

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



Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen bei Ein- und Zweifamilienhäusern

Handbuch

Auftraggeber:

Dinhobl Bauunternehmung GmbH in Kooperation mit Mayerbau GmbH und Architekturbüro Baumeister Maximilian Moser. Erstellt wurde das Handbuch im Rahmen des Projektes „LZK Bau - Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen bei Ein- und Zweifamilienhäusern“.

Auftragnehmer:

Donau-Universität Krems, Department für Bauen und Umwelt

Projektleitung: DI Christina Ipser

Projektmitarbeiter: DI Wolfgang Stumpf; Arch. DI Gregor Radinger, MSc; DI Dr. Helmut Floegl

Krems, 06.04.2017

Das Projekt wurde durch eine Kooperationsförderung des NÖ Wirtschafts- und Tourismusfonds unterstützt und durch den eco plus Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich und das Kompetenzzentrum Bauforschung der Bundesinnung Bau begleitet.



Inhaltsverzeichnis

1	Ziele des Handbuchs.....	5
1.1	Für wen ist das Handbuch	5
1.2	Was sind die Ziele dieses Handbuchs?	5
2	Über das Projekt „LZK Bau“	8
2.1	Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen bei Ein- und Zweifamilienhäusern.....	8
2.2	Projektziele	8
2.3	Inhalte und Methode.....	8
2.4	Ergebnisse.....	8
3	Lebenszykluskosten für Baumeister und Bauherren.....	9
3.1	Langfristige Leistbarkeit – Relevanz	9
3.1.1	Das Verhältnis von Errichtungskosten zu Folgekosten.....	10
3.1.2	Der Zusammenhang zwischen Errichtungskosten und Folgekosten	11
3.2	Was sind Lebenszykluskosten?.....	11
3.2.1	Lebenszykluskosten	11
3.2.2	Errichtungskosten.....	12
3.2.3	Folgekosten	14
3.2.4	Die wichtigsten Normen und weiterführende Informationen	16
3.3	Die Methode der Lebenszykluskosten-Berechnung.....	16
3.3.1	Beschreibung der Rechenmethodik	16
3.3.2	Ermittlung der Errichtungskosten	16
3.3.3	Ermittlung der Folgekosten	17
3.3.4	Statische und dynamische Berechnung.....	18
3.4	Lebenszykluskosten von Ein- und Zweifamilienhäusern	20
3.4.1	Rechenbeispiel Mustergebäude „Haus K“	20
3.4.2	Annahmen und Szenarien für die Berechnung.....	22
3.4.3	Die Lebenszykluskosten von „Haus K“	23
3.4.4	Zusammensetzung der Lebenszykluskosten	25
3.4.5	Lebenszykluskostenkennzahlen	26
3.4.6	Diskussion der Abgrenzung anhand des Beispiels.....	27
4	Worauf bei lebenszykluskostenbewusstem Planen und Bauen zu achten ist	30
4.1	Gute Planung = gutes Haus.....	30
4.1.1	Wechselwirkung von Planungsprozess und Planungsqualität	31
4.1.2	Gebäudekonzept und Entwurfsplanung.....	32

4.1.3	Einreich-, Ausführungs- und Detailplanung (technische Umsetzung).....	35
4.2	Ausführungsqualität	36
4.2.1	Verarbeitbarkeit von Baustoffen	37
4.2.2	Zeit als wesentlicher Einflussfaktor	37
4.3	Folgekosten planen	38
4.3.1	Was sind Folgekostentreiber?	38
4.3.2	Lebenszykluskosten versus persönlicher Nutzen	48
4.3.3	Für die Zukunft planen	49
5	Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen in der Praxis	50
5.1	Aktueller Stellenwert der Lebenszykluskosten-Betrachtung	50
5.2	Wie kann die Lebenszykluskostenbetrachtung in die tägliche Praxis Eingang finden?	52
6	Schluss	54
7	Kontakt	55

1 Ziele des Handbuchs

Das eigene Haus im Grünen ist die beliebteste Wohnform der Österreicher und meist die größte Investition, die private Bauherren in ihrem Leben tätigen. Für leistbares Bauen und Wohnen ist es wichtig, dass bei grundlegenden Entscheidungen nicht nur die Investitionskosten, sondern auch die zu erwartenden Betriebs- und Instandhaltungskosten berücksichtigt werden. Die Lebenszykluskosten einer Immobilie, also die Summe aus den Errichtungs- und den Folgekosten, werden von der Qualität der Planung und Ausführung, den getätigten Investitionen, sowie dem Verhalten der Nutzer beeinflusst.

Die Baubranche besteht ein Bewusstsein für diese Zusammenhänge und Praktiker verfügen über wertvolles Erfahrungswissen, wo und wie im Lebenszyklus von Gebäuden Kosten verursacht werden. Mit diesem Handbuch soll nun ein Überblick über die in der Branche vorhandene Erfahrung geschaffen und das Wissen über bestehende Methoden und Werkzeuge für eine transparente Darstellung und Kommunikation der oben beschriebenen Zusammenhänge an die Kunden vermittelt werden.

1.1 Für wen ist das Handbuch

- Für planende und ausführende Bauschaffende
- Für interessierte Bauherren

Das Handbuch bietet Information über alle Kosten, die ein Bauprojekt verursacht. Es beschreibt die Kosten über den gesamten Lebenszyklus, der von der Vorbereitung und Errichtung, über die Nutzung bis hin zum Lebensende eines Ein- oder Zweifamilienhauses reicht.

Es soll ein Begleiter für Bauherren und Bauschaffende bei der Ermittlung und Bewertung der Errichtungs- und Folgekosten einzelner Baumaßnahmen sein. Praxisnahe Rechenbeispiele, die nach aktuellem Wissensstand mit genormten Methoden durchgeführt wurden und im Handbuch nachvollziehbar dargestellt werden, bieten eine objektive Hilfe auf dem Weg zum leistbaren und kostengünstigen Bauen und Wohnen.

