Türen, Rollläden Leichtmetall				
Außenwand Osten Bestand	141,000	0,32	90° (O)	Außenwand allgemein
AWK Stb, 25 cm, WDVS PS 100, A-Putz, Silikat, I-Putz, Silikat-Dispersion				
Außenwand Osten Hof	121,000	0,32	90° (O)	Außenwand allgemein
AWK Stb, 25 cm, WDVS PS 100, A-Putz, Silikat, I-Putz, Silikat-Dispersion				
Transparentes Element	40,800	1,46		Fenster/Fenstertür
Haustechnik-Elemente				
Luftdichtheitsprüfung m. Lecksuche				
Brennwertheizkessel, Gas, 22-65 kW, mit Rohranteil und 500 Liter Speicher				
Lüftungsinstallation, WC-Damen 8,00 m ² , 2 WC				
Lüftungsinstallation, Behinderten-WC 12,00 m ²				

Abb. 5.42: PM Wärme / Energie: Hüllflächen

◆ Technische Angaben:

In diesem Untermenü sind noch einige Einstellungen bezüglich Warmwasser, Heizung, Lüftung und Kühlung des Gebäudes zu treffen. Die Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes ist festzulegen. Falls Solar- bzw. Photovoltaikanlagen eingesetzt werden, sind hier die Angaben dafür zu tätigen. Um den Überblick nicht zu verlieren, werden die technischen Anlagen auch grafisch ausgewertet (siehe Abb. 5.43). Jeder Zahl (1-10) ist die Art einer technischen Anlage zugeordnet. Falls dazu ein passendes Projektelement vorhanden ist, wird dieses in einer Tabelle angezeigt.

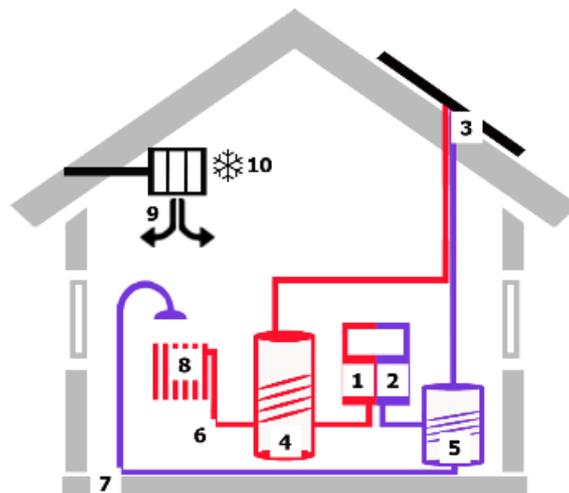


Abb. 5.43: PM Wärme / Energie: Technische Angaben (grafisch)

◆ Statistische Verbrauchsdaten:

Hier kann zwischen einem sparsamen und normalen Stromverbrauch des Gebäudes gewählt werden. Dieser beruht auf statistischen Verbrauchsdaten, abhängig vom Gebäudetyp.

◆ Betriebsselemente:

Unter Betriebsselemente sind die unterschiedlichen Energieträger zu verstehen. Für all diese können hier beliebige Kosten eingegeben werden. Diese Eingaben sind äußerst wichtig, denn die Werte besitzen einen hohen Einfluss auf die Betriebskosten. In Abb. 5.44 sind die unterschiedlichsten Betriebsselemente dargestellt.

Name	Einheit	Preis pro Einheit	Preis pro kWh
Be Strom (Maschinen/Beleuchtung)	kWh	0,18	0,18
Be Heizöl	l	0,80	0,08
Be Gas	m ³	0,40	0,04
Be Holz / Hackschnitzel	kg	0,10	0,02
Be Holzpellet/-brikett	kg	0,20	0,04
Be Fernwärme	kWh	0,09	0,09
Be Braunkohle	kg	0,60	0,07
Be Steinkohle	kg	0,70	0,09
Be Strom (Heizung)	kWh	0,18	0,18

Abb. 5.44: PM Wärme / Energie: Betriebsselemente

HK Berechnung

Folgende Energiekennwerte werden dargestellt:

- ◆ Jahresenergiebedarf
 - Endenergie
 - Primärenergie
 - Monatsbilanz (Diagramm)
 - Gewinne und Verluste (Diagramm)
- ◆ Wärmeflussdiagramm
- ◆ Glaserdiagramm für alle Konstruktionsaufbauten
- ◆ Transmissionsverluste über Diagramme (Kreis, Balken)

Die Transmissionsverluste können als Übersicht für alle Bauteile gesamt oder für einzelne Bauteile (z.B. Wand) nach Elementen dargestellt werden. In Abb. 5.45 ist eine die Übersicht zu sehen.

Transmissionswärmeverluste
der Bauteile



Abb. 5.45: PM Wärme / Energie: Transmissionsverluste – Übersicht

◆ Verbrauch und Kosten aller Medien (u.a. Wasser, Abwasser, Strom, Gas)

In diesem Untermenü erfolgt eine Auflistung des Medienverbrauchs und der Medienkosten. Die Ergebnisse werden ebenfalls in einem Balkendiagramm dargestellt. Diese Verbrauchswerte sind für die Lebenszykluskosten des Betriebs entscheidend. In Abb. 5.46 ist ein Ausschnitt aus der Medienauswertung (Jahreswerte) zu sehen.

Medienkosten			
	Einzelpreis	Menge	Gesamtpreis
Wasser	1,50	382 m ³	573,72
Abwasser (Schmutzwasser)	2,14	382 m ³	818,51
Abwasser (Niederschlag)	1,00	0 m ³	0,00
Strom (Netz)	0,18	32.657 kWh	5.878,19
Strom (Gutschrift)	0,00	0 kWh	
Warmwasser (Gas)	0,40	3.590 m ³	1.435,82
Heizung (Gas)	0,40	6.824 m ³	2.729,46
Summe (netto)			11.435,70

Abb. 5.46: PM Wärme / Energie: Medienauswertung

5.3.5 Programmmodul Bauteilvergleich

Im PM Bauteilvergleich ist es möglich, unabhängig vom Projekt, Elemente miteinander zu vergleichen. Es ist egal, ob es sich um Stammdaten-, Projekt- oder eigene Elemente handelt. Unter anderem können die Elemente hinsichtlich ihrer Lebenszykluskosten, U-Werte und ökologische Daten untereinander verglichen werden.

In Abb. 5.47 ist die Menüstruktur mit HK Beschreibung und HK Berechnung zu erkennen.

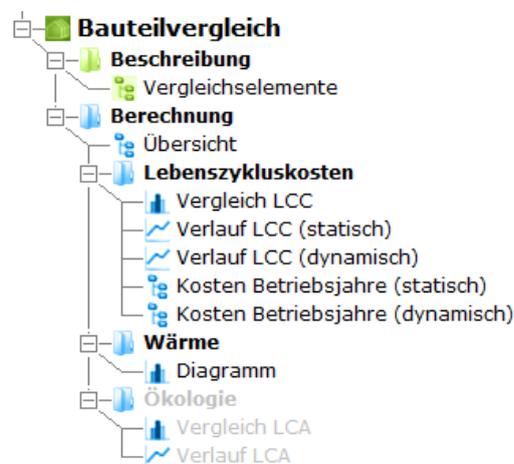


Abb. 5.47: PM Bauteilvergleich: Menüstruktur

HK Beschreibung

Im HK Beschreibung sind die zu vergleichenden Elemente mittels Drag & Drop-Funktion hinzuzufügen. Vergleichselemente können aktiv bzw. inaktiv geschaltet werden. Zusätzlich werden zu den Elementen alle Folgeelemente angezeigt. In Abb. 5.48 sind einige Vergleichselemente mit ihren Folgeelementen zu sehen.

Name	Nr	KGr	ME	Menge	Zyklus	Aktiv
AWK Stb, 20 cm, WDVS PS 100, Dispersion, I-Putz, Dispersion	133024322	330.2	m ²	1,000		<input checked="" type="checkbox"/>
AW-BKL, innen, Anstrich waschbest.,reinigen			/ Jahr		1,000	
AW Dispersion a.Putz, waschbest., innen, erneuern			/ Jahr		0,066	
AW C 20/25, glatte Schalung, d=20 cm, erneuern			/ Jahr		0,000	
AW WDVS, PS 100 mm, min.Oberputz,gesch.,Dispersion, WDVS erneuern			/ Jahr		0,028	
AW Beschichtung a.WDVS, min. Oberputz, Dispersion, erneuern			/ Jahr		0,066	
AW Kalkgipsputz innen, auf Beton,1-lagig, gerieben, erneuern			/ Jahr		0,016	
AWK HLZ, 24 cm, WDVS MW 100, Dispersion, I-Putz, NH-Dispersion	133014331	330.1	m ²	1,000		<input checked="" type="checkbox"/>
AW HLZ 20/1,8, MG IIa, d=24 cm, erneuern			/ Jahr		0,000	
AW WDVS, MW 100 mm, min. Oberputz, gerieben, Dispersion, erneuern			/ Jahr		0,022	
AW Beschichtung erneuern, auf WDVS, MW 100 mm, min. Oberputz, gerieben, Disp.			/ Jahr		0,066	
AW-BKL, innen, Anstrich waschbest.,reinigen			/ Jahr		1,000	
AW NH-Dispersion auf Putz, erneuern			/ Jahr		0,066	
AW Kalkgipsputz innen,1-lagig, gerieben, erneuern			/ Jahr		0,016	
Personenaufzug mit Treibscheibetriebwerk,630 kg,1,0 m/s,6 Halt	146112411	461.1	St	1,000		<input type="checkbox"/>
TRANS,Aufzugskabine,mittel, Unterhaltsreinigung			/ Jahr		250,000	
Aufzuganlage, Normalwartung			/ Jahr		4,000	
Aufzuganlage, Vollwartung			/ Jahr		1,000	
Personenaufzug mit Treibscheibetriebwerk,630 kg,1,0 m/s,6 Halt,erneuern			/ Jahr		0,033	
Personenaufzug mit Treibscheibetriebwerk,630 kg,1,0 m/s,6 Halt,rückbauen			St		0,033	

Abb. 5.48: PM Bauteilvergleich: Vergleichselemente

HK Berechnung

Im HK Berechnung sind in der Übersicht die aktiven Vergleichselemente zu sehen. Ausgewertet werden u. a. die Herstellungskosten, die Lebenszykluskosten pro Jahr und der U-Wert. Für diese Werte sind auch grafische Auswertungen vorhanden. Der Vergleich der Lebenszykluskosten mehrerer Elemente erfolgt in einem Liniendiagramm. Wird nur ein Element aktiv geschaltet, stehen auch weitere Diagramme zur Verfügung. In Abb. 5.49 ist ein Balkendiagramm für die Auswertung eines Aufzugselements zu sehen. Jeder Balken steht für den kumulierten Jahreswert der Lebenszykluskosten. Die Werte der einzelnen Balken sind getrennt nach verschiedenen Kostenbereichen aufgeschlüsselt, die Legende dafür befindet sich rechts neben dem Diagramm.

Weiters ist es möglich, die Kosten, aufgeschlüsselt nach Betriebsjahren, anzeigen zu lassen. Hier ist der Aufwand dargestellt, der für das Element in jedem einzelnen Betriebsjahr erforderlich ist. Der Vergleich der U-Werte erfolgt ebenfalls mittels Balkendiagramm.

Lebenszykluskosten kumuliert (Netto) Personenaufzug mit Treibscheibetriebwerk, 630 kg, 1,0 m/s, 6 Halt

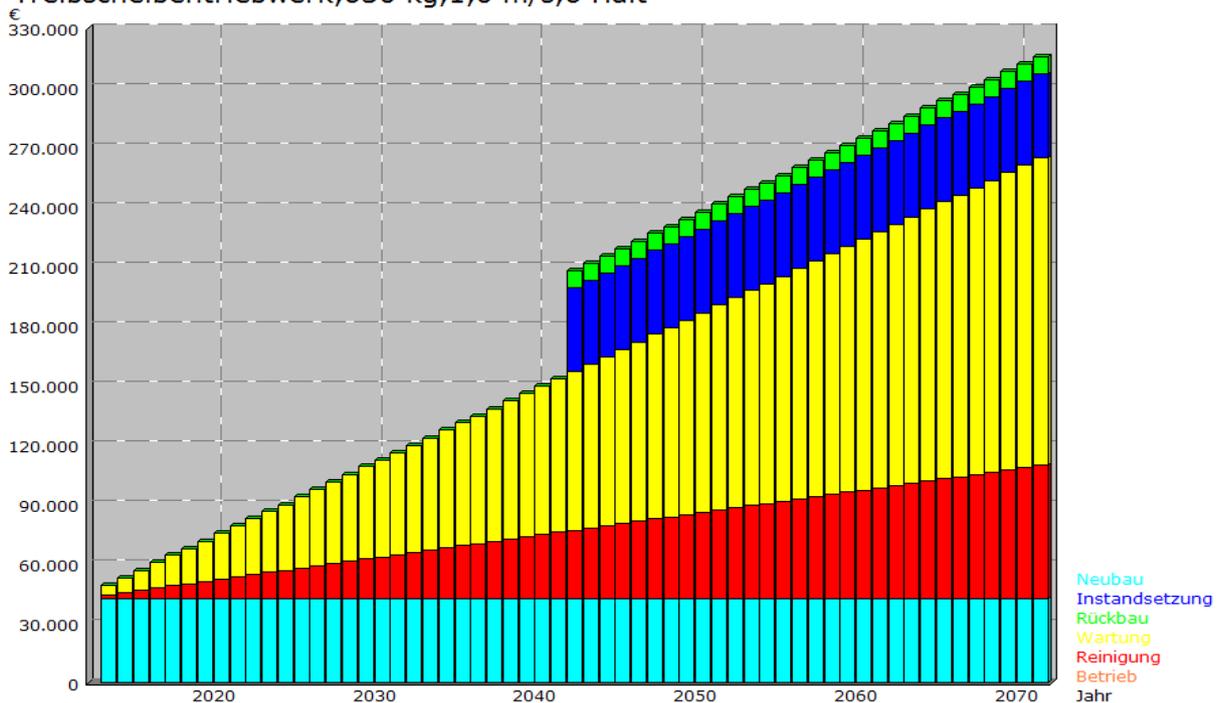


Abb. 5.49: PM Bauteilvergleich: kumulierte Lebenszykluskosten

5.4 Programmmodul Lebenszykluskosten

5.4.1 Allgemeines

Die Gliederung der Kosten, die in der Nutzungsphase entstehen, erfolgt nach DIN 18960. Von LEGEP werden die Kostengruppe 300 (Betriebskosten) und 400 (Instandsetzungskosten) erfasst. Für die Rückbauphase gibt es in der DIN 18960 keine eigene Kostengruppe, hier wurde eigens die neue KG 700 (Rückbau) geschaffen. In dieser KG werden die gesamten Kosten für Rückbaumaßnahmen und Entsorgungen zusammengefasst.

In LEGEP sind fünf Arten von Folgeelementen vorhanden:

- ◆ Reinigung
- ◆ Wartung
- ◆ Instandsetzung
- ◆ Rückbau
- ◆ Entsorgung

Die Kosten und Zyklen für die Reinigung werden in Zusammenarbeit mit spezialisierten Unternehmen ermittelt. Einen wesentlichen Einfluss auf die Folgekosten haben hier die verschiedenen Zyklen. Jedem Reinigungselement sind mehrere zugeordnet, wobei ein Standardzyklus aktiviert

ist. Beeinflusst wird der Zyklus durch die Nutzungsart des Gebäudes (Gebäudetyp). Es gilt folgendes Prinzip: z.B. Schulen sind öfters zu reinigen als Bürogebäude.

Die Kosten und Zyklen für Wartung (technischer Anlagen) werden mittels Herstellerangaben oder durch Berücksichtigung von Normen und Richtlinien ermittelt. Zusätzliche Informationen kommen vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik (AMEV, Amt für Bundesbau beim Finanzministerium Schleswig-Holstein).

Die Instandsetzungskosten ergeben sich aus den Kosten für die Herstellung und den Kosten bezüglich eines zusätzlichen Aufwands für diese Maßnahmen, darunter fallen u.a. die selektiven Rückbaukosten. Die Zyklen für die Instandsetzung von Baukonstruktionen beziehen sich auf die Angaben des „Leitfaden für nachhaltiges Bauen“, der vom deutschen BMVBS herausgegeben wird. Die Instandsetzungszyklen für technische Anlagen stammen aus der Richtlinie „VDI 2067 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“, die von der Vereinigung deutscher Ingenieure (VDI) veröffentlicht wird.

Beim Rückbau wird zwischen dem selektiven Rückbau, der bei der Instandsetzung anfällt, und dem Rückbau (End-of-Life-Phase), der am Ende der Nutzungsdauer des Gebäudes anfällt, unterschieden. **Die End-of-Life-Phase wird in der Studien-/Vorführversion nicht berücksichtigt, da dieser Bereich für diese Lizenz gesperrt ist.**¹¹⁴

5.4.2 Menüstruktur

In Abb. 5.50 ist die Menüstruktur mit HK Beschreibung, HK Berechnung und HK Bewertung zu erkennen. Das HK Berechnung gliedert sich in eine statische und dynamische Berechnung. Das HK Bewertung wird nicht genauer beschrieben.

¹¹⁴ vgl. König: Datenquellen in sirAdos-LEGEP, 04-2011, S. 10-15.

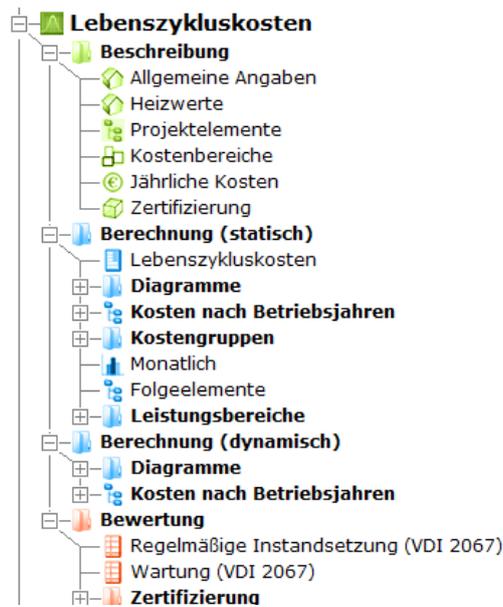


Abb. 5.50: PM Lebenszykluskosten: Menüstruktur

5.4.3 HK Beschreibung

Allgemeine Angaben

Unter allgemeine Angaben fallen Grunddaten zur Nutzungsdauer, allgemeine Preissteigerungen und Preissteigerungen für Nutzung und Rückbau. Unter dem Punkt „Grunddaten“ können zwei Eingaben getroffen werden. Es ist der Betrachtungszeitraum und die Reinigungsintensität des Gebäudes zu bestimmen. Beide Werte sind durch die Wahl des Gebäudetyps voreingestellt, sie können jedoch auch verändert werden. Diese Eingaben haben essentielle Auswirkungen auf die Nutzungskosten. Bei der Reinigungsintensität kann zwischen vier Szenarien gewählt werden:

- ◆ geringe Verschmutzung
- ◆ normale Verschmutzung
- ◆ starke Verschmutzung
- ◆ manuelle Festlegung

Beim Beispielprojekt liegt die Schwankungsbreite der Reinigungskosten (geringe bis starke Verschmutzung), abweichend von der normalen Verschmutzung, bei ungefähr $\pm 50\%$.

Bei den finanziellen Rahmenbedingungen der Barwertberechnung können Preissteigerungen für die Bau- und Energiepreise und der Zinssatz für die Spareinlagen eingegeben werden. Der Realzinssatz für den Barwert ermittelt sich dann von selbst. Weiters können Preissteigerungen für die Ver- und Entsorgung (Wasser, Abwasser), Reinigung, Wartung, Instandsetzung, Rückbau und Entsorgung berücksichtigt werden. In Abb. 5.51 ist die Eingabemaske des Untermenüs „Allgemeine Angaben“ zu sehen.

Speichern ?

Grunddaten

Baujahr

Betrachtungszeitraum Jahre

Endzeitpunkt

Restnutzungsdauer Jahre

Reinigungsintensität

Finanzielle Rahmenbedingungen der Barwertberechnung

Preissteigerung Baupreise % pro Jahr Preissteigerung Energie % pro Jahr Energiepreissteigerung je Energieträger

Zinssatz für Spareinlagen % pro Jahr Realzinssatz Barwert % pro Jahr

Preissteigerung für Nutzung und Rückbau/Entsorgung

Nutzung

Ver-/Entsorgung (ohne Energie) % pro Jahr Reinigung % pro Jahr

Wartung % pro Jahr Instandsetzung % pro Jahr

End of Life

Rückbau % pro Jahr Entsorgung % pro Jahr

Abb. 5.51: PM Lebenszykluskosten: Allgemeine Angaben

Heizwerte

In diesem Untermenü erfolgt die Umrechnung des Heizwertes der Energieträger auf den Brennwert. Dies ist notwendig, da das Energiebilanzierungsverfahren nach DIN V 18599 brennwertbezogen erfolgt. Die Brennwerte sind immer höher als die Heizwerte. Das hat folgenden Grund: beim Brennwert wird die Energie, die durch die Kondensation des Wasserdampfes entsteht, mitberücksichtigt.

Projektelemente

Im Untermenü „Projektelemente“ sind alle Elemente mit ihren Folgeelementen dargestellt. Hier sind die Lebenszykluskosten nach ihrer Phasenzugehörigkeit aufgeschlüsselt. Angefangen von den Herstellungskosten bis hin zu den Entsorgungskosten. In Abb. 5.53 und Abb. 5.54 sind die wichtigsten Spalten des Untermenüs, betreffend des Ordners „Baukonstruktionen“, zu sehen. Aus Übersichtsgründen werden die Spalten in zwei Abbildungen unterteilt. Die Ergebnisleiste ist hier ebenfalls gelb hinterlegt. Alle Ergebniswerte werden ohne Preissteigerungen ermittelt. Folgend werden die Spalten in der Abb. 5.53 erläutert:

- ◆ **Zyklus:** Anzahl der in einem Jahr durchzuführenden Folgetätigkeiten
Bei einem Doppelklick auf den Zykluswert erscheint ein Fenster mit zusätzlichen Informationen zum Folgeelement. Angezeigt werden der Zyklus, die Zyklusdauer und ein Faktor. Dieser Faktor gibt den Anteil des Folgeelements an der Menge des Projektelements an. In der folgenden Abb. 5.52 ist diese Aufstellung zu sehen.

Zyklus DEB,PVC,nVers.,Unterhaltsreinigung		
Zyklus	<input type="text" value="125,000"/>	/ Jahr
Zyklusdauer	<input type="text" value="0,008"/>	Jahre
Faktor	<input type="text" value="0,800"/>	

Abb. 5.52: PM Lebenszykluskosten: Zyklusmenü

- ◆ **Menge:** Menge des Projektelements
- ◆ **Einzelpreis:** Preis des Projekt- bzw. Folgeelements pro Einheit
- ◆ **Einheit:** Einheit des Projekt- bzw. Folgeelements
- ◆ **Gesamtpreis:** Preise für die Herstellung des Gebäudes – nicht erfasst sind die „Sonstigen Kosten“ (siehe PM Kostenplanung)
- ◆ **Vollständige Zyklen:** Zyklen, die bis zum Ende der Nutzungsdauer des Gebäudes anfallen

Folgend werden die Spalten in der Abb. 5.54 erläutert:

- ◆ **Reinigung:** Kosten, die pro Jahr für die Reinigungselemente entstehen
- ◆ **Wartung:** Kosten, die pro Jahr für die Wartungselemente entstehen
- ◆ **Instandsetzung:** Kosten, die pro Jahr für die Instandsetzungselemente entstehen
- ◆ **Rückbau (Austausch):** Kosten, die pro Jahr für den Rückbau (Rückbauelemente) von Instandsetzungselementen entstehen

Die Ermittlung der Werte der vorher erläuterten Spalten erfolgt mit folgender Formel:

$$\text{Spaltenwert} = \frac{\text{Vollständige Zyklen} \times \text{Einzelpreis} \times \text{Menge} \times \text{Faktor}}{\text{Betrachtungszeitraum}}$$

- ◆ **Lebenszykluskosten:** Summierung der Spaltenwerte: Reinigung, Wartung, Instandsetzung, Rückbau (Austausch), Betrieb (siehe unten).

Die Spalte **Rückbau (Abriss)**, in der die Kosten für den Gebäudeabbruch und die Entsorgung zu sehen sind, kann in der **Studien-/Vorführ Version nicht angezeigt** werden. Diese Kosten werden daher auch nicht berücksichtigt.

Name	Zyklus	Menge	Einzelpreis	Einheit	Gesamtpreis	Vollständige Zyklen
Gebäude					2.209.083,33	
Baukonstruktion					1.565.509,33	
Erdarbeiten					49.654,32	
Gründung					81.014,40	
Keller					168.719,52	
Treppe					27.846,44	
Aussenwand					565.484,60	
Innenwand					180.676,21	
Decke					273.749,70	
Decken über EG bis über 2.OG					203.354,74	
DEK Beton C 20/25, rau, schw.Estrich, TSD, 70 mm, Linolium, Putz, Dispersion		1.010,000	173,51 m²		175.241,26	
In DE Dispersion auf Putz, waschbeständig, erneuern	0,066		6,54 / Jahr			3,000
In DE Kalkgipsputz, 1-lagig, glatt, erneuern	0,016		13,77 / Jahr			
Re DEB,PVC,nVers.,Unterhaltsreinigung	125,000		0,05 / Jahr			7.375,000
Re DEB,PVC,nVers.,Zwischenreinigung	12,000		0,08 / Jahr			708,000
Re DEB,PVC,nVers.,Grundreinigung	2,000		1,15 / Jahr			118,000
Re DEB,PVC,nVers.,konservieren	12,000		0,03 / Jahr			708,000
In DE Laminatbelag 8,2 mm, Sockel Ramin 14/48 mm, erneuern	0,100		47,18 / Jahr			5,000
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,Unterhaltsreinigung	250,000		0,03 / Jahr			14.750,000
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,Zwischenreinigung	52,000		0,08 / Jahr			3.068,000
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,Grundreinigung	4,000		1,15 / Jahr			236,000
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,konservieren	12,000		0,03 / Jahr			708,000
DEK Beton C 20/25, rau, schw.Estrich, TSD, 70 mm, Fliesen, Putz, Dispersion		156,000	180,19 m²		28.109,31	
In DE Dispersion auf Putz, waschbeständig, erneuern	0,066		6,54 / Jahr			3,000
In DE Kalkgipsputz, 1-lagig, glatt, erneuern	0,016		13,77 / Jahr			
Re DEB,Keramik,glasiert,nVers.,Unterhaltsreinigung	125,000		0,06 / Jahr			7.375,000
In DE Fugen elastisch,erneuern, Bodenfliesen	0,050		13,14 / Jahr			2,000
Re DEB,Keramik,glasiert,nVers.,Grundreinigung	2,000		1,15 / Jahr			118,000
Wa DE Wartung, Fugen elastisch von Bodenbelägen	0,250		3,50 / Jahr			14,000
Summe Projekt (Netto)					2.209.083,33	
Umsatzsteuer 20%					441.816,67	
Summe Projekt (Brutto)					2.650.900,00	
Summe Netto (über Betrachtungszeitraum 59 Jahre)					2.209.083,33	

Abb. 5.53: PM Lebenszykluskosten: Projektelemente – Teil 1

Name	Reinigung	Wartung	Instandsetzung	Rückbau (Austausch)	Lebenszykluskosten
Gebäude	36.136,62	15.793,30	38.620,74	15.428,34	105.979,00
Baukonstruktion	27.760,82	4.719,05	25.404,41	1.155,62	59.039,90
Erdarbeiten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gründung	749,68	0,00	285,51	173,29	1.208,48
Keller	2.051,05	52,15	551,81	48,86	2.703,87
Treppe	769,28	1,00	19,77	0,00	790,05
Aussenwand	989,01	4.129,84	15.404,93	328,07	20.851,85
Innenwand	572,51	308,29	3.419,21	132,69	4.432,70
Decke	22.626,96	31,09	5.049,35	459,32	28.166,72
Decken über EG bis über 2.OG	22.626,96	31,09	3.640,88	0,00	26.298,93
DEK Beton C 20/25, rau, schw.Estrich, TSD, 70 mm, Linolium, Putz, Dispersion	21.403,92		3.499,32		24.903,24
In DE Dispersion auf Putz, waschbeständig, erneuern			268,69		
In DE Kalkgipsputz, 1-lagig, glatt, erneuern			0,00		
Re DEB,PVC,nVers.,Unterhaltsreinigung	5.050,00				
Re DEB,PVC,nVers.,Zwischenreinigung	775,68				
Re DEB,PVC,nVers.,Grundreinigung	1.858,40				
Re DEB,PVC,nVers.,konservieren	290,88				
In DE Laminatbelag 8,2 mm, Sockel Ramin 14/48 mm, erneuern			3.230,63		
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,Unterhaltsreinigung	6.060,00				
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,Zwischenreinigung	3.361,28				
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,Grundreinigung	3.716,80				
Re DEB,PVC,Großflächenreinigung,konservieren	290,88				
DEK Beton C 20/25, rau, schw.Estrich, TSD, 70 mm, Fliesen, Putz, Dispersion	1.223,04	31,09	141,56		1.395,69
In DE Dispersion auf Putz, waschbeständig, erneuern			41,50		
In DE Kalkgipsputz, 1-lagig, glatt, erneuern			0,00		
Re DEB,Keramik,glasiert,nVers.,Unterhaltsreinigung	936,00				
In DE Fugen elastisch,erneuern, Bodenfliesen			100,06		
Re DEB,Keramik,glasiert,nVers.,Grundreinigung	287,04				
Wa DE Wartung, Fugen elastisch von Bodenbelägen		31,09			
Summe Projekt (Netto)	36.136,62	15.793,30	38.620,74	15.428,34	117.414,71
Umsatzsteuer 20%	7.227,32	3.158,66	7.724,15	3.085,67	23.482,94
Summe Projekt (Brutto)	43.363,94	18.951,96	46.344,89	18.514,01	140.897,65
Summe Netto (über Betrachtungszeitraum 59 Jahre)	2.132.060,58	931.804,70	2.278.623,66	910.272,06	6.927.467,89

Abb. 5.54: PM Lebenszykluskosten: Projektelemente – Teil 2

Die Ermittlung der Betriebskosten erfolgt über Betriebsmittel. Die hierfür benötigten Elemente (u.a. Strom, Gas, Wasser) werden automatisch vom Programm generiert. Die Werte (Bedarfsmengen) sind u.a. abhängig von den gewählten technischen Anlagen, den Energiekennwerten, die im PM Wärme / Energie ermittelt wurden, und vom gewählten Gebäudetyp.

Diese Spalten sind in Abb. 5.55 zu sehen:

- ◆ Zyklus: Bedarfsmenge des Betriebsmittel
- ◆ Einzelpreis: Preis pro Einheit
- ◆ Einheit: Einheit des Betriebsmittel
- ◆ Betrieb: Kosten, die pro Jahr für den Betrieb entstehen (Zyklus x Einzelpreis)
- ◆ Lebenszykluskosten: siehe oben

Name	Zyklus	Einzelpreis	Einheit	Betrieb	Lebenszykluskosten
Gebäude				0,00	105.979,00
Betriebsmittel (Folgeelemente mit Zyklus 0,0 sind ausgeblendet!)				11.435,71	11.435,71
Be Betrieb elektrischer Strom, Beleuchtung, öffentliches Netz	22.058,602	0,18 kWh / Jahr		3.970,55	
Be Betrieb elektrischer Strom, Geräte, öffentliches Netz	9.816,204	0,18 kWh / Jahr		1.766,92	
Be Betrieb elektrischer Strom, Hilfsenergie Heizung, öffentliches Netz	781,815	0,18 kWh / Jahr		140,73	
Be Grundpreis Strom	1,000	0,00 St / Jahr		0,00	
Be Betrieb konventionelle Wärmeerzeugung, Erdgas	6.823,643	0,40 m³ / Jahr		2.729,46	
Be Betrieb Warmwasser, Erdgas	3.589,540	0,40 m³ / Jahr		1.435,82	
Be Grundpreis Gas	1,000	0,00 St / Jahr		0,00	
Be Betrieb Frischwasser	382,480	1,50 m³ / Jahr		573,72	
Be Betrieb Abwasser, öffentlicher Kanal (Schmutzwasser)	382,480	2,14 m³ / Jahr		818,51	
Be Grundpreis Wasser	1,000	0,00 St / Jahr		0,00	
Summe Projekt (Netto)				11.435,71	117.414,71
Umsatzsteuer 20%				2.287,14	23.482,94
Summe Projekt (Brutto)				13.722,85	140.897,65
Summe Netto (über Betrachtungszeitraum 59 Jahre)				674.706,89	6.927.467,89

Abb. 5.55: PM Lebenszykluskosten: Projektelemente – Teil 3

Kostenbereiche

In diesem Untermenü ist es möglich, das Gebäude in verschiedene Bereiche bzw. Zonen einzuteilen. Die Projektelemente sind den verschiedenen Bereichen zuzuteilen.