Das Handbuch richtet sich in erster Linie an die Beteiligten privater Wohnbauprojekte und bietet eine Einführung in den Themenbereich der Lebenszykluskosten-Betrachtung anhand von Ein- und Zweifamilienhäusern. Die Inhalte des Handbuchs lassen sich jedoch sinngemäß auf alle Arten von Bauprojekten anwenden.

1.2 Was sind die Ziele dieses Handbuchs?

- ➔ **Leser lernen** die wichtigsten Schlagworte und **Begriffe zum Thema Lebenszykluskosten und ihre Definitionen** kennen.

Das Thema Lebenszykluskosten ist kein allgemein geläufiges Thema. Um die Kommunikation zwischen Bauherren, Bauschaffenden und Experten zu erleichtern und Missverständnisse zu vermeiden, ist es wichtig, dass alle Beteiligten die entsprechenden Fachbegriffe kennen. So können die Kostenziele eines Gebäudes besser besprochen und vereinbart werden.

In den Kapiteln 3.2 und 3.3 werden neben der Berechnungsmethode auch die wichtigsten Begriffe und Schlagworte erklärt.

- **Sie** erfahren, welche **Kosten nach ÖNORM B 1801-2** zu den Lebenszykluskosten gezählt werden und welche Kosten darüber hinaus bei einer **Gesamtbetrachtung** berücksichtigt werden sollten.

Die Kostenplanung endet nicht nach der Einholung von Offerten für einzelne Baumaßnahmen.

Wie hoch werden die Energiekosten sein, welche Gebühren werden fällig, wann sind welche Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich und mit welchen Kosten werden sie verbunden sein, wie viel ist professionelle Planung wert, muss eine Beratung bezahlt werden, wie viel kostet ein schlecht oder nicht genutztes Haus? Solche Fragen sollten schon vor Baubeginn beantwortet oder zumindest bedacht worden sein.

Eine Kostendarstellung nach Norm bietet Bauherren einen klaren Blick auf die Beträge, die früher oder später das Konto belasten werden. Die ÖNORM B 1801-1 und die ÖNORM B 1801-2 definieren dazu Kostenstrukturen und Kennzahlen bis hin zu den Gesamtkosten über den Lebenszyklus eines Gebäudes.

- **Sie** entwickeln ein **Bewusstsein** dafür, dass über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes Kosten anfallen und in welchem **Verhältnis** die **Folgekosten zu den Errichtungskosten** stehen können.

Neben den Begriffsdefinitionen werden anhand von Rechenbeispielen und Kostendiagrammen die unterschiedlichen Kostengruppen und Kostenarten erläutert. Daraus wird das Verhältnis von den Folgekosten zu den Errichtungskosten erkennbar.

- **Ihnen** wird bewusst, dass die **Folgekosten durch Investitions- und Planungsentscheidungen beeinflusst** werden können und **sie** wissen, in welchen Phasen die größten Möglichkeiten zur Einflussnahme bestehen.

Welche Auswirkung haben Entscheidungen in der Planungsphase auf die Lebenszykluskosten und mit welchen Folgekosten sind Investitionen verbunden? Auch ein Gebäude braucht regelmäßige Inspektion und Wartung und kein Bauteil hält für alle Ewigkeit. Die Auswahl von Materialien und Baustoffen, die Entscheidung für Ausführungsvarianten, gestalterische Lösungen und technische Ausstattung - all das wirkt sich auf die Folgekosten eines Gebäudes aus. Hinterher ist man immer klüger, außer man denkt rechtzeitig bei jeder Planungs- und Bauentscheidung an die gesamten Lebenszykluskosten.

- **Sie** lernen **wichtige Einflussfaktoren** (v.a. Investitions- und Planungsentscheidungen) auf die Lebenszykluskosten und mögliche **Folgekostentreiber** kennen.

Bestimmte Planungsentscheidungen und einzelne Elemente oder Bauteile können sich besonders stark auf die Folgekosten eines Gebäudes auswirken und somit so zu Folgekostentreibern werden. Anhand von Rechenbeispielen werden die Zusammenhänge zwischen diesen potentiellen Folgekostentreibern und den monetären Aufwänden der Planungs-, Errichtungs- und Nutzungsphase aufgezeigt.

- **Sie** lernen **Handlungsanleitungen** (Strategien) für lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen kennen.

Mit der Lebenszykluskosten-Berechnung können sie bewusste Planungs- und Bauentscheidungen unter Berücksichtigung von Aufwand und Nutzen über die ganze Lebensdauer eines Bauteils, einer Anlage oder des gesamten Gebäudes treffen.

- **Sie** lernen die wichtigsten **Normen, Richtlinien, Nachschlagewerke** zum Thema Lebenszykluskosten kennen.

Die Berechnung und Prognose der Kosten, die im gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes anfallen, ist keine neue Erfindung. Kosten des Gebäudebetriebs wurden schon immer mehr oder weniger genau kalkuliert und in Entscheidungen berücksichtigt. Um Transparenz und Vergleichbarkeit zu gewährleisten, ist es wichtig, dass die Kosten nach einer gesicherten Methode berechnet und in genormten Kostenstrukturen abgebildet werden. Dies bietet auch den Vorteil, dass keine ausschlaggebenden Größen vergessen werden.

Der Bauherr soll wissen, dass es solche Regelwerke gibt. Für den Planer bieten sie eine Leitlinie zur nachvollziehbaren und vergleichbaren Ermittlung von Lebenszykluskosten.

- **Sie** lernen einfache nachvollziehbare **Rechenbeispiele** kennen.

Zur besseren Veranschaulichung und Erklärung der Themen sind die theoretischen Grundlagen mit Rechenbeispielen hinterlegt. Diese sollen zum Weiterverwenden und zur Anwendung der Methode der Lebenszykluskostenrechnung für die eigene, individuelle Situation anregen.

- **Sie** erhalten Ansätze und **Ideen zur Entwicklung von Dienstleistungen** und Dienstleistungskonzepten zur Berücksichtigung der Lebenszykluskosten in der Bauherrenberatung, Planung, Ausführung und Sachverständigentätigkeit.

Eine nachvollziehbare und objektive Darstellung der Lebenszykluskosten von Gebäuden ist eine zusätzliche Planungsleistung und mit einem entsprechendem Aufwand verbunden. Sie ist jedoch mit einem hohen Nutzen für Bauherren verbunden und kann der Vertrauensbildung zwischen Baumeister und Bauherren und somit einer langfristigen Kundenbindung dienen. Durch den Nachweis der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit einer Investition kann sie zur Qualitätssteigerung von Planungs- und Bauleistungen führen.

- **Sie** finden Ansätze und Ideen zur **Weitervermittlung** eines Bewusstseins für Lebenszykluskosten.

Mit dem Handbuch kann auf gesichertes Wissen, genormte Methoden und nachvollziehbare Rechenbeispiele verwiesen werden. Dadurch wird das Interesse geweckt, Kosten und Nutzen von Bauaufgaben über die Errichtungsphase hinaus zu betrachten.

Hohe Qualität in Planung und Bauausführung bilden die Grundlage für langfristig leistbares Wohnen.

2 Über das Projekt „LZK Bau“

2.1 Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen bei Ein- und Zweifamilienhäusern

Bauherren wünschen sich leistbares Bauen und Wohnen. Aber wie viel kostet das Wohnen im Traumhaus? Ein Gebäude verursacht nicht nur bei der Errichtung, sondern auch während der Nutzung und sogar darüber hinaus Kosten. Wie können diese Folgekosten dargestellt und kommuniziert werden? Gibt es ein Patentrezept für kostenoptimales Bauen oder ist jede Planungs- und Baumaßnahme einzeln auf die damit verbundenen Lebenszykluskosten zu überprüfen?

Mit diesen Themen befasste sich das Projekt "LZK Bau" - Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen bei Ein- und Zweifamilienhäusern. Initiiert und beauftragt wurde das Projekt durch Dinhobl Bauunternehmung GmbH, in Kooperation mit Mayerbau GmbH und Architekturbüro Baumeister Maximilian Moser.

Das Projekt wurde durch eine Kooperationsförderung des NÖ Wirtschafts- und Tourismusfonds unterstützt und durch den ecoplus Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich und das Kompetenzzentrum Bauforschung der Bundesinnung Bau begleitet.

2.2 Projektziele

Ziele des Projektes waren

1. die Sensibilisierung von Bauherren, Bauunternehmen und Baumeister für die Zusammenhänge zwischen Investitions- und Planungsentscheidungen und den auftretenden Folgekosten, sowie
2. die Kompetenzsteigerung von Bauunternehmen und Baumeistern bei der Beratung von Kunden in Bezug auf Lebenszykluskosten.

2.3 Inhalte und Methode

Im Rahmen von zwei Workshops mit Experten und Praktikern der Baubranche wurde unter Leitung der Donau-Universität Krems zunächst ein Überblick der Thematik geschaffen und das notwendige theoretische und methodische Hintergrundwissen aufbereitet. Im Anschluss erfolgte die gemeinsame Erarbeitung der Grundlagen für die Inhalte und den Aufbau eines Handbuchs. Die Ergebnisse der Workshops wurden von der Donau-Universität Krems analysiert und für dieses Handbuch aufbereitet. Die Inhalte wurden mit Erkenntnissen aus aktueller Literatur, Experteninterviews und beispielhaften Lebenszykluskosten-Berechnungen ergänzt.

2.4 Ergebnisse

Basierend auf dem Handbuch wurde ein Curriculum inklusive Unterlagen für eine eintägige Kompaktschulung speziell für Planer und Ausführende entwickelt.

3 Lebenszykluskosten für Baumeister und Bauherren

Schon bei der Ideenfindung für ein Bauprojekt ist es wichtig, dass der Bauherr weiß, wie viel Geld er für das Projekt aufbringen kann oder will. Der Planer benötigt diesen Kostenrahmen, um den Entwurf danach ausrichten zu können. Der Baumeister erstellt auf Basis des Gebäudeentwurfs, der Ausführungsplanung oder anhand von Ausschreibungsunterlagen eine Kostenberechnung und legt dem Bauherren (häufig als Generalunternehmer) einen Kostenanschlag zur Errichtung seines Ein- oder Zweifamilienhauses vor.

Jede Investition, jede Baumaßnahme bietet einen Nutzen, der über einen bestimmten Zeitraum anhalten und den Anforderungen entsprechen soll. Dazu bedarf es jedoch Pflege in Form von Inspektionen, Wartungen und Instandsetzungen, sowie laufender Aufwände z.B. für die Ver- und Entsorgung des Gebäudes.

Damit der Nutzen nach der Errichtung gewährleistet ist und der Aufwand in einem für den Bauherren leistbaren Rahmen bleibt, sollten Planer und Ausführende schon in der frühen Planungsphase auf eine gesamtheitliche Kostenbetrachtung hinweisen und einen Kosten- und Finanzierungsplan über den vorgesehenen Nutzungszeitraum ausarbeiten. Geeignete Methoden zur Berechnung und Darstellung der Lebenszykluskosten von Gebäuden bietet die ÖNORM B 1801-4 Bauprojekt- und Objektmanagement.