Jährliche Kosten

Das Untermenü „Jährliche Kosten“ hat zwei Hauptfunktionen. Einerseits werden die jährlichen Kosten nach den unterschiedlichen Betriebsmittel (u.a. Wasser, Abwasser, Gas, Strom) und Folgetypen (u.a. Reinigung, Wartung, Reparatur, Instandsetzung) aufgeschlüsselt. Andererseits können weitere Folgekosten, die nicht durch Elemente abgedeckt sind, aufgenommen werden. Neue jährliche Kosten sind einfach anzulegen und der passenden Kostengruppe nach DIN 18960 zuzuordnen. Die Kostengruppe (Kostengruppen nach DIN 18960 sind im Programm hinterlegt) wird mittels Drop-Down-Menü zugeordnet. Eine Auswertung des Betrags bezogen auf die Brutto-Grundfläche und die Nutzfläche erfolgt ebenfalls. In Abb. 5.56 sind die jährlichen Kosten dargestellt.

Kostengruppen DIN 276	Name	Betrag	Betrag /m ² BGF	Betrag /m ² NF
000	<input type="radio"/> Tilgung	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Zinsen	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Wasser	573,72	0,38	0,60
000	<input type="radio"/> Heizöl	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Gas	4.165,28	2,75	4,36
000	<input type="radio"/> Braunkohle	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Steinkohle	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Holz/Hackschnitzel	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Holzpellets/-briketts	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Fernwärme	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Strom	5.878,20	3,88	6,15
000	<input type="radio"/> Vergütung für Einspeisung Solar-Strom	0,00	0,00	0,00
000	<input type="radio"/> Abwasser	818,51	0,54	0,86
000	<input type="radio"/> Reinigung	36.136,62	23,86	37,79
000	<input type="radio"/> Wartung	15.793,30	10,43	16,52
000	<input type="radio"/> Reparatur	4.969,82	3,28	5,20
000	<input type="radio"/> Instandsetzung	64.185,38	42,38	67,13

Abb. 5.56: PM Lebenszykluskosten: Jährliche Kosten

5.4.4 HK Berechnung

Berechnung (statisch)

Im HK Berechnung (statisch) werden keine Preissteigerungen bzw. wird keine Verzinsung berücksichtigt. Somit wird die Ermittlung des Barwerts nicht beachtet und der jetzige Preisstand über die gesamte Nutzungsdauer eingefroren.

Ähnlich wie beim PM Kostenplanung ist unter dem ersten Punkt im HK Berechnung (statisch) des PM Lebenszykluskosten eine tabellarische Auswertung zu finden. Hier erfolgt die Ergebnisdarstellung der Lebenszykluskosten. Auf der horizontalen Achse befinden sich die Herstellungskosten (KG 300, 400) und die Flächen- bzw. Kubaturwerte des Gebäudes. Die vertikale Achse gliedert die jährlichen Kosten der Folgetypen entsprechend der Kostengruppenstruktur nach DIN 18960. Die Auswertung erfolgt ohne und mit Mehrwertsteuer. In Abb. 5.57 ist die Ergebnisdarstellung ohne Mehrwertsteuer zu sehen.

Lebenszykluskosten		Herstellungskosten KG 3 und 4	BRI	BGF	NGF	NF	WF
Betrachtungszeitraum / Restnutzungsdauer	59 Jahre	2.200.151,76	5.325,5	1.514,4	1.258,5	956,2	0,0
	Gesamtpreis	% der Herstellungs- kosten	Gesamtpreis /m ³ BRI	Gesamtpreis /m ² BGF	Gesamtpreis /m ² NGF	Gesamtpreis /m ² NF	Gesamtpreis /m ² WF
Ohne Mehrwertsteuer pro Jahr							
Reinigung (KGR 330-340) / a	36.136,62	1,64	6,79	23,86	28,71	37,79	0,00
Wartung (KGR 350) / a	15.793,30	0,72	2,97	10,43	12,55	16,52	0,00
Instandsetzung (KGR 400) / a	38.620,74	1,76	7,25	25,50	30,69	40,39	0,00
Betrieb (KGR 310-320) / a	11.435,71	0,52	2,15	7,55	9,09	11,96	0,00
Rückbau (Austausch) (KGR 700) / a	15.428,34	0,70	2,90	10,19	12,26	16,14	0,00
Sonstiges (KGR 200/370-390) / a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Folgekosten gesamt / a	117.414,71	5,34	22,05	77,53	93,30	122,79	0,00

Abb. 5.57: PM Lebenszykluskosten: tabellarische Auswertung (statisch)

Die Ergebnisdarstellung der Lebenszykluskosten erfolgt einerseits mittels **Diagrammen** und andererseits tabellarisch nach **Betriebsjahren, Kostengruppen und Leistungsbereichen**.

Zur Darstellung des Ergebnisses steht eine Vielzahl an **Diagrammen** zur Verfügung. Die Auswahl erstreckt sich von Kreisdiagrammen (prozentual), über Balken- und Stapeldiagrammen (monatlich, jährlich) bis hin zu Diagrammen, welche eine jährlichen Entwicklung der Kosten anzeigen. Bei letzteren lassen sich viele Einstellungen treffen. Hier können alle Folgetypen (u.a. Betrieb, Wartung, Instandsetzung) beliebig ein- und ausgeblendet werden. Ebenfalls ist ein Wechsel zwischen Jahreswerten und kumulierten Werten möglich. Auf der rechten Seite jedes Diagramms befindet sich eine Legende mit den einzelnen Folgetypen. In Abb. 5.58 ist ein Diagramm mit jährlichen Kosten, ohne die Herstellungskosten, über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes zu sehen.

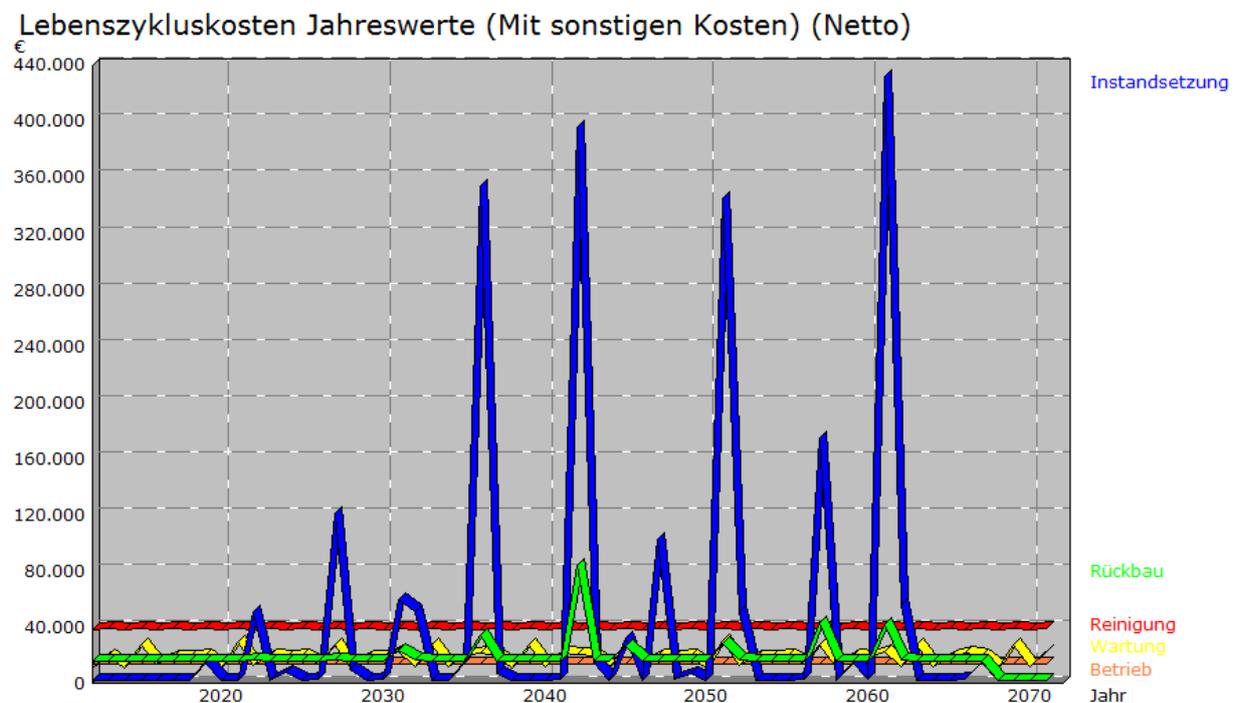


Abb. 5.58: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – jährliche Kosten (statisch)

In Abb. 5.59 ist ein Diagramm mit kumulierten jährlichen Kosten über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes zu sehen.

Bei der Auswertung nach **Betriebsjahren** werden die Folgeelemente nach ihrem Auftreten dem jeweils passendem Jahr zugeteilt. Hier wird zwischen jährlichem, zweijährlichem, dreijährlichem, vierjährlichem und mehrjährlichem Auftreten der Folgeelemente unterschieden. Bei der mehrjährlichen Auswertung findet sich für jedes Jahr eine summierte Zusammenstellung der Folgeelemente (z.B. Summe jährlicher Betrieb, Summe jährliche Reinigung). Dies ist in Abb. 5.60 einfach zu erkennen. Die Zeile mit der Gesamtsumme ist gelb hinterlegt.

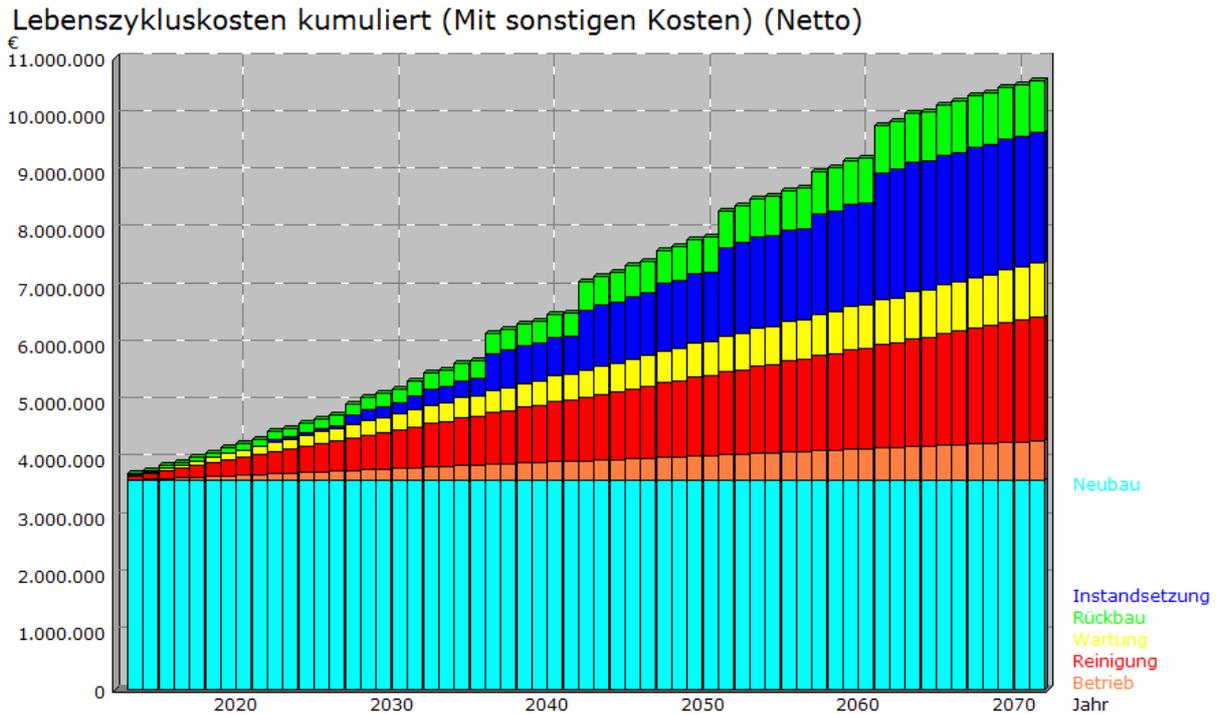


Abb. 5.59: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – kumulierte jährliche Kosten (statisch)

Name	Menge	Einheit	Betrieb	Reinigung	Wartung	Instandsetzung	Rückbau	Summe
<input type="checkbox"/> Betriebsjahr 2013								
<input type="checkbox"/> Betriebsjahr 2014								
<input type="checkbox"/> Betriebsjahr 2015								
<input type="checkbox"/> Betriebsjahr 2016								
<input type="checkbox"/> Betriebsjahr 2017								
<input type="checkbox"/> Betriebsjahr 2018								
<input type="checkbox"/> Betriebsjahr 2019								
<input type="checkbox"/> AW Dispersion a.Putz, scheuerbest., erneuern	195,000	m ²				1.049,10		
<input type="checkbox"/> IW Dispersion a.Putz, scheuerbest., erneuern	1.040,000	m ²				5.595,20		
<input type="checkbox"/> IW Dispersion a.Putz, scheuerbest., erneuern	1.040,000	m ²				5.595,20		
<input type="checkbox"/> Leuchtmittel austauschen, Kompaktleuchtstofflampe, 13 W	40,000	St			400,00			
<input type="checkbox"/> Summe jährlicher Betrieb	1,000		11.434,16					
<input type="checkbox"/> Summe jährliche Reinigung	1,000			35.652,33				
<input type="checkbox"/> Summe zweijährliche Reinigung	1,000			614,80				
<input type="checkbox"/> Summe vierjährliche Reinigung	1,000			763,71				
<input type="checkbox"/> Summe jährliche Wartung	1,000				8.393,68			
<input type="checkbox"/> Summe zweijährliche Wartung	1,000				8.160,17			
<input type="checkbox"/> Summe vierjährliche Wartung	1,000				331,80			
Summe Betriebsjahr 2019			11.434,16	37.030,84	17.285,65	12.239,50	13.166,40	91.156,55
Gesamtsumme			674.704,82	2.133.464,88	943.020,82	2.278.621,11	899.956,21	6.929.767,84

Abb. 5.60: PM Lebenszykluskosten: Auswertung – Betriebsjahre (statisch)

Bei der Auswertung nach **Kostengruppen** kann zwischen der DIN 276-1 und der DIN 18960 unterschieden werden. Die Elemente bzw. Folgeelemente werden den jeweils passenden Kostengruppen zugeordnet. Das betrifft bei der DIN 276-1 die KG 100 bis KG 700 und bei der DIN 18960 die KG 300, KG 400 und KG 700 (diese KG wurde in LEGEP neu hinzugefügt). Um die Auswertung grafisch zu unterstützen, stehen auch hier einige Balken- und Stapeldiagramme zur Verfügung.

Als letztes kann eine Auswertung nach **Leistungsbereichen** erfolgen. Alle Positionen der Folgeelemente werden den passenden Gewerken zugeordnet. Zur Auswertung steht ein Balkendiagramm zur Verfügung.

Berechnung (dynamisch)

Im HK Berechnung (dynamisch) werden Preissteigerungen bzw. die Verzinsung berücksichtigt. Bei den Auswertungen kann meist unterschieden werden, ob nur die Preissteigerungen berücksichtigt werden sollen oder ob die Barwertmethode (Preissteigerungen und Verzinsung) zur Anwendung kommen soll. Bei dieser Methode werden alle Zahlungen auf den Anfangszeitpunkt der Investition abgezinst und somit der Barwert ermittelt. Der Barwert einer Zahlung ist umso geringer, je weiter die Zahlung in der Zukunft liegt. Für genauere Informationen siehe dazu Kapitel 4.2.4.

Die Ergebnisdarstellung der Lebenszykluskosten erfolgt einerseits mittels **Diagrammen** und andererseits getrennt nach **Betriebsjahren**. Ähnlich wie bei der statischen Berechnung stehen auch hier Kreis-, Balken- und Stapeldiagramme bzw. Diagramme für den jährlichen Kostenverlauf zur Verfügung. All diese Grafiken haben denselben Aufbau wie bei der statischen Berechnung. Bei letzteren kann zusätzlich der Barwert aktiviert werden. Neben einer Übersicht der gewählten Preissteigerungen und Verzinsung steht für die Energiepreissteigerung ein Schieberegler zur Verfügung. Dieser Regler hat eine Variationsbreite von 0 bis 10%. In Abb. 5.61 sind die Auswirkungen der verschiedenen Preissteigerungen auf den Kostenverlauf der Folgetypen gut zu sehen. Vergleiche dazu mit Abb. 5.58.