3.1 Langfristige Leistbarkeit – Relevanz

Gegenwärtig stößt man häufig auf Aussagen wie: „Bauen ist kaum mehr leistbar, Wohnen wird immer teurer“. Trotzdem hält der Österreicher an seinem Traum von einem Eigenheim im Grünen fest. Wie kann dieser Wunsch weiterhin erfüllt werden, ohne dass nach einigen Jahren für den Bauherrn das böse Erwachen kommt? Zum Beispiel dann, wenn beim Haus die ersten Instandsetzungen notwendig werden. Diese Erhaltungskosten kommen ganz sicher, es ist nur eine Frage, wann und in welchem Umfang. Der Baumeister hat Erfahrung mit der Haltbarkeit von Materialien und Baukonstruktionen, dem Verhältnis von Kosten und Nutzen einzelner Baumaßnahmen und Investitionsentscheidungen und er ist Experte in Bezug auf Instandsetzungen oder Umbauten.

Es ist wichtig, sich von Beginn an dieser Folgekosten bewusst zu sein und bereits die Planung danach auszurichten, wie viel Geld für die Errichtung, und in späterer Folge für die Instandhaltung und den Betrieb aufgebracht werden muss. Nur so kann langfristige Leistbarkeit gewährleistet werden.

Der private Bauherr kann rechtzeitig seine Lebenshaltungskosten anpassen indem er die Höhe der Raten und die Laufzeit für den Baukredit entsprechend wählt und das Bauprojekt von Anfang an auf seine langfristigen finanziellen Möglichkeiten abstimmt.

Der Bauherr ist mit seiner Familie nicht nur Nutzer des Ein- oder Zweifamilienhauses, er ist auch Investor. Mit der Methode zur Lebenszykluskostenberechnung kann er entscheiden, ob die Bauplanung nach den Errichtungskosten oder über den gesamten Lebenszyklus optimiert erfolgen soll. Will der Besitzer den Gebäudewert bis zum Ende seiner Nutzung konstant hoch halten und laufend Qualitätsanpassungen durchführen? In diesem Fall würde das Haus bei Veräußerung oder Weitergabe an die nächste Generation in etwa einer neuwertigen Immobilie entsprechen. Laufende Abnutzung und eine minimale

Instandhaltung zum Erhalt der Funktionstüchtigkeit reduzieren nicht nur die Wohnqualität, sondern auch den Wert des Gebäudes. Bei entsprechender Qualität des Rohbaus kann jedoch selbst nach mehreren Jahrzehnten mit einer umfassenden Sanierung wieder ein neuwertiger Zustand hergestellt werden. In Summe über den Gebäudelebenszyklus betrachtet, kosten die beiden beschriebenen Szenarien in etwa gleich viel.

Mit der Darstellung der Kostenentwicklung über den Gebäudelebenszyklus steht dem Planer und Baumeister ein Planungswerkzeug zur Verfügung, mit dem er dem Kundenwunsch nach langfristiger Leistbarkeit und hohem Nutzen in Form von Wohnqualität für die Nutzungsdauer und darüber hinaus besser gerecht werden kann.

Ing. Cordula Rottensteiner, Planerin im Bauunternehmen idealHAUS gmbh: „Gute Planung und hohe Ausführungsqualität sichern leistbares Wohnen.“

3.1.1 Das Verhältnis von Errichtungskosten zu Folgekosten

Die Errichtungskosten machen meist weniger als die Hälfte des Kuchens aller Zahlungen im Lebenszyklus von Gebäuden aus. So auch in unserem Rechenbeispiel mit dem Mustereinfamilienhaus "Haus K", wie in Abb. 1. erkennbar wird (Details zum Rechenbeispiel unter Kapitel 3.4.1). Im angenommenen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren werden im Rechenbeispiel Folgekosten fällig, die in Summe höher sind, als die Errichtungskosten.