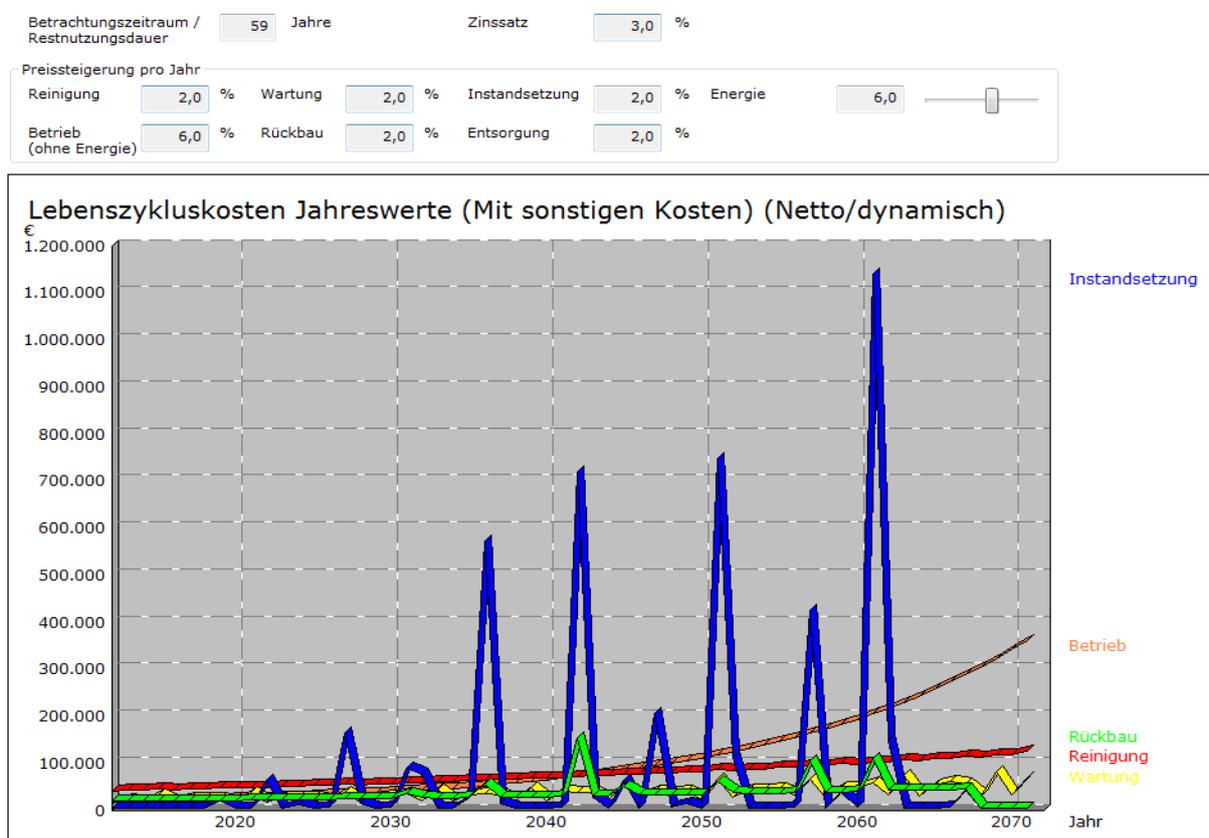


Abb. 5.61: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – jährliche Kosten (dynamisch)

In Abb. 5.62 ist eine Gegenüberstellung der Folgekosten (Preissteigerungen) mit dem Barwert dargestellt.

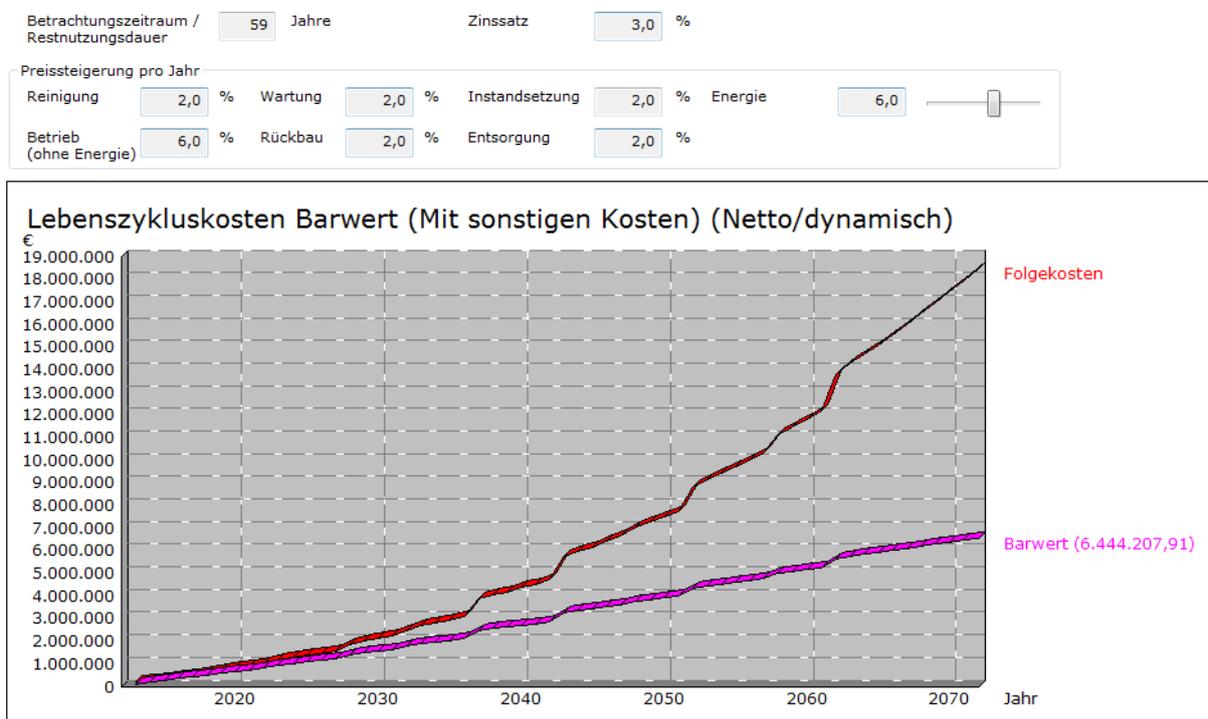


Abb. 5.62: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – Folgekosten und Barwert

Auch die Auswertung nach Betriebsjahren erfolgt nach dem Schema der statischen Berechnung. Einziger Unterschied ist, dass alle Spalten bezüglich Folgetypen (u.a. Betrieb, Reinigung, Wartung) doppelt vorhanden sind – einmal mit Preissteigerungen ohne Verzinsung und einmal als Barwert (Berücksichtigung von Preissteigerungen und Verzinsung).

5.5 Anwendung am Beispiel eines Bürogebäudes

Die Ausgangsdaten des Beispiels sind im Kapitel 3 dieser Diplomarbeit zu finden. Da das Projekt in Wien situiert ist, jedoch das Programm auf Deutschland beschränkt ist, sind für einige Berechnungen andere Ortsangaben zu wählen. Die Wahl fällt auf München, da hier ähnliche klimatische Bedingungen vorherrschen und die Einwohnerzahl vergleichbar ist. Der Betrachtungszeitraum bzw. die Nutzungsdauer des Gebäudes ist mit 59 Jahren (2012 – 2071) Jahren festgelegt. Um das gesamte Gebäude komplett zu erfassen, ist die folgende Anzahl an Elementen einzugeben:

- ◆ 149 Stammdatenelemente, davon 34 veränderte Elemente
 - 93 Grobelemente
 - 56 Feinelemente
- ◆ 7 Sonstige Elemente im PM-Kostenplanung als sonstige Kosten

Die Auswertung der Herstellungskosten (DIN 276-1) und der Folgekosten (Folgetypen nach DIN 18960) nach LEGEP sind in Tab. 5.5 zu sehen. Die grün hinterlegten KG betreffen die Herstellungskosten und die blau hinterlegten KG die Folgekosten. Die Gesamtkosten der Herstellung ergeben sich aus der Summierung der grün hinterlegten KG. Eine Summierung der blau hinterlegten KG ergibt die Folgekosten. Die Lebenszykluskosten ergeben sich aus der Addition von Herstellungs- und Folgekosten.

Tab. 5.5: Ergebnis Herstellungs- und Folgekosten nach LEGEP

KG	Bezeichnung	Wert ohne Preissteigerung [€]	Wert mit Preissteigerung [€]	Barwert [€]
100	Grundstück	278.100,00	278.100,00	278.100,00
200	Herrichten und Erschließen	30.000,00	30.000,00	30.000,00
300	Bauwerk-Baukonstruktionen	1.561.512,62	1.561.512,62	1.561.512,62
400	Bauwerk-Technische Anlagen	638.629,37	638.629,37	638.629,37
500	Außenanlagen	74.944,63	74.944,63	74.944,63
600	Ausstattung und Kunstwerke	553.330,72	553.330,72	553.330,72
700	Baunebenkosten	520.665,99	520.665,99	520.665,99
310-320	Betrieb	674.704,82	6.085.221,71	1.861.886,00
330-340	Reinigung	2.133.464,88	10.436.100,65	3.507.905,00
350	Wartung	943.020,82	4.618.879,50	1.551.506,00
400	Instandsetzung	2.278.621,11	4.616.479,83	1.693.204,00
700	Rückbau (Austausch)	899.956,21	1.681.427,97	701.505,00
	Gesamtkosten Herstellung	3.657.183,33	3.657.183,33	3.657.183,33
	Folgekosten	6.929.767,84	27.438.109,66	9.316.006,00
	Lebenszykluskosten	10.586.951,17	31.095.292,99	12.973.189,33

Der Rückbau und die Entsorgung am Ende der Nutzungsdauer, werden in der Studien-/Vorführversion nicht berücksichtigt. Diese Kosten fehlen daher auch im Ergebnis der Lebenszykluskostenberechnung. Weitere vom Programm nicht berücksichtigte Folgekosten (KG nach DIN 18960):

- ◆ KG 100 – Kapitalkosten
- ◆ KG 200 – Objektmanagementkosten
- ◆ KG 360 – Sicherheits- und Überwachungsdienste
- ◆ KG 370 – Abgaben und Beiträge

In Abb. 5.63 sind die gewählten Preissteigerungen und die gewählte Verzinsung dargestellt. Diese dienen der Ermittlung der Spaltenwerte „Wert mit Preissteigerung“ und „Barwert“. Um die Auswirkungen der Preissteigerungen besser erkennen zu können, werden teilweise hohe Prozentsätze gewählt. Dies betrifft u.a. die Energiepreissteigerung.

Finanzielle Rahmenbedingungen der Barwertberechnung					
Preissteigerung Baupreise	<input type="text" value="3,0"/>	% pro Jahr	Preissteigerung Energie	<input type="text" value="6,0"/>	% pro Jahr
Zinssatz für Spareinlagen	<input type="text" value="2,9"/>	% pro Jahr	Realzinssatz Barwert	<input type="text" value="-0,1"/>	% pro Jahr
Preissteigerung für Nutzung und Rückbau/Entsorgung					
Nutzung					
Ver-/Entsorgung (ohne Energie)	<input type="text" value="6,0"/>	% pro Jahr	Reinigung	<input type="text" value="4,5"/>	% pro Jahr
Wartung	<input type="text" value="4,5"/>	% pro Jahr	Instandsetzung	<input type="text" value="2,0"/>	% pro Jahr
End of Life					
Rückbau	<input type="text" value="2,0"/>	% pro Jahr	Entsorgung	<input type="text" value="2,0"/>	% pro Jahr

Abb. 5.63: Preissteigerungen und Verzinsung

Die folgenden grafischen Auswertungen sollen die Zahlen der Tabelle illustrieren. In Abb. 5.64 sind zwei Kreisdiagramme zu sehen. Im linken/rechten Diagramm ist eine prozentuale Auswertung der Lebenszykluskosten ohne/mit Preissteigerungen dargestellt. Die Phase des Neubaus gibt die Herstellungskosten an. Die Diagramme folgen der Legende im Uhrzeigersinn, von unten nach oben.

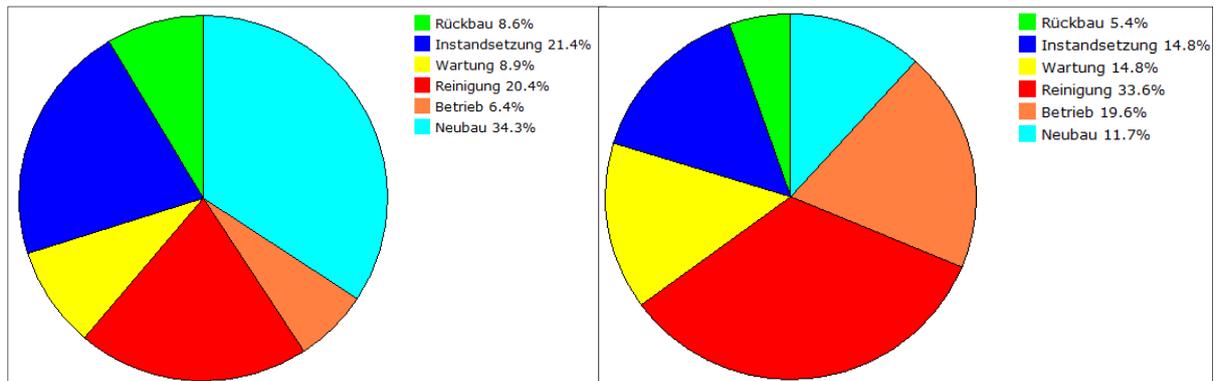


Abb. 5.64: Kreisdiagramm (prozentual): links – ohne Preisst.; rechts – mit Preisst.

In den folgenden beiden Abbildungen sind die kumulierten Lebenszykluskosten über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes zu sehen. In Abb. 5.65/Abb. 5.66 erfolgt die Darstellung ohne/mit Preissteigerungen. Die Auswirkungen der Preissteigerungen sind durch den gekrümmten Kostenverlauf in der zweiten Darstellung gut zu erkennen.

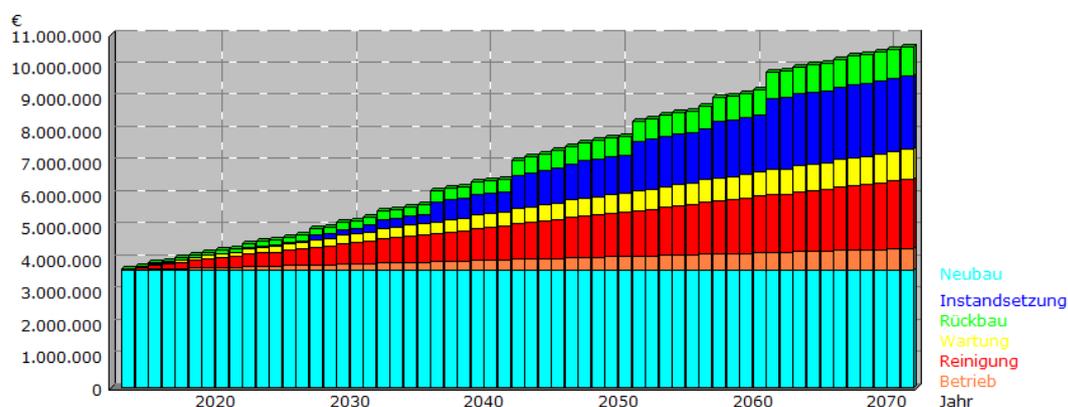


Abb. 5.65: Diagramm – jährliche Kosten (kumuliert): ohne Preissteigerungen

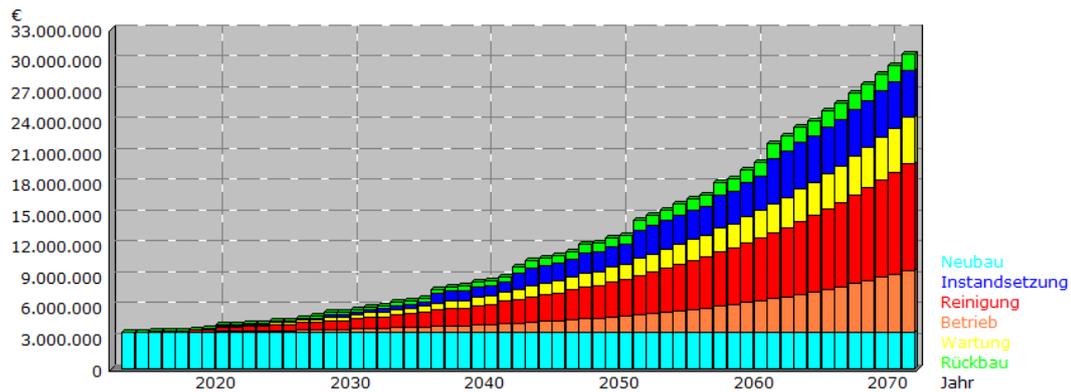


Abb. 5.66: Diagramm – jährliche Kosten (kumuliert): mit Preissteigerungen

Als letzte erklärungsunterstützende Abb. 5.67 dient ein Vergleich zwischen den Folgekosten (Preissteigerungen) und den Kostenergebnissen der Barwertmethode. Die Herstellungskosten bleiben unberücksichtigt. Der Wert, der rechts neben dem Barwert steht, ist in der vorherigen Tab. 5.5 wiederzufinden.