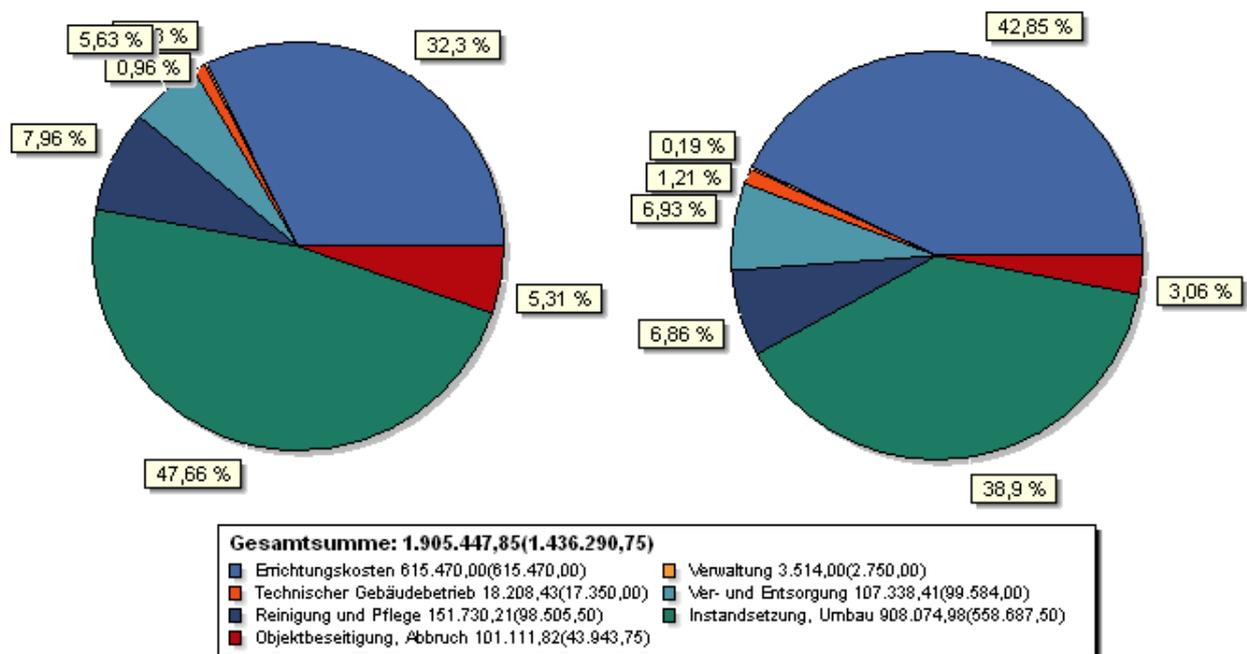


Abb. 1: Anteile von Errichtungs- (blau) und Folgekosten an den Lebenszykluskosten des Beispielgebäudes Haus K, bewertet nach dynamischer (links) und statischer Methode über einen Zeitraum von 50 Jahren, berechnet mit der Software ABK.

Dabei fallen neben den Kosten für den technischen Gebäudebetrieb, der Ver- und Entsorgung und der Reinigung vor allem die Kosten für Instandsetzungen ins Gewicht. Um die Kosten eines ganzen

Gebäudelebenszyklus mit sämtlichen Lebenszyklusphasen abzubilden, werden im Rechenbeispiel auch die Aufwände für den Abbruch und die Objektbeseitigung dargestellt. In einem alternativen Szenario könnte das Objekt am Ende des Betrachtungszeitraums auch verkauft oder an die nächste Generation weitergegeben werden.

Abb. 1 zeigt zwei Ergebnisse für die Berechnung der Lebenszykluskosten von Haus K. Beim linken Tortendiagramm sind im Gegensatz zur statischen Berechnung auch Preissteigerungen und eine Abzinsung aller nach der Errichtung auftretenden Kosten auf den Fertigstellungszeitpunkt berücksichtigt (Barwertbetrachtung). Da die großen Instandsetzungen und der Abbruch weit in der Zukunft liegen und die Preissteigerungsraten höher angenommen wurden als der gewählte Zinssatz für die Barwertberechnung, erhöht sich in der dynamischen Berechnung deren Anteil an den Gesamtkosten.

3.1.2 Der Zusammenhang zwischen Errichtungskosten und Folgekosten

Jede Baumaßnahme ist neben den Kosten für die Errichtung auch mit Folgekosten verbunden. Eine vorausschauende Planung berücksichtigt auch diese zukünftigen Kosten, die während der Nutzungsphase anfallen, idealerweise bis hin zum Rückbau. Dieser Informationsvorsprung hilft Bauherren bei wichtigen Entscheidungen, angefangen bei der Auswahl von Baustoffen und Materialien über Fragen der Gestaltung, bis hin zum Umfang der Baumaßnahme. Eine Beeinflussung der Folgekosten nach Fertigstellung des Gebäudes ist nur noch in begrenztem Umfang möglich.

Die Folgekosten werden stark von der Planungs- und Ausführungsqualität beeinflusst.

3.2 Was sind Lebenszykluskosten?

Für die Kostenplanung bzw. den Finanzierungsplan sind die Kosten der einzelnen Planungs- und Baumaßnahmen zu ermitteln. In der Entwurfsphase verwendet der Planer dazu Erfahrungswerte oder holt vor der Ausführungsphase entsprechende Offerte ein. Wichtig ist, dass sich der Bauherr für die Errichtung seines Wohnhauses einen Kostenrahmen gesetzt hat, und sich über seinen finanziellen Rahmen von Anfang bewusst ist. Denn nur mit einem festgelegten Kostenziel können in der Planung Kosten-Nutzen-Optimierungen vorgenommen werden.

3.2.1 Lebenszykluskosten

Lebenszykluskosten sind Errichtungskosten plus Folgekosten. Die Folgekosten setzen sich wiederum aus den Nutzungskosten und den Objektbeseitigungs- und Abbruchkosten zusammen. Lebenszykluskosten entstehen während der gesamten Lebensdauer eines Gebäudes - von der ersten Konzeptentwicklung bis zum Abbruch (siehe Abb. 2).

Die Kosten können entweder durchgängig mit oder ohne Umsatzsteuer berechnet werden. Bei privaten Bauherren wird eine Berechnung mit Umsatzsteuer empfohlen.

Eine einheitlich gegliederte Übersicht der Errichtungskosten hilft bei der Kommunikation mit Auftragnehmern, zur Kontrolle der Vollständigkeit und bei Einholung und Vergleich von Preisen. Im Folgenden sind die Kostengruppen der Errichtungskosten nach Baugliederung und einige ihrer Unterebenen gelistet. Für die leichtere Unterscheidung zu den Folgekostengruppen wird den Kostengruppen der Errichtung jeweils ein **E** vorangestellt. Eine umfassendere Beschreibung ist in der ÖNORM B 1801-1 nachzuschlagen.

E0 Grund

Die Grundkosten werden in der ÖNORM weder zu den Errichtungs-, noch zu den Lebenszykluskosten gerechnet. Natürlich können Sie je nach Lage des Grundstücks auf die Höhe der Gesamtinvestition einen wesentlichen Einfluss haben und müssen entsprechend berücksichtigt werden.

Die Lage des Grundstücks kann zugleich auch die später anfallenden Lebenshaltungskosten stark beeinflussen. Etwa, wenn auf Grund der großen Entfernung zum nächsten Nahversorger, zum Arbeitsplatz, zu öffentlichen Einrichtungen, der fehlenden Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr etc. ein zusätzlicher PKW angeschafft werden muss oder einfach nur für jede kleine Erledigung eine Autofahrt notwendig ist.

E1 Aufschließung

Diese Kostengruppe umfasst Kosten für

- Abbrechen und Beseitigen von vorhandenen Bauten, kontaminierten Böden, Roden von Bewuchs
- Erschließung des Grundstücks mit Ver- und Entsorgungsleitungen bis zum Hausanschluss für Wasser, Abwasser, Strom, Telekom, Gas, Fernwärme
- Zufahrt zum und am Grundstück, Herstellung des Gehsteigs außerhalb des Grundstücks

Die Bauwerkskosten (BWK) setzen sich aus den Kostengruppen Bauwerk-Rohbau, Bauwerk-Technik und Bauwerk-Ausbau zusammen:

E2 Bauwerk-Rohbau

- Erdarbeiten, Baugrube
- Fundamente, Bauwerksabdichtungen, Dränage
- horizontale, vertikale Bau- und Treppenkonstruktionen
- Ver- und Entsorgungsleitungen innerhalb des Objektes bis zum Hausanschluss
- Rauch- und Abgasfänge

E3 Bauwerk-Technik

- Anlagen zur Versorgung des Gebäudes mit Wärme, Luft, Wasser, Strom, Telekommunikation
- inklusive Gebäudeautomation

E4 Bauwerk-Ausbau

- Dach- und Fassadenverkleidungen, Dämmung, Abdichtungsschichten, Putz
- Türen und Fenster, Sonnenschutzvorrichtungen
- Geländer und Handläufe
- Innenausbau mit Estrich, Dämm- und Schutzschichten, Beläge und Beschichtungen

- Innenwandelemente, Türen, Verkleidungen

Die Baukosten (BAK) entsprechen Bauwerkskosten, erweitert um Aufschließung, Einrichtung und Außenanlagen:

E5 Einrichtung

- Möbel und Geräte

E6 Außenanlagen

- Gelände- und Oberflächengestaltung mit Begrünung, Bepflanzung, Wasserflächen
- Wege, Stellplätze
- Begrenzungsmauern und Einfriedungen

Die Errichtungskosten (ERK) beinhalten neben den Baukosten auch die Planungskosten, die Nebenleistungen und die Reserven.

E7 Planungsleistungen

- Projektleitung, Begleitende Kontrolle, Bauaufsicht durch Bauherren
- Architektur- und Fachplanung wie Statik, technische Gebäudeausrüstung, Gutachten, Beratungen
- Bauleitung, Örtliche Bauaufsicht

E8 Nebenleistungen

- Bewilligungen, Anschlussgebühren
- Versicherungen
- Bodenuntersuchung, Materialprüfung

E9 Reserven

- für Unvorhergesehenes
- für Qualitäts- und Quantitätsanpassungen

Die Kostenplanung sollte jedoch nicht bei den Errichtungskosten enden.

3.2.3 Folgekosten

Folgekosten sind Nutzungskosten plus Kosten für Objektbeseitigung und Abbruch. Sie werden gemäß ÖNORM B 1801-2 in ebenfalls 9 Kostengruppen gegliedert, siehe untere Hälfte der Abb. 3.

Neben den meist regelmäßig in gleicher Höhe anfallenden Nutzungskosten (Kostengruppen 1 bis 6) werden nach mehreren Jahren zur Instandsetzung des Gebäudes und seiner Anlagen oder zur Umnutzung einzelner Bereiche größere Investitionen notwendig (Kostengruppe 7).

Im privaten Wohnbau sind nicht alle Aufwände für die Gebäudenutzung monetär bewertbar. Eigenleistungen wirken sich zwar positiv auf die Geldbörse, aber negativ auf das Zeitbudget aus. Es bleibt jedem Gebäudeeigentümer überlassen, ob er Leistungen wie einfache Wartungen, Reparaturen, Reinigung usw. selbst durchführen, oder lieber die Zeit für Familie, Beruf und Freizeit nutzen möchte und eine bezahlte Fremdleistung in Anspruch nimmt. Jedenfalls soll vor der Berechnung der Lebenszyklus-

kosten festgelegt werden, ob und mit welchem Stundensatz geplante Eigenleistungen berücksichtigt werden.

Im Folgenden sind die Kostengruppen und einige den privaten Bauherren betreffende Kostenuntergruppen gelistet. Für die leichtere Unterscheidung zu den Errichtungskostengruppen wird den Kostengruppen der Folgekosten jeweils ein **F** vorangestellt. Für eine umfassendere Beschreibung ist in der ÖNORM B 1801-2 Kapitel 4.4 nachzuschlagen.

F1 Verwaltung

- Gebühren, Steuern, Abgaben, Versicherungen, z.B. Grundsteuer, Hausratsversicherung

F2 Technischer Gebäudebetrieb

- Wartungsvertrag für die Heizungsanlage
- Inspektion und Wartung der Gas-Heizung, Blitzschutzanlage
- Kaminkehrer
- Kleine Instandsetzungen und Reparaturen

F3 Ver- und Entsorgung

- Kosten für Wärme, Strom, Wasser, Abwasser, Müll

F4 Reinigung und Pflege

- Unterhaltsreinigung von Boden-, Wand- und Fensterflächen (meist Eigenleistung)
- Sonderreinigung von Möbeln, Teppichen und Böden, Sonnenkollektoren, Sonnenschutz
- Winterdienst
- Gartenpflege

F5 Sicherheit

- Betrieb und Wartung der Alarmanlage, Rauchmelder
- Kontrolle, z.B. während Abwesenheit im Urlaub

F6 Gebäudedienste

- Telekommunikation

F7 Instandsetzung, Umbau

- Große Instandsetzung: Erneuerung von Bauteilen und Anlagen, z.B. Fenstertausch, neue Heizungsanlage, Mal- und Streicharbeiten innen und außen
- Verbesserung und Umnutzung, z.B. barrierefreies Bad, getrennte Wohneinheiten schaffen, Solaranlage

F8 Sonstiges

- Sonstiges

F9 Objektbeseitigung, Abbruch

- Abbruch, Beseitigung und Entsorgung von einzelnen Einbauten, des gesamten Objektes, ggf. bis zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes

3.2.4 Die wichtigsten Normen und weiterführende Informationen

Seit 2014 ist die Berechnung der Lebenszykluskosten von Bauwerken und Gebäuden oder Gebäudeteilen in Österreich durch die ÖNORM B 1801 Teil 4 (Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 4: Berechnung von Lebenszykluskosten) standardisiert.