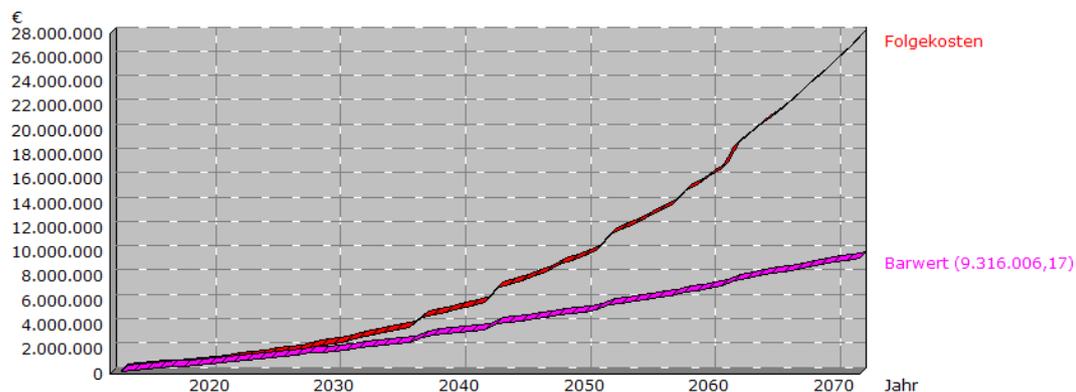


Abb. 5.67: Diagramm – jährliche Kosten (kumuliert): Folgekosten und Barwert

5.5.1 Interpretation der Ergebnisse

Realistisch gesehen kann die zukünftige Entwicklung der Prozentsätze für Preissteigerungen und Verzinsung nicht genau prognostiziert werden. Daher sind die Ergebnisse mit Preissteigerungen und Verzinsung schwierig einzuordnen. Jedoch auch ohne Preissteigerungen liegt der Anteil der Folgekosten (Beispielprojekt) an den gesamten Lebenszykluskosten bei ungefähr 66% (siehe Abb. 5.64). Dieser Prozentsatz bildet somit die untere Grenze der Folgekosten an den LZK. Werden die End-of-Life-Phase und Preissteigerungen berücksichtigt, so gelangt man in einen Bereich um die 80%. Vergleicht man die Tabellenwerte: Wert ohne Preissteigerung und Wert mit Preissteigerung, so ist ein großer Interpretations- bzw. Schwankungsbereich zu erkennen.

Nun erfolgt ein kurzer Vergleich der Folgekosten. Die Werte ohne Preissteigerungen werden den Barwerten gegenübergestellt.

Es wird auf die Werte ohne Preissteigerungen Bezug genommen:

- ◆ Betrieb: Steigerung um 175%
- ◆ Reinigung: Steigerung um 65%
- ◆ Wartung: Steigerung um 65%
- ◆ Instandsetzung + Rückbau (Austausch): Senkung 25%

Durch diesen Vergleich sind die Auswirkungen der Barwertmethode sehr gut zu erkennen. Ist der Prozentsatz der Preissteigerung höher/niedriger als der für die Verzinsung, dann kommt es zu einer Steigerung/Senkung der Folgekosten im Vergleich zu den Werten ohne Preissteigerungen bzw. Verzinsung.

Die Folgekosten ohne Preissteigerung werden durch zwei Folgetypen dominiert. Dies betrifft einerseits die Instandsetzungsarbeiten mit 30% der LZK und andererseits die Gebäudereinigung mit 20% der LZK. Die Instandsetzungsarbeiten setzen sich aus der Instandsetzung selbst und den dadurch anfallenden Rückbaumaßnahmen (Austausch) zusammen. Anzumerken ist, dass die Instandsetzungsarbeiten, im Gegensatz zu den Reinigungsarbeiten, nicht gleichmäßig über die Jahre verteilt auftreten, sondern sie weisen beträchtliche Spitzen auf. Dieses Prinzip ist in Abb. 5.68 zu erkennen. Im Jahr 2061 sind u.a. Fenster, Sanitäranlagen und Elektroinstallationen instandzusetzen.

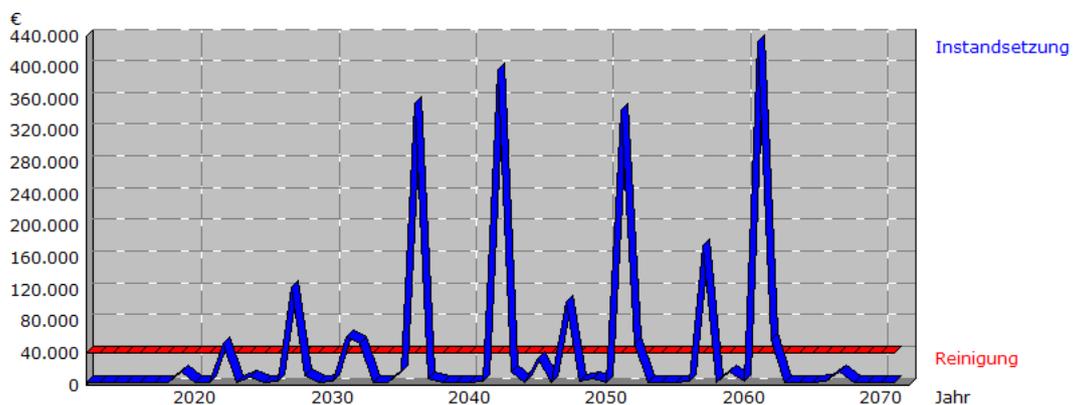


Abb. 5.68: Diagramm – jährliche Kosten: Instandsetzung und Reinigung

5.6 Fazit

Im Fazit wird ausschließlich auf das PM Projekt, PM Kostenplanung und PM Lebenszykluskosten eingegangen. Das PM Wärme / Energie und PM Bauteilvergleich werden nicht berücksichtigt, da es sich hier um Module handelt, welche nicht die essentiellen Themen dieser Diplomarbeit betreffen. Im Fazit werden die wichtigsten Funktionen der PM nochmals zusammengefasst, Probleme aufgezeigt und Verbesserungsvorschläge angeführt.

5.6.1 Allgemeines

Das Programm LEGEP ist für die fortgeschrittene Planungsphase maßgeschneidert. Die Programmgrundlage bilden die sirAdos-Elemente. Diese befinden sich in einer Datenbank und setzen sich aus vielen Informationen zusammen, siehe dazu Kapitel 5.2. Ein Projekt kann man sich als geschlossenen Informationskreislauf vorstellen; ändert man in einem Bereich etwas, dann hat dies auf alle vorherigen und kommenden Bereiche Auswirkungen.

Es ist zwar möglich, Gebäude in der Vorentwurfsphase mittels Makroelemente zu beschreiben, jedoch ist es damit nicht möglich, Energiekennwerte zu errechnen. Das bedeutet, Teile der Betriebskosten sind selbstständig zu ermitteln und einzugeben. Daher können die Folgekosten in dieser Phase nur grob abgeschätzt werden. Ab der Entwurfsphase ist es empfehlenswert, Gebäude mit Grobelementen zu beschreiben und mit fortschreitender Planung dann zusätzlich Feinelemente einzusetzen. Durch den hohen Wissensstand in der Planung ist die Elementbeschreibung eines Gebäudes relativ einfach durchzuführen. Auch bei Planungsänderungen ist ein Elementaustausch schnell und unkompliziert möglich. Da sich Elemente aus Positionen zusammensetzen, kann eine Erstellung der Projektausschreibung mit LEGEP unterstützt werden.

LEGEP berücksichtigt unter den Lebenszykluskosten folgende Kostenarten: Herstellung, Betrieb, Reinigung, Wartung, Instandsetzung, Rückbau und Entsorgung.

Jede Elementkomponente besitzt andere Folgeelemente bzw. Folgepositionen. Somit besitzen verschiedene Bodenmaterialien auch andere Reinigungszyklen bzw. Reinigungsaufwände. Holzkonstruktionen müssen öfters einer Instandsetzung unterzogen werden als Betonkonstruktionen oder der Betrieb einer Ölheizung ist teurer als der einer Pelletsheizung.

Für LEGEP steht eine ausführliche Programm-Hilfe zur Verfügung. Diese besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil umfasst eine Kurzbeschreibung im PDF-Format. Der zweite Teil besteht aus einer umfangreichen Online-Hilfe. Hier finden sich nicht nur Programmbeschreibungen, sondern auch viele Fachinformationen. Weiters gibt es einen technischen Support, der per Mail und Telefon erreichbar ist.

Mittels einer Projektvergleichsfunktion ist es möglich, ähnliche Projekte oder verschiedene Projektvarianten miteinander zu vergleichen.

Kostengliederung

Die Gliederung der Herstellungskosten erfolgt nach DIN 276-1. Es werden alle Kostengruppen (100 – 700) dieser Norm von LEGEP berücksichtigt.

Die Folgekosten werden nach DIN 18960 gegliedert. Es werden die Kostengruppen 300 und 400 berücksichtigt. Zusätzlich wurde eine neue Kostengruppe 700 (Rückbau) geschaffen, in der alle Rückbau- und Entsorgungskosten berücksichtigt werden.

Aufgrund des Elementaufbaus können die Kosten vielseitig gegliedert werden. Eine Gliederung muss sich daher nicht immer an die von den Normen vorgegebenen Strukturen halten.

Programmaufbau

Die Programmmodule bilden den zentralen Aufbau von LEGEP. Dabei spielt das PM Projekt die zentrale Rolle, hierfür siehe Kapitel 5.3.1. Jedes Programmmodul folgt dem BBB-Konzept. Zuerst erfolgt im HK Beschreibung (B) die Eingabe der projektrelevanten Parameter, daraus resultiert die Berechnung (B) und Auswertung der eingegebenen Parameter. Zusätzlich ist eine Bewertung (B) der Ergebnisse möglich.

Der allgemeine Programmaufbau, mit dem oben beschriebenen Schema, ist sehr übersichtlich gestaltet. Die Menüstruktur befindet sich immer auf der linken Seite des Anzeigefensters (~1/4 des Fensters) und bietet daher eine einfache Navigation durch die unterschiedlichen Menüs. Auf der rechten Seite befindet sich die Eingabemaske (~3/4 des Fensters). Unabhängig vom Projektfenster ist eine Menüleiste vorhanden. Hier befindet sich u.a. die Projektverwaltung, Stammdatenelemente und eigene Elemente/Positionen sowie alle allgemeinen Optionen.

5.6.2 Berechnungsmodell

Allgemeines

Die Basis von LEGEP bildet eine Datenbank. Dadurch sind Änderungen zwar nie zu speichern, jedoch können diese auch nicht rückgängig gemacht werden. Die Zentrale dieser Datenbank bilden die bereits zuvor angesprochenen sirAdos-Elemente. Die Programmmodule beziehen ihre Informationen primär aus diesen Elementen.

Alle Berechnungen werden anhand von Elementen durchgeführt. Jede Aufbaustufe (Position bis Makroelement) besitzt die relevanten Preisinformationen. Hier kann zwischen

von-mittel-bis-Preise unterschieden werden, diese gelten pro Elementeinheit. Ähnliches gilt für Folgeelemente, jedoch spielt hier der jeweilige Zyklus eine zusätzliche Rolle.

Eingaben

Die projektspezifischen Eingaben erfolgen im HK Beschreibung, in der jeweiligen Eingabemaske des Moduls. Dieser liegt folgendes Farbsystem zugrunde. Weiß hinterlegte Eingabefelder können eingegeben werden, orange hinterlegte müssen eingegeben werden und grau hinterlegte werden vom Programm selbst ermittelt.

Die Eingabe bzw. Auswahl der Elemente aus der Datenbank erfolgt mittels der Drag & Drop-Funktion (siehe Kapitel 5.1.4). Dies ist sehr einfach und praktikabel. Wird ein Element benötigt, das in ähnlicher Weise in der Datenbank vorhanden ist, kann hier ein Tausch von Teilelementen oder Positionen erfolgen. Dadurch ändern sich auch die Preise und Folgeelemente automatisch mit. Die Kurz- und Langtexte der Elemente verändern sich nicht automatisch, diese sind vom Nutzer abzuändern. Hier ist ein hohes Fehlerpotential gegeben.

Eine wichtige Eingabe im Menü „Optionen“ betrifft den Zeitraum (Jahre) vor dem Abriss, in dem keine Instandsetzungsarbeiten mehr durchgeführt werden sollen. Wird diese Eingabe vernachlässigt, entstehen Folgekosten, welche in der Praxis normalerweise nicht auftreten. Beim Beispielprojekt macht dies bei einer Einstellung von drei Jahren einen Unterschied der Instandsetzungskosten von ungefähr drei Prozent bzw. fast 100.000 € (ohne Berücksichtigung von Preissteigerungen) aus. Weiters wird im PM Kostenplanung ein Preisfaktor ermittelt, der u.a. das Bundesland, die Ortsgröße und die Konjunktur berücksichtigt.

Wesentliche Eingaben bezüglich Folgekosten betreffen den Betrachtungszeitraum, die Reinigungsintensität, die Preissteigerungen und die Verzinsung. Der Betrachtungszeitraum und die Reinigungsintensität sind vom Gebäudetyp anhängig und werden vom Programm vorgegeben, sie können jedoch auch beliebig verändert werden.

Auswertung

Die Auswertung erfolgt meist tabellarisch nach Kostengruppen deutscher Normen grafisch unterstützt durch zahlreiche Diagramme. Zu den Normen zählen die DIN 276-1 und DIN 18960. Ebenfalls werden Flächen- und Kubaturkennwerte des Gebäudes ermittelt.

Bei den Herstellungskosten ist die Ermittlung der Werte einfach und klar strukturiert. Hier wird die Menge mit dem Einzelpreis und dem Preisfaktor multipliziert. Problematischer wird es bei

der Berechnung der Folgekosten. Hier spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Zu diesen zählen: Menge, Preis, Zyklus, Flächenfaktor. Daher ist die Nachvollziehbarkeit schon etwas schwieriger. Für ein besseres Verständnis wäre eine Hinterlegung der Werte mit den jeweiligen Rechengängen (Formelapparate – siehe 5.4.4) von Vorteil. Dies würde vor allem einer schnelleren Plausibilitätsüberprüfung dienen.

Die Diagramme sind teilweise sehr starr und weisen daher eine geringe Flexibilität auf. Vorteilhaft wären Wertveränderungen der Achsen, die durch den Benutzer getätigt werden können, da hier von LEGEP öfters fehlerhafte und unvorteilhafte Darstellungen produziert werden. Modernere Diagrammdarstellungen sollten ebenfalls angedacht werden. Die Bezeichnungen der Folgetypen (Legende) sollten bei den kumulierten Diagrammen den jeweiligen Balken zugeordnet sein (siehe Abb. 5.65). Unverständlich ist, dass bei den Folgetypen die Diagrammwerte teilweise nicht mit den Berechnungswerten übereinstimmen. Beim Beispielprojekt liegen die Abweichungen im unteren, einstelligen Prozentbereich (1 – 3%). Weiters weisen die Diagramme teilweise Darstellungsfehler auf (z.B. Text steht über Text).

Die Ermittlung von Flächen- und Kubaturkennwerte (siehe Abb. 5.37 und Abb. 5.57) erfolgt in dem PM Kostenplanung und PM Lebenszykluskosten. Beide Auswertungen liefern eine gute Übersicht. Die erhaltenen Werte können mit früheren Projekten oder mit Kennwerten des BKI verglichen werden. Dadurch kann auf dem ersten Blick die Effizienz des Gebäudes eingeschätzt werden.