ÖNORM B 1801-4:2014 Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 4: Berechnung von Lebenszykluskosten

Die Gliederung der Errichtungs- und Folgekosten erfolgt für die Lebenszykluskostenberechnung nach ÖNORM B 1801 Teil 1 (Errichtungskosten - Baugliederung) bzw. ÖNORM B 1801 Teil 2 (Folgekosten).

ÖNORM B 1801-1:2015 Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 1: Objekterrichtung

ÖNORM B 1801-2:2011 Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 2: Objekt-Folgekosten

Die internationale Norm ISO 15686 Teil 5 und die europäische EN 15643-4 bilden ein entsprechendes Rahmenwerk für die Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden.

ISO 15686-5:2008 Hochbau und Bauwerke - Planung der Lebensdauer - Teil 5: Kostenberechnung für die Gesamtlebensdauer

DIN EN 15643-4:2012 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden – Teil 4: Rahmenbedingungen für die Bewertung der ökonomischen Qualität

Zum Thema Lebenszykluskosten-Berechnung und Gebäudelebenszyklus-Betrachtung werden verschiedene Schulungen und Seminare angeboten. Informationen dazu erhalten Sie unter der angegebenen Kontaktadresse in Kapitel 7.

3.3 Die Methode der Lebenszykluskosten-Berechnung

Die ÖNORM B 1801-4 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 4: Berechnung von Lebenszykluskosten definiert Begriffe, Randbedingungen und Methoden zur Berechnung der Lebenszykluskosten. Bei Anwendung der Norm sind alle Zwischen- und Endergebnisse nachvollziehbar und vergleichbar.

3.3.1 Beschreibung der Rechenmethodik

Das Ergebnis einer Lebenszykluskosten-Berechnung ist eine strukturierte Kostenzusammenstellung, aus der ein voraussichtlicher Plan-Kostenverlauf über den gesamten Lebenszyklus abgelesen werden kann. Die Kosten werden dabei jeweils in dem Jahr, in dem sie anfallen, zusammengefasst und als Jahreskosten dargestellt.

3.3.2 Ermittlung der Errichtungskosten

Die Schätzung bzw. Berechnung der voraussichtlichen Errichtungskosten erfolgt in der Entwurfsphase anhand von Erfahrungswerten und statistischen Kennwerten. In der Ausführungsphase kann anhand von vorliegenden Offerten ein bereits relativ genauer Kostenanschlag erstellt werden.

3.3.3 Ermittlung der Folgekosten

Für die Berechnung der Folgekosten sind neben Kenngrößen des betrachteten Objektes wie Flächenkennwerte, Angaben zu Bauteilflächen, Energiebedarf, Wartungsaufwand usw. auch Werte oder Annahmen zu Tarifen, Reinigungsleistungen, Bruttolohnstundensätzen usw. erforderlich. Bei der dynamischen Berechnungsmethode sind finanzielle Parameter zu Preissteigerungen und der Zinssatz für die Barwertbetrachtung zu definieren. Der Betrachtungszeitraum kann grundsätzlich von der Baufertigstellung bis zum Nutzungsende von Bau- und Anlageteilen bzw. bis zum Lebensende des Gebäudes reichen und wird in Jahren angegeben. Vor der Berechnung sollte der zu betrachtende Zeitraum mit den Nutzern bzw. Bauherren festgelegt werden. Als gute Ausgangsbasis kann für Einfamilienhäuser eine Betrachtung über 30 bis 50 Jahre empfohlen werden. Unterschiedliche Nutzungs- und Nachnutzungsszenarien und der zukünftigen Nutzer bedürfen jedoch entsprechend angepasster Betrachtungszeiträume, da sie die Ergebnisse wesentlich beeinflussen können.