Preissteigerung, Verzinsung

Hinsichtlich Preissteigerung ist LEGEP sehr flexibel. Es wird zwischen finanziellen Rahmenbedingungen der Barwertberechnung und Preissteigerungen für Nutzung und Rückbau/Entsorgung unterschieden. Folgende Preissteigerungen werden berücksichtigt:

- ◆ Bau
- ◆ Energie
- ◆ Ver-/Entsorgung (ohne Energie)
- ◆ Reinigung
- ◆ Wartung
- ◆ Instandsetzung
- ◆ Rückbau
- ◆ Entsorgung

Die Verzinsung ist im Feld „Zinssatz für Spareinlagen“ zu finden. Dieser Prozentsatz ist notwendig, um den Barwert zu ermitteln. Die Berechnung der Folgekosten mittels Barwertmethode ist meist für Investoren interessant. Sie verfügen oft über ein großes Kapital und stellen somit die Einnahmen aus der Verzinsung des Kapitals, betrachtet über die Nutzungsdauer des Gebäudes, den Folgekosten des Gebäudes gegenüber.

LEGEP unterscheidet bei der Ermittlung der Folgekosten zwischen einer statischen und einer dynamischen Berechnung. Bei der statischen Berechnung werden keinerlei Preissteigerungen berücksichtigt. Hier werden einfach alle Folgekosten über die Nutzungsdauer summiert. Ist die dynamische Berechnung ausgewählt, werden die Preissteigerungen bei der Ermittlung der Werte mitberücksichtigt. Für die Auswertung der statischen oder dynamischen Berechnungen steht eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Verfügung (Kostengruppen der Normen, Diagrammen). Die Barwertmethode findet in LEGEP nur am Rande eine Berücksichtigung. Der Barwert kann im Diagramm der jährlichen Entwicklung angezeigt werden. Es ist nur eine summierte und kumulierte Darstellung im Diagramm möglich, eine Trennung nach den einzelnen Folgetypen ist nicht möglich.

Ein Diagramm, indem die Werte der statischen und dynamischen Berechnung gegenübergestellt werden, wäre anzudenken. Damit könnte ein schneller und übersichtlicher Vergleich erfolgen. Auch das Verständnis der verschiedenen Werte (statisch, dynamisch, Barwert) wäre dadurch einfacher.

5.6.3 Nachvollziehbarkeit

Allgemeines

Grundsätzlich ist der Aufbau der einzelnen Programmmodule sehr übersichtlich und einfach verständlich. Die Berechnungsvorgänge hingegen sind nur teilweise auf den ersten Blick erkennbar. Den jeweiligen Werten sollten die Rechengänge hinterlegt werden, um schneller Plausibilitätskontrollen durchführen zu können.

Ein negatives Beispiel betrifft die wärmeübertragende Umfassungsfläche (beheizte Hüllfläche). Dieser Wert wird vom Programm errechnet. Der Vergleich zwischen dem selbst ermittelten Wert und dem automatisch ermittelten Wert ergibt beim Beispielprojekt eine Abweichung von ungefähr 10%. Da die hinterlegten Formeln nicht einzusehen sind, ist nicht zu erkennen, welcher Wert der richtige ist. Hier muss man LEGEP blind vertrauen.

Es sollte eine Auflistung geben, welche Faktoren und Werte dem jeweiligen Gebäudetyp angehören. Diese Daten können dann miteinander verglichen werden und dadurch sind, bei der Wahl des jeweiligen Typs, Änderungen besser nachzuvollziehen. Wie bereits zuvor angesprochen, wäre es für ein besseres Verständnis sinnvoll, wenn alle Eingabefelder mit einer Spur-zum-Nachfolger-Funktion ausgestattet werden.

sirAdos-Elementdatenbank

Ein weiterer wichtiger Punkt der Nachvollziehbarkeit betrifft die sirAdos-Elementdatenbank, insbesondere den Aufbau und die Zusammensetzung der Elemente. Der Aufbau ist durchdacht und klar strukturiert. Nach einer kurzen Einarbeitungszeit ist das dahintersteckende System leicht zu durchschauen. Ein Problem der Studien-/Vorführversion ist, dass nicht auf den ersten Blick zu sehen ist, welche Folgeelemente hinter den Stammdatenelementen stecken. Dies kann durch Hinzufügen der Stammdatenelemente zu den eigenen Elementen umgangen werden. Für die Beschreibung des Aufbaus siehe Kapitel 5.2 bzw. Abb. 5.8. Praktisch gesehen sind jedem Element Positionen zugeordnet, den Positionen wiederum Materialien und diesen alle nötigen Kennwerte. Zu den Kennwerten zählen u.a. Materialdaten wie Dichte, bauphysikalische Daten und ökologische Daten.

LEGEP bietet die Möglichkeit, eigene Elemente zu erstellen. Dies ist jedoch nur mit großem fachlichem Wissen, guten Programmkenntnissen und bei Verständnis des Elementaufbaus empfehlenswert. Jedem Element sind bestimmte Symbole zugewiesen. Durch diese Symbole (siehe Tab. 5.3) ist die Elementunterscheidung (Makro, Grob, Fein) einfach zu erkennen. Auch die Farbwahl (siehe Tab. 5.4), die zur Unterscheidung von Stammdatenelementen (orange), Grobelementen (grün) und eigenen Elementen (blau) dient, ist für die Übersichtlichkeit förderlich.

Die Folgeelemente bilden das Bindeglied zwischen der Herstellung und der Nutzung des Gebäudes. Sie erfassen die Folgekosten. Die jeweils passenden Folgeelemente werden den Stammdatenelementen zugeordnet.

Einen Sonderpunkt der Folgeelemente bilden die Betriebselemente. Diese werden von LEGEP als Betriebsmittel bezeichnet. Zu den Elementen zählen u.a. Strom, Öl, Gas, Wasser und Abwasser. Diese werden einerseits durch die Leistungswerte der technischen Anlagen und dem Energiebedarf des Gebäudes (Gasverbrauch) und andererseits durch den Gebäudetyp (Wasserverbrauch, Abwasseraufkommen) bestimmt. Die Werte werden im PM Wärme / Energie ermittelt und dann ins PM Lebenszykluskosten übernommen. Hier ist eine gute Nachvollziehbarkeit gegeben.

5.6.4 Flexibilität

Die Menüstruktur ist in LEGEP starr verankert. Es können jedoch verschiedene Darstellungsvarianten der Struktur gewählt werden (Basis, Standard, Experte). Bei der jeweiligen Auswahl verändern sich die jeweiligen Untermenüs der Hauptkapitel. Nicht benötigte Untermenüs werden entweder ausgeblendet oder grau dargestellt. Das selbe Prinzip gilt für nicht benötigte PM.

Die Auswertung ist grundsätzlich von LEGEP vorgegeben, sie ist jedoch vielseitig gestaltet. Als problematisch sind die Diagrammdarstellungen zu sehen. Es ist nicht möglich neue Diagramme hinzuzufügen bzw. andere Diagrammdarstellungsarten auszuwählen.

Die Flexibilität von LEGEP spiegelt sich in der Eingabe wider. Im PM Projekt können beliebig viele Elemente, entweder aus der sirAdos-Elementdatenbank oder aus der Datenbank der eigenen Elemente, hinzugefügt werden. Die Projektelemente können bearbeitet und verändert werden. Veränderungen können in jedem PM getätigt werden. Alle PM sind untereinander verknüpft. Bei Veränderung in einem Untermenü verändern sich auch alle damit verknüpften Daten mit. Jedoch ist es nicht möglich, Änderungen rückgängig zu machen.

5.6.5 Eingabe, Input

Um eine korrekte und aussagekräftige Ausgabe zu erhalten, ist eine richtige Eingabe der Daten Voraussetzung. Auch die Reihenfolge der Menüstruktur ist „immer“ so vorgegeben, dass an erster Stelle die Untermenüs der Eingabe aufgelistet sind. In jedem PM sind alle Eingaben im HK Beschreibung zu finden. Die Grunddaten des Gebäudes sind im PM Projekt einzugeben. Hier ist vor allem die richtige Wahl des Gebäudetyps zu erwähnen. Auch die Elemente, die für die Beschreibung des Gebäudes notwendig sind, werden in diesem PM erfasst. Die Elemente erfordern lediglich die Eingabe der zugehörigen Menge. In den weiteren Programmmodulen sind modulbezogene Eingaben zu treffen. Dazu zählen u.a. im PM Kostenplanung die Festlegung des Preisfaktors und die Erfassung der sonstigen Kosten und im PM Lebenszykluskosten die Eingabe bzw. Kontrolle des Betrachtungszeitraums und der Reinigungsintensität sowie die Eingabe der Preissteigerungen und der Verzinsung.

Fazit

Die Menüstruktur der Eingabe ist klar und verständlich aufgebaut. Die Eingabe selbst ist jedoch oft nicht einfach nachzuvollziehen (siehe Punkt 5.6.3). Das betrifft vor allem die Wahl des Gebäudetyps, weil die hinterlegten Daten von LEGEP nicht gesondert aufgeschlüsselt werden. Auch bei den Eingabefeldern sind die Auswirkungen der Eingaben schwierig zu verfolgen. Die

Ermittlung der Nutzfläche ist nicht sehr durchdacht. Hier ist nicht zu erkennen, dass diesem Feld eine Formel hinterlegt ist. Ein weiteres Beispiel betrifft die Anzahl der Geschoße und die Geschoßhöhe. Diese sind als Pflichtfelder gekennzeichnet, jedoch sind bei Änderung keine Auswirkungen (u.a. auf Kosten) zu erkennen. Zusätzlich sollte es möglich sein, für jedes Geschoß die passende Höhe einzugeben. Bei der Eingabe von unrealistischen Werten, wie beispielsweise negative Zahlen, sollte es eine Warnmeldung geben.

Gut gelungen ist die Ermittlung und Berücksichtigung des Preisfaktors. Für sonstige Kosten sollte es Vorschläge von LEGEP geben, da Kosten für das Grundstück, die Einrichtung und die Planung bei fast jedem Projekt vorkommen. Durch solche Empfehlungen könnte einer möglichen Nichtberücksichtigung entgegengewirkt werden.

Die Eingabe der Prozentsätze für Preissteigerungen und Verzinsung ist schlüssig. Bei der Wahl der manuellen Reinigungsintensität sollten die Werte, welche veränderbar sind, markiert werden. Ansonsten ist diese Einstellung nicht sehr hilfreich, denn auch ohne sie ist es möglich, die Reinigungszyklen zu verändern. Grundsätzlich wird vom Programmnutzer ein hohes Vertrauen in die Richtigkeit der Rechengänge verlangt.

5.6.6 Ausgabe, Output

Ergebnisse

Die Ergebnisse werden meist in Tabellen und Diagrammen dargestellt (siehe dazu Kapitel 5.6.2).

Ausdruck

Die Druckfunktion wird über ein Symbol in der Menüleiste gestartet. Für jedes PM kann ein eigener Bericht erstellt werden. Die Ausgabe des Berichts erfolgt als DOC-Datei (z.B. MS-Word). Dadurch können die Daten einfach ergänzt und bearbeitet werden. Die Druckfunktion konnte im Rahmen der Diplomarbeit nicht genauer untersucht werden, da diese in der Studien-/Vorführversion stark eingeschränkt ist. Die in dieser Version möglichen Ausdrücke wirken sehr übersichtlich und strukturiert. Zu Beginn finden sich immer die allgemeinen Projektdaten, dies ist sehr förderlich, um die Übersicht nicht zu verlieren.

Als Zusatzfunktion ist es möglich die aktuelle Fensteransicht auszudrucken. Dies ist bei Tabellen und Diagrammen sehr hilfreich. Dadurch ist es gezielt möglich, einen Ausdruck der benötigten Bereiche zu erstellen. Somit kann für Kunden u.a. ein schneller und repräsentativer Ausdruck eines Diagramms erstellt werden.

5.6.7 Anwendungsgrenzen

LEGEP ist vor allem für die fortgeschrittenen Planungsphasen zu empfehlen, da man schon einiges an Information benötigt, um ein Gebäude mittels Elementen zu beschreiben. Es gibt zwar die Möglichkeit in der Vorentwurfsphase ein Gebäude mit Makroelementen zu erfassen, jedoch ist hier die Aussagekraft der Ergebnisse eher gering. Eine deutlich bessere Prognose der LZK liefert eine Berechnung ab der Entwurfsphase. Hier kann das Gebäude bereits mit Grob- bzw. Feinelementen erfasst werden. Mit fortschreitender Planungsgenauigkeit ist dies immer genauer möglich. Daraus folgend steigt auch die Aussagekraft der Ergebnisse. **LEGEP dient nicht dazu, um in der Phase der Projektinitiierung eine Aussage über die möglicherweise auftretenden Lebenszykluskosten zu machen, sondern ermöglicht die Optimierung dieser Kosten planungsbegleitend.**

In der Planungsphase kann mittels Bauteil- und Variantenvergleich das preislich günstigste Projekt, betrachtet über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes, ermittelt werden. Ein Beispiel: mit LEGEP kann der Vergleich der LZK von verschiedenen Bodenbelägen mit wenigen Handgriffen erfolgen. Daher kann der Planer etwas höhere Anschaffungskosten des Belags, bei geringeren LZK, gegenüber dem Investor vertreten. Dadurch entsteht der große Vorteil, dass nicht nur die Herstellungskosten des Gebäudes, sondern auch die gesamten Folgekosten berücksichtigt werden.

Prinzipiell kann LEGEP für die Ermittlung der LZK im gesamten Hochbaubereich eingesetzt werden. Egal ob es sich um Büro-, Schulgebäude oder Sporthallen handelt. Grenzen bilden u.a. Sonderausstattungen und außergewöhnliche Baumethoden. Beim Beispielprojekt konnte der PKW-Lift nicht berücksichtigt werden, da hier kein adäquates Element vorhanden ist. Auch für einige Außenanlagen werden keine Folgekosten berücksichtigt. Die außergewöhnlichen Baumethoden betreffen normalerweise meist nur die Herstellungskosten. Diese können daher auch bei den sonstigen Kosten eingegeben werden. Es ist mit LEGEP möglich, eigene Elemente zu erstellen, dies ist jedoch nur geübten Anwendern zu empfehlen.

Für den Tiefbaubereich ist LEGEP ungeeignet. Dazu zählen u.a. Tunnel-, Straßen- und Kraftwerksbauten. Um für solche Projekte die LZK zu ermitteln, müssten nicht nur neue Elemente erstellt werden, sondern auch die gesamte Eingabemaske wäre umzugestalten.

5.6.8 Zusammenfassung

In diesem Kapitel werden einige Stärken und Schwächen von LEGEP beschrieben. Jedoch ist hier die Vollständigkeit keinesfalls gegeben.

Stärken

- ◆ Die Menüstruktur mit dem BBB-Konzept (Beschreibung, Berechnung, Bewertung) ist gut durchdacht.
- ◆ Alle Eingabemasken sind übersichtlich gestaltet.
- ◆ Ein schnelles Zurechtfinden im Programm ist gegeben.
- ◆ Der Export der Elemente und Positionen kann u.a. im CSV- (Tabellenkalkulation) und RTF-Format (Textverarbeitung) erfolgen.
- ◆ Die Programmmodule sind umfangreich und durchdacht gestaltet.
- ◆ Die sirAdos-Datenbank besteht aus einer Vielzahl an Informationen, dazu zählen u.a. Lebenszykluskosten, Material- und ökologische Daten.
- ◆ Alle Elemente besitzen von-mittel-bis-Preise. Eine Aktualisierung der Preise findet jährlich statt.
- ◆ Die Online-Hilfe ist sehr umfangreich und gut strukturiert.
- ◆ Bei der Berechnung der Kosten wird ein regionaler Preisfaktor berücksichtigt.
- ◆ Der Bauteil- und Projektvergleich funktioniert einfach und schnell.
- ◆ Die Auswertungen der Ergebnisse erfolgt größtenteils umfangreich.
- ◆ Eine Auswertung der Herstellungs- und Folgekosten erfolgt nach Flächen- und Kubaturwerte, damit werden vergleichbare Kennzahlen ermittelt.
- ◆ Die Gliederung der Kosten erfolgt nach Kostengruppen der DIN 276-1 und DIN 18960.
- ◆ LEGEP bietet Zusatzinformationen bezüglich Materialien (WECOBIS).
- ◆ Die Software berechnet die Medienmengen (u.a. Strom, Gas, Wasser) selbstständig und bereitet diese mittels Tabellen und Diagrammen übersichtlich auf.
- ◆ Jedem Gebäudetyp sind statistische Verbrauchsdaten (Wasser, Strom) hinterlegt. Zusätzlich ist dem jeweiligen Typ eine durchschnittliche Nutzungsdauer und eine Reinigungsintensität zugeordnet.
- ◆ Die Festlegung der Energiepreise erfolgt in einer übersichtlichen Tabelle.
- ◆ Eine Vielzahl an Preissteigerungen wird berücksichtigt. Auch der Verzinsungsprozentsatz kann selbst gewählt werden.
- ◆ Es erfolgt eine Berücksichtigung des Zeitraums vor dem Abriss, in dem keine Instandsetzungsarbeiten mehr durchgeführt werden.
- ◆ Die passende Reinigungsintensität kann ausgewählt werden.

Schwächen

- ◆ LEGEP kann in den ersten Projektphasen (bis Vorentwurf) nur in Ausnahmefällen genutzt werden. In diesem Stadium sind noch zu wenige Gebäudeinformationen vorhanden, um mit LEGEP aussagekräftige LZK zu ermitteln.
- ◆ In der Studien-/Vorführversion sind einige Funktionen eingeschränkt. Dies betrifft vor allem die End-of-Life-Phase (Rückbau und Entsorgung) und die Druckfunktion.
- ◆ Wird das Bestätigen der Speicherung (mittels Speicherbutton) im Eingabefenster vergessen, werden alle getätigten Eingaben von LEGEP verworfen.
- ◆ Es gibt keine Möglichkeit die hinterlegten Daten der Gebäudetypen anzusehen.
- ◆ Die Pflichtfelder sind nicht ausreichend gekennzeichnet bzw. falls die Eingabe vergessen wird, wäre eine Warnmeldung hilfreich.
- ◆ Es gibt keine Warnmeldungen für unplausible Eingaben (u.a. negative Werte).
- ◆ Die Rechengänge sind nicht ersichtlich und teilweise nicht einfach nachzuvollziehen. Daher steigt der Aufwand von Plausibilitätskontrollen enorm.
- ◆ Eine Erstellung eigener Elemente ist schwierig durchzuführen. Ein Programmassistent, welcher bei der Erstellung unterstützt, wäre äußerst hilfreich.
- ◆ Die Kurz- und Langtexte der Elemente und Positionen verändern sich bei einem Austausch von Bestandteilen nicht automatisch und müssen vom Nutzer selbst modifiziert werden. Dadurch ist ein hohes Fehlerpotential gegeben.
- ◆ Die Auswahl des richtigen Haustechnikelementes ist oft schwierig. Diese sollten nicht über Elemente ausgewählt, sondern mittels Drop-Down-Menü bestimmt werden.
- ◆ Die Diagramme sind nicht flexibel gestaltet und wirken teilweise veraltet.
- ◆ Ein Vergleich von statischen und dynamischen Werten bzw. des Barwertes in einem Diagramm ist nicht möglich.
- ◆ Die Berücksichtigung des Barwertes spielt nur eine untergeordnete Rolle.
- ◆ Beim Prozentsatz der Baupreissteigerungen kann keine Dezimalstelle berücksichtigt werden.
- ◆ Vorgaben für sonstige bzw. jährliche Kosten sind nicht vorhanden.
- ◆ Bei der Auswahl der manuellen Reinigungsintensität sind keine Veränderungen ersichtlich.
- ◆ Im PM Lebenszykluskosten stimmen Diagrammwerte und Tabellenwerte teilweise nicht überein.
- ◆ Das Programm ist nur für Deutschland abgestimmt, eine Einführung von LEGEP außerhalb Deutschlands sollte überlegt werden.
- ◆ Teilweise treten im Eingabebereich grafische Anzeigefehler auf (Bildung von schwarzen horizontalen Streifen beim Auf- und Abscrollen des Bildschirminhalts).

6 Zusammenfassung

6.1 Vergleich der Softwarelösungen

In diesem Kapitel werden die beiden untersuchten Softwarelösungen miteinander verglichen. Die Gegenüberstellung in Tab. 6.2 findet anhand von ausgewählten Beurteilungskriterien statt. Um die Übersichtlichkeit der Tabelle zu verbessern, werden die Programme einer Bewertung mittels Symbolen (Plus, Minus, Wellenlinie) unterzogen. Eine weiterführende und detailliertere Beschreibung ist im jeweiligen Fazit zu finden. Für ABK-LEKOS siehe Kapitel 4.6 und für LEGEP Kapitel 5.6.

Tab. 6.1: Vergleich der Softwarelösungen

Themengebiet	ABK-LEKOS	LEGEP
Anwendungsphase	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Projektinitiierung ◆ Grundlagenermittlung ◆ Vorentwurf ◆ (Entwurf) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ (Vorentwurf) ◆ Entwurf ◆ Einreichung/Genehmigung ◆ Ausführungsplanung ◆ Ausschreibung/Vergabe ◆ (Projektausführung)
Datenbank	 Es ist keine Datenbank hinterlegt.	 Es ist eine Bauteildatenbank (sirAdos) mit LZK, Materialien, Leistungsdaten ect. hinterlegt.
Grundsätzliche Gliederung der LZK	 ÖNORM B 1801-1 ÖNORM B 1801-2	 DIN 276-1 DIN 18960
Umstellung der Kosten: Netto/Brutto	 Ja, eine Umstellung ist möglich, aber nicht zu empfehlen. Der Prozentsatz kann beliebig verändert werden.	 Ja, eine Umstellung kann erfolgen. Der Prozentsatz ist beliebig veränderbar.
Preissteigerung	 Ja, wird berücksichtigt, Erweiterungen sind durchführbar. Alle wesentlichen Preissteigerungen sind vorhanden. Die Prozentsätze können verändert werden.	 Ja, wird berücksichtigt, Erweiterungen sind durchführbar. Alle wesentlichen Preissteigerungen sind vorhanden. Die Prozentsätze können verändert werden.
Kapitalverzinsung	 Ja, diese dient zur Ermittlung des Barwerts. Der Prozentsatz kann verändert werden.	 Ja, diese dient zur Ermittlung des Barwerts. Der Prozentsatz kann verändert werden. Die Barwertmethode steht jedoch nicht im Mittelpunkt der Auswertungen.

Themengebiet	ABK-LEKOS	LEGEP
Nachvollziehbarkeit	 Ja, ist für das Berechnungsmodell und den Programmaufbau gegeben.	 Ja, ist für den Programmaufbau gegeben. Nein, ist für das hinterlegte Berechnungsmodell größtenteils nicht gegeben. Die einzelnen Berechnungsschritte können nicht überprüft werden.
Anpassbarkeit an Projekt	 Ja, ist theoretisch möglich, jedoch nur mit großem Aufwand und daher eher nicht zu empfehlen.	 Ja, ist gegeben.
Auswertung	 Übersichtliche Zusammenstellung aller relevanten Ergebnisse in Tabellen und Diagrammen.	 Übersichtliche Zusammenstellung aller relevanten Ergebnisse in Tabellen und Diagrammen.
Vergleich	 Nein, keine Funktion vorhanden.	 Ja, Bauteil- und Projektvergleiche möglich.
Variantenstudie	 Ja, ist möglich.	 Ja, ist möglich.
Ökobilanz	 Nein, ist nicht möglich.	 Ja, kann erstellt werden.
Anwendungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bürogebäude ◆ Wohngebäude ◆ (Schulen) 	Gesamter Hochbaubereich, ausgenommen Sonderbauten.

6.1.1 Vergleich anhand des Beispielprojekts

Die Berechnungsergebnisse der beiden Programme werden in Tab. 6.2 gegenübergestellt. Bei Betrachtung der ausgewählten Punkte lässt sich vor allem bei den Folgekosten eine enorme Kostenabweichung feststellen. In der rechten Spalte „Abweichung“ ist die Abweichung in [%] angegeben, als Bezugswerte werden die Kosten laut ABK-LEKOS gewählt.

Bei den Errichtungskosten sind nur die Bauwerkskosten für einen Vergleich relevant. Sie beinhalten in ABK-LEKOS lt. ÖNORM B 1801-1 die Kostenhauptgruppen Bauwerk-Rohbau, Bauwerk-Technik und Bauwerk-Ausbau. In LEGEP betrifft dies lt. DIN 276-1 die Kostengruppen Bauwerk-Baukonstruktionen und Bauwerk-Technische Anlagen. Alle weiteren Kostengruppen (u.a. Einrichtung, Nebenleistungen) wurden größtenteils in ABK-LEKOS ermittelt und anschließend in LEGEP übernommen, da diese Software für diese Kostenbereiche direkte Eingaben erfordert.

Bei den Folgekosten erfolgt ein Vergleich anhand von vier ausgewählten Kostengruppen nach ÖNORM B 1801-1 und DIN 18960. Es handelt sich dabei um die Kosten für den Technischen

Gebäudebetrieb bzw. Wartung, die Ver- und Entsorgung bzw. Betrieb, die Reinigung und Pflege bzw. Reinigung sowie die Instandsetzung, Umbau bzw. Instandsetzung, Rückbau (Austausch).

Bei den Bauwerkskosten ist nur eine geringe Differenz der beiden Programme zu erkennen. Hin-gegen zeigt die Gegenüberstellung der einzelnen Folgekostengruppen deutliche Kostenabweichungen. Welches Ergebnis nun richtiger ist, kann nicht genau gesagt werden. Aufgrund des höheren Detaillierungsgrad von LEGEP wird jedoch vermutet, dass dessen Resultate präziser sind. Diese Behauptung ist jedoch nicht mit Fakten abgesichert, da es sich beim Beispielprojekt um ein fiktives Projekt handelt und keinerlei Daten über die Errichtungs- und Folgekosten vorliegen. Desweiteren sind die Kostengruppen der ÖNORM B 1801-1 und DIN 18960 nicht zu 100% ident und somit die Kostenabweichung geringfügig verfälscht.

Tab. 6.2: Vergleichswerte des Beispielprojekts – dynamische Berechnung

Bezeichnung ÖNORM B 1801-1 ÖNORM B 1801-2	Bezeichnung DIN 276-1 DIN 18960	ABK- LEKOS [€]	LEGEP [€]	Abweichung
Bauwerkskosten	Bauwerkskosten	2.366.805,92	2.200.141,99	-7,04%
2 Techn. Gebäudebetr.	350 Wartung	1.020.429,76	1.551.506,00	52,04%
3 Ver- und Entsorgung	310-320 Betrieb	3.757.651,68	1.861.886,00	-50,45%
4 Reinigung und Pflege	330-340 Reinigung	1.893.523,91	3.507.905,00	85,26%
7 Instandsetz., Umbau	400 Instandsetzung 700 Rückbau (Austau.)	4.974530,42	2.394.709,00	-51,86%

6.2 Resümee

In Zukunft wird es immer wichtiger werden, Gebäude einer Lebenszykluskostenbetrachtung zu unterziehen. Dies ist vor allem durch immer weiter steigende Energiepreise verursacht. Um nun an den richtigen Ecken und Enden sparen zu können, sind die Folgekosten von großer Bedeutung. Dadurch werden in Zukunft Programme zur Durchführung einer Berechnung der Lebenszykluskosten immer wichtiger.

Als zukunftsweisend stellt sich besonders die Software LEGEP heraus. Die Vernetzung unterschiedlicher Programmmodule (u.a. Herstellungskosten, Energiebedarfsermittlung, Folgekosten) ermöglicht eine gesamtheitliche Betrachtung des Projekts. Die Auswirkungen von Entscheidungen bezüglich verschiedener Gebäudevarianten (z.B. Bauteile, technische Anlagen), auf die LZK sind sofort ersichtlich und bewertbar. Um dieses Programm auch in Österreich einsetzen zu können, müssten u.a. die regionalen Faktoren (insbesondere Preise) verändert und das gesamte Normenkonvolut (ÖNORMEN, OIB-Richtlinien) an die staatlichen Vorgaben angepasst werden.

ABK-LEKOS ist prädestiniert, um schnell und mit wenigen Projektkennwerten Informationen über die LZK zu erhalten. Aussagekräftige Ergebnisse können nur mit Erfahrungen im Bereich der LZK-Planung produziert werden.

Ziel dieser Arbeit war es, die Anwendungsgrenzen von Softwarelösungen herauszuarbeiten, die hinterlegten Berechnungsmodelle zu untersuchen und die Programme miteinander zu vergleichen. Unter Zuhilfenahme dieser Diplomarbeit soll es möglich sein, herauszulesen, welche Faktoren aktuelle Programme berücksichtigen, um Anhaltspunkte für die Entwicklung eines neuen Berechnungsmodells zu erhalten. In weitere Folge kann diese Arbeit als Entscheidungsgrundlage für den Ankauf einer LZK-Software dienen. Auch die Bedeutung der Lebenszykluskostenbetrachtung soll mit dieser Diplomarbeit betont werden.

Abschließend ist festzuhalten, dass bereits funktionierende Produkte im Handel verfügbar sind. Da dieses Thema in Zukunft immer wichtiger wird, gibt es mit Sicherheit Potential für alternative Softwarelösungen.

Literaturverzeichnis

Achammer, C. M.: Planungsprozess und Bauprojektmanagement 2 – Block 2; Studienunterlagen; TU-Wien; 2011

Agethen, U.; Frahm, K.-J.; Renz, K.; Thees, E. P.: Lebensdauer von Bauteilen – Zeitwerte; Arbeitsblatt; Bund Technischer Experten e.V.; 2008

ATP Planungs- und Beteiligungs-AG: www.atp.ag/startseite/leistungen/integrale-planung/index.htm; 04-03-2012

Austrian Standards Institute: ÖNORM B 1801-1 „Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekterrichtung“; Ausgabe: 2009-06-01

Austrian Standards Institute: ÖNORM B 1801-2 „Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten“; Ausgabe: 2011-04-01

Austrian Standards Institute: ÖNORM EN 13306 „Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung“; Ausgabe: 2010-10-01

Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen; Forschungsbericht; Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung & Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; 2010

Bienert, S.; Funk, M.: Immobilienbewertung Österreich; 2. Auflage; ÖVI Immobilienakademie; Wien; 2009

Deutsches Institut für Normung: DIN 18960 „Nutzungskosten im Hochbau“; Ausgabe: 02-2008

Deutsches Institut für Normung: DIN 276-1 „Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau“; Ausgabe: 12-2008

Deutsches Institut für Normung: E DIN 31051 „Grundlagen der Instandhaltung; Entwurf“; Ausgabe: 12-2011

Donath, D.: Bauaufnahme und Planung im Bestand; 1. Auflage; Vieweg+Teubner; 2008

Ehrlenspiel, K.; Kiewert, A.; Lindemann, U.: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren; 6. Auflage; Springer Berlin Heidelberg; München; 2007

Engelhart, A.; Rotermund, U.: Nutzungskosten bis zu 90% der Lebenszykluskosten; Artikel; www.immobilien-zeitung.de/103709/nutzungskosten-bis-zu-90-lebenszykluskosten; 2011

Floegl, H.: Lebenszykluskosten – Kennzahlen für ökonomische Nachhaltigkeit von Gebäuden; Präsentation, ABK-LEKOS; Wien; 03-2012

- Floegl, H.:** Praxisbezogenes Lebenszykluskosten–Prognosemodell; Präsentation, Haus der Zukunft; Wien; 10-2010
- Gebhart, K.:** Baukostensystematik; Studienunterlagen; TU-Wien; 2012
- German Facility Management Association:** GEFMA 220-1 „Lebenszykluskosten-Ermittlung im FM – Einführung und Grundlagen“; Ausgabe: 09-2010
- Grabener Verlag GmbH:** Lebensdauer; www.immobilien-fachwissen.de/lexikon.html; 17-04-2012
- Hellerforth, M.:** Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen; 1. Auflage; Springer Berlin Heidelberg; Lüdenscheid; 2006
- Hochreiner, A. S.:** Wert der Instandhaltung; Diplomarbeit; TU-Wien; 2011
- ib-data GmbH:** ABK-Lebenszykluskosten; Produktblatt; Wien; 05-2012
- Jodl, H. G.:** Betriebsorganisation und Bauprojektmanagement 3; Skriptum; TU-Wien; 2011
- Kolbitsch, A.:** Erhaltung und Erneuerung von Hochbauten; Vorlesung; TU-Wien; 2012
- König, H.:** Datenquellen in sirAdos-LEGEP; 04-2011
- König, H.:** LEGEP, Handbuch; 1. Auflage; WEKA MEDIA GmbH & Co. KG; 2009
- König, H.; Kohler, N.; Kreißing, J.; Lützkendorf, T.:** Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung; 1. Auflage; Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG; München; 2009
- König, H.; Mandl, W.:** LEGEP; www.wissenwiki.de/LEGEP; 04-06-2012
- Langer, K.:** Was wir von Camping-Urlaube und Flugzeug-WCs lernen könnten; Artikel; www.noe-gestalten.at/architektur_noe/lebenszyklus_eines_hauses.html; 19-04-2012
- LEGEP Software GmbH:** Programm und Datenbank; www.legep.de/index.php?AktivId=1057; 04-06-2012
- Leutgöb, K.; Benke, G.:** Energie und Umwelt im Lebenszyklusspiegel von Gebäuden; Vortrag; Energie Verwertungsagentur; St. Georgen am Längsee; 2000
- Moschig, G. F.:** Bausanierung; 2. Auflage; Vieweg+Teubner; 2008
- Pelzeter, A.:** Lebenszykluskosten von Immobilien; 1. Auflage; Immobilien Manager Verlag; 2006
- Rechberger, H.:** Urbaner Stoffhaushalt; Studienunterlagen; TU-Wien; 2010

Scheibengraf, H.; Reisinger, H.: Abfallvermeidung und –verwertung: Baurestmassen, Report, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Wien; 2005

Schenk, M.: Instandhaltung technischer Systeme; 1. Auflage; Springer Berlin Heidelberg; Magdeburg; 2010

Sigg, R.; Kälin, W.: Grundlagen und Instrumente für die praxisnahe Berechnung von Lebenszykluskosten; 15. Schweizerisches Status-Seminar «Energie- und Umweltforschung im Bauwesen»; Zürich; 2008

Stahr, M.: Bausanierung – Erkennen und Beheben von Bauschäden; 5. Auflage; Vieweg+Teubner; Leipzig; 2011

tatendräng | architektur: www.tatendräng.at/cms/index.php?id=8; 17-04-2012

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: LEGEP - die Software für Lebenszyklusplanung; www.legep-software.de; 04-06-2012

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: LEGEP; Online Hilfe; 18-06-2012

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG: mikado+plus – Lebenszykluskosten und Ökobilanzen; Magazin; 12-2010

Weller, R.: Ist ÖPP per se schon nachhaltig?; www.facility-management.de/artikel/fm_Ist_oePP_per_se_schon_nachhaltig__1266017.html; 13-07-2012

Wübbenhorst, K. L.: Konzept der Lebenszykluskosten; Verlag für Fachliteratur; Darmstadt; 1984

Zentralverband Deutsches Baugewerbe et al.: Leitbild Bau; http://www.gefma.de/fileadmin/user_upload/gefma/strategie/LeitbildBau_fin_01.pdf; 03-2009

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Phasen im Lebenszyklus von Bauwerken	4
Abb. 2.2: Kostenbeeinflussbarkeit	5
Abb. 2.3: Darstellung der Abnutzung	12
Abb. 2.4: BTE Lebensdauer katalog – Zeitwerte	14
Abb. 2.5: Reduktion des Nutzungspotentials.....	16
Abb. 2.6: Aufteilung der Lebenszykluskosten eines durchschnittlichen Bürogebäudes.....	22
Abb. 2.7: Kostenverlauf betrachtet über den Lebenszyklus einer Immobilie	22
Abb. 2.8: Baufolgekosten verschiedener Gebäudetypen	23
Abb. 2.9: Zusammenhang Kostenbeeinflussung – Kostensumme.....	24
Abb. 2.10: Der Eisberg der Lebenszykluskosten aus der Sicht der Nutzer	25
Abb. 2.11: Kostenplanung – ÖNORM B 1801-1	32
Abb. 2.12: Kostengruppierung – ÖNORM B 1801-1.....	33
Abb. 2.13: Zusammenhang von Errichtungs- und Folgekosten – ÖNORM B 1801-2.....	36
Abb. 2.14: Kostengruppierung – ÖNORM B 1801-2.....	36
Abb. 3.1: Lageplan	44
Abb. 3.2: Flächenplan – Grundriss KG	45
Abb. 3.3: Flächenplan – Grundriss EG	46
Abb. 3.4: Flächenplan – Grundriss 1.OG bis 3.OG	47
Abb. 3.5: Schnitt (A-A) durch das Gebäude	48
Abb. 4.1: Programmüberblick ABK-LEKOS	51
Abb. 4.2: Anzeigespalten/Tabellenlayout.....	52
Abb. 4.3: Fehlerhafte Verwendung einer Variable	53
Abb. 4.4: Auswahl Brutto/Netto	54
Abb. 4.5: Einstellungen – MWSt-Code.....	54
Abb. 4.6: Anzeigenauswahl für Valorisierung.....	56
Abb. 4.7: Werte in Jahresspalten: Kumulierter Wert.....	57
Abb. 4.8: Werte in Jahresspalten: Jahressteigerung	57
Abb. 4.9: Werte in Jahresspalten: Kumulierter Wert ohne Valorisierung.....	58
Abb. 4.10: Werte in Jahresspalten: Jahressteigerung ohne Valorisierung.....	58
Abb. 4.11: Ermittlung von Flächen und Volumina über Sollwerte (hier vom BKT)	59
Abb. 4.12: Checkliste.....	60
Abb. 4.13: Prüfprotokoll.....	60
Abb. 4.14: Checkliste, nicht geprüfte empfohlene Werte.....	60
Abb. 4.15: Checkliste, nicht geprüfte und vorgeschriebene Werte	61
Abb. 4.16: Eckdaten	62
Abb. 4.17: Register Parameter und Kosten; Auswertungen.....	62
Abb. 4.18: Basisparameter – Objektkenndaten	63

Abb. 4.19: Errichtungskosten	65
Abb. 4.20: Errichtungskosten – Alle Kostenbereiche.....	66
Abb. 4.21: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E0 - Grund.....	66
Abb. 4.22: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E1 - Aufschließung.....	67
Abb. 4.23: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E2 - Bauwerk-Rohbau.....	67
Abb. 4.24: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E3 - Bauwerk-Technik.....	68
Abb. 4.25: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E4 - Bauwerk-Ausbau.....	69
Abb. 4.26: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E5 - Einrichtung.....	70
Abb. 4.27: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E6 - Außenanlagen.....	70
Abb. 4.28: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E7 - Planungsleistungen.....	71
Abb. 4.29: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E8 - Nebenleistungen.....	71
Abb. 4.30: Errichtungskosten – Kostenhauptgruppe E9 - Reserven.....	71
Abb. 4.31: Parameter Folgekosten	72
Abb. 4.32: Parameter Folgekosten – Finanzielle Parameter	72
Abb. 4.33: Parameter Folgekosten – Parameter Verwaltung + Technik	73
Abb. 4.34: Parameter Folgekosten – Parameter Ver- und Entsorgung.....	74
Abb. 4.35: Parameter Folgekosten – Parameter Reinigung.....	75
Abb. 4.36: Parameter Folgekosten – Ermittlung der jährlichen Reinigungskosten.....	76
Abb. 4.37: Parameter Folgekosten – Parameter Gebäudedienste.....	77
Abb. 4.38: Parameter Folgekosten – Parameter Instandsetzung.....	77
Abb. 4.39: Parameter Folgekosten – Abbruch/Entsorgung.....	78
Abb. 4.40: Folgekosten – Spalteneingabe Frequenz, Preissteigerung.....	80
Abb. 4.41: Folgekosten – Berechnungswerte	81
Abb. 4.42: Folgekosten.....	81
Abb. 4.43: Folgekosten – Alle Kostenbereiche.....	82
Abb. 4.44: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F1 - Verwaltung	83
Abb. 4.45: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F2 - Technischer Gebäudebetrieb.....	83
Abb. 4.46: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F3 - Ver- und Entsorgung.....	84
Abb. 4.47: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F4 - Reinigung und Pflege.....	85
Abb. 4.48: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F5 - Sicherheit	85
Abb. 4.49: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F6 - Gebäudedienste	86
Abb. 4.50: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F7 - Instandsetzung, Umbau.....	87
Abb. 4.51: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F8 - Sonstiges.....	87
Abb. 4.52: Folgekosten – Kostenhauptgruppe F9 - Objektbeseitigung, Abbruch.....	87
Abb. 4.53: Ergebnisse	88
Abb. 4.54: Ergebnisse – Kennwerte	89
Abb. 4.55: Ergebnisse – Kostenbereiche.....	90
Abb. 4.56: Ergebnisse – Errichtungs- und Folgekosten.....	91
Abb. 4.57: Auswertungen.....	91
Abb. 4.58: Auswertungen – Lebenszykluskosten drucken.....	92

Abb. 4.59: Auswertungen – Übersicht	93
Abb. 4.60: Auswertungen – Kostenverteilung	93
Abb. 4.61: Auswertungen – Kostenentwicklung.....	94
Abb. 4.62: Auswertungen – Kostenverlauf	94
Abb. 4.63: Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten – BKI-Berechnung.....	95
Abb. 4.64: Flächenwerte für Folgekosten – BKI-Berechnung.....	96
Abb. 4.65: Gesamtkosten – Errichtung mittels BKI-Berechnung.....	96
Abb. 4.66: Folge- und Lebenszykluskosten mittels BKI-Berechnung	97
Abb. 4.67: Objektkennwerte für Errichtungs- und Folgekosten – genaue Berechnung	97
Abb. 4.68: Flächenwerte für Folgekosten – genaue Berechnung.....	98
Abb. 4.69: Gesamtkosten – Errichtung mittels genauer Berechnung	98
Abb. 4.70: Lebenszykluskosten mittels genauer Berechnung.....	99
Abb. 4.71: Berechnungsschema Errichtungskosten	106
Abb. 4.72: Berechnungsschema Folgekosten.....	107
Abb. 4.73: Berechnungsschema Lebenszykluskosten	108
Abb. 4.74: Nachvollziehbarkeit Berechnungsmodell, allgemeine Formel	113
Abb. 4.75: Nachvollziehbarkeit Berechnungsmodell, Formelaufschlüsselung.....	114
Abb. 4.76: nicht definierte Variable – Fehlermeldung	115
Abb. 5.1: LEGEP-Kreis	124
Abb. 5.2: Schema des Datenaustausches mit LEGEP.....	125
Abb. 5.3: Programmkonzept der Software LEGEP	125
Abb. 5.4: Programmmodule.....	126
Abb. 5.5: Schema des integrierten Taschenrechners	129
Abb. 5.6: Schema der Doppelfenstertechnik.....	129
Abb. 5.7: Zusammensetzung eines Gebäudes.....	131
Abb. 5.8: Aufbau der Elemente.....	132
Abb. 5.9: Gliederung der Elemente	133
Abb. 5.10: Gliederung der Positionen	134
Abb. 5.11: Gliederung der Materialien.....	135
Abb. 5.12: Gliederung der Folgeelemente	135
Abb. 5.13: Basisdaten des Grobelements.....	137
Abb. 5.14: Bestandteile des Grobelements	137
Abb. 5.15: Bestandteile eines Feinelements	138
Abb. 5.16: Skizze des Grobelements	138
Abb. 5.17: Positionsuntermenü „Material“	138
Abb. 5.18: Positionsuntermenü „Energie/Transport“.....	139
Abb. 5.19: Vergleich von Elementen: Summendarstellung.....	140
Abb. 5.20: Lebenszykluskosten von Elementen: akkumuliert.....	140
Abb. 5.21: Farborganisation der Elemente: Beispiel (Grobemente)	142
Abb. 5.22: Suchfunktion.....	142

Abb. 5.23: Zusammenhang der Programmmodule	143
Abb. 5.24: Projekt-Menü	144
Abb. 5.25: Übersicht: Projektvergleich.....	144
Abb. 5.26: PM Projekt: Menüstruktur.....	145
Abb. 5.27: PM Projekt: Projekt und Aufgaben.....	146
Abb. 5.28: PM Projekt: Grundflächen und Rauminhalte	146
Abb. 5.29: PM Projekt: Projektelemente – Struktur.....	147
Abb. 5.30: PM Projekt: Projektelemente	148
Abb. 5.31: PM Projekt: Anzahl der Elemente	149
Abb. 5.32: PM Kostenplanung: Menüstruktur.....	149
Abb. 5.33: PM Kostenplanung: Preisfaktoren – Von-Mittel-Bis-Positionspreis	150
Abb. 5.34: PM Kostenplanung: Preisfaktoren	150
Abb. 5.35: PM Kostenplanung: Projektelemente	151
Abb. 5.36: PM Kostenplanung: Sonstige Kosten.....	152
Abb. 5.37: PM Kostenplanung: Auswertung der Herstellungskosten.....	152
Abb. 5.38: PM Kostenplanung: Auswertung der KG 300	153
Abb. 5.39: PM Kostenplanung: Auswertung nach Gewerken.....	153
Abb. 5.40: PM Wärme / Energie: Menüstruktur.....	154
Abb. 5.41: PM Wärme / Energie: Hüllflächen - Menüstruktur.....	155
Abb. 5.42: PM Wärme / Energie: Hüllflächen	156
Abb. 5.43: PM Wärme / Energie: Technische Angaben (grafisch)	156
Abb. 5.44: PM Wärme / Energie: Betriebselemente.....	157
Abb. 5.45: PM Wärme / Energie: Transmissionsverluste – Übersicht.....	157
Abb. 5.46: PM Wärme / Energie: Medienauswertung.....	158
Abb. 5.47: PM Bauteilvergleich: Menüstruktur.....	158
Abb. 5.48: PM Bauteilvergleich: Vergleichselemente.....	159
Abb. 5.49: PM Bauteilvergleich: kumulierte Lebenszykluskosten.....	160
Abb. 5.50: PM Lebenszykluskosten: Menüstruktur	162
Abb. 5.51: PM Lebenszykluskosten: Allgemeine Angaben	163
Abb. 5.52: PM Lebenszykluskosten: Zyklusmenü.....	164
Abb. 5.53: PM Lebenszykluskosten: Projektelemente – Teil 1	165
Abb. 5.54: PM Lebenszykluskosten: Projektelemente – Teil 2	165
Abb. 5.55: PM Lebenszykluskosten: Projektelemente – Teil 3	166
Abb. 5.56: PM Lebenszykluskosten: Jährliche Kosten	167
Abb. 5.57: PM Lebenszykluskosten: tabellarische Auswertung (statisch).....	167
Abb. 5.58: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – jährliche Kosten (statisch)	168
Abb. 5.59: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – kumulierte jährliche Kosten (statisch).....	169
Abb. 5.60: PM Lebenszykluskosten: Auswertung – Betriebsjahre (statisch).....	169
Abb. 5.61: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – jährliche Kosten (dynamisch).....	170
Abb. 5.62: PM Lebenszykluskosten: Diagramm – Folgekosten und Barwert.....	171

Abb. 5.63: Preissteigerungen und Verzinsung	173
Abb. 5.64: Kreisdiagramm (prozentual): links – ohne Preisst.; rechts – mit Preisst.	173
Abb. 5.65: Diagramm – jährliche Kosten (kumuliert): ohne Preissteigerungen.....	173
Abb. 5.66: Diagramm – jährliche Kosten (kumuliert): mit Preissteigerungen.....	174
Abb. 5.67: Diagramm – jährliche Kosten (kumuliert): Folgekosten und Barwert.....	174
Abb. 5.68: Diagramm – jährliche Kosten: Instandsetzung und Reinigung	175

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Lebensdauer von Gebäudekomponenten	13
Tab. 2.2: Nutzungsdauer nach Objekttypen	16
Tab. 2.3: Baugliederung 1.Ebene und 2.Ebene – ÖNORM B 1801-1	34
Tab. 2.4: Gliederung der Folgekosten – ÖNORM B 1801-2.....	37
Tab. 2.5: Kostengruppierung – DIN 276-1	38
Tab. 2.6: Gliederung der Kosten – DIN 276-1	39
Tab. 2.7: Kostengliederung – DIN 18960.....	41
Tab. 2.8: Vergleich der Kostengruppen, ÖNORM vs. DIN.....	42
Tab. 2.9: Vergleich der Zwischensummen, ÖNORM vs. DIN.....	42
Tab. 2.10: Vergleich der Nutzungskostengruppe (1.Ebene), ÖNORM vs. DIN.....	43
Tab. 3.1: Gebäudedaten	49
Tab. 4.1: Ergebnisvergleich: BKI-Berechnung – genaue Berechnung (gesamte Lebensdauer)	99
Tab. 5.1: Informationen zur Position.....	134
Tab. 5.2: Kennzeichnung der Folgetypen	136
Tab. 5.3: Symbolorganisation der Elemente	141
Tab. 5.4: Farborganisation der Elemente (Feinelemente).....	142
Tab. 5.5: Ergebnis Herstellungs- und Folgekosten nach LEGEP.....	172
Tab. 6.1: Vergleich der Softwarelösungen	187
Tab. 6.2: Vergleichswerte des Beispielprojekts – dynamische Berechnung	189