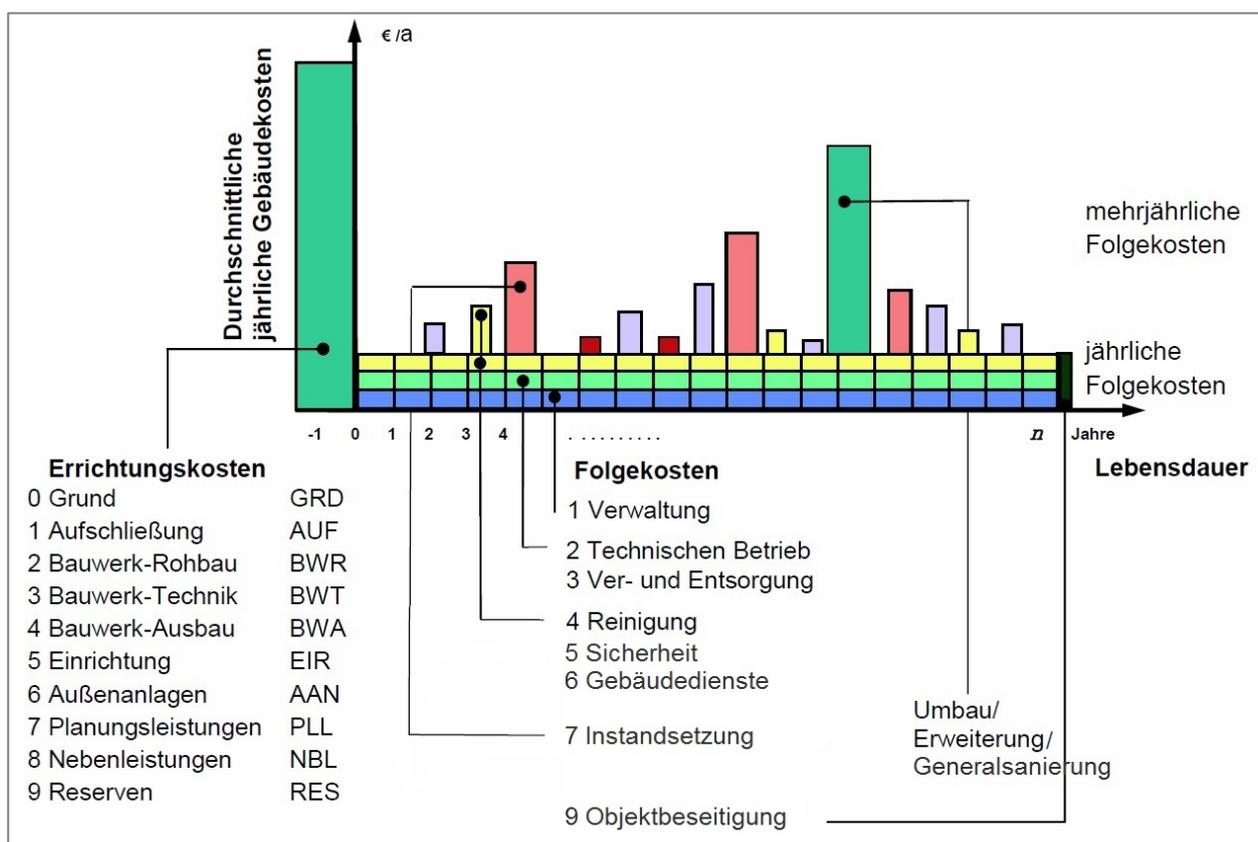


Abb. 4: Struktur der Gebäudelebenszykluskosten. Das Jahr „0“ markiert die Baufertigstellung. Bis dahin entstanden die Errichtungskosten. Danach fallen bis zum Lebensende des Gebäudes jährliche Folgekosten an. In mehrjährigen Abständen kommen noch mehrwährliche Folgekosten dazu. Die Summe aller Kostenbalken entspricht den gesamten Gebäudelebenszykluskosten (verändert nach ÖNORM B 1801-2 Bild 1).

Folgekosten treten im gesamten Gebäudelebenszyklus jährlich und mehrwährlich auf, siehe Abb. 4. Jährlich in gleicher Höhe (ohne Berücksichtigung von Preissteigerungen und Abzinsung) auftretende Folgekosten wie z.B. Gebühren, Kosten für Reinigung, Verbrauchsgüter, Wartungen, Inspektionen etc. werden über den Betrachtungszeitraum aufsummiert. Mehrwährliche Folgekosten wie z. B. größere Instandsetzungen

oder Umbauten fallen in entsprechenden mehrjährigen Abständen an. Für ihre Berechnung wird meist die Erneuerung der einzelnen Elemente am Ende ihrer individuellen Lebensdauer, bzw. zu sinnvollen Instandsetzungsmaßnahmen zusammengefasst angenommen. Dazu können die Errichtungskosten der einzelnen Elemente erneut angesetzt werden, erhöht um einen Aufschlagsfaktor zur Berücksichtigung der zusätzlichen Kosten für Abbruch und Entsorgung des alten Bauteils und den Planungs- und Ausführungsaufwand.

3.3.4 Statische und dynamische Berechnung

Die Hochrechnung der Folgekosten über den gesamten Gebäudelebenszyklus kann statisch oder dynamisch erfolgen. Bei privaten Ein- und Zweifamilienhäusern bringt in frühen Planungsphasen die statische Berechnung ein rasches, grobes Ergebnis. Dabei werden die zu erwartenden jährlichen Folgekosten nach heutigen Preisen – also ohne Berücksichtigung des Zeitpunkts zu dem die Zahlungen anfallen – über den Betrachtungszeitraum aufsummiert.

Für eine detailliertere Kostenprognose kann die dynamische Berechnungsmethode angewandt werden. Im Gegensatz zum statischen Berechnungsverfahren werden bei der dynamischen Berechnung auch Preissteigerungen (Nominalwertmethode) bzw. Preissteigerungen und die Abzinsung zukünftiger Kosten auf den Betrachtungszeitpunkt (Barwertmethode) in Rechnung gestellt. Bei Anwendung der dynamischen Methode spielt also der Zeitpunkt, zu dem Kosten im Betrachtungszeitraum anfallen eine Rolle.

Bei der **Nominalwertmethode** werden für Kosten, die in der Zukunft anfallen, Preissteigerungen berücksichtigt. Dazu werden die Kosten mit einem Preissteigerungsfaktor über eine Zinseszinsrechnung ab dem Betrachtungszeitpunkt (meist der Zeitpunkt der Baufertigstellung) aufgezinnt, siehe das Beispiel aus der ÖNORM B 1801-4 in Abb. 5.

Folgekosten, also zukünftige Kosten k , unterliegen einer angenommenen jährlichen Preissteigerung p , die nach den Kostengruppen Bau, Technik, Energie, Lohn und allgemein (Verbraucherpreisindex VPI) unterschieden werden kann. Der Preissteigerungsfaktor q wird mit der Preissteigerung p berechnet:

$$q = 1 + p$$

Bei Kosten, die in jedem Jahr in gleicher Höhe anfallen (jährlichen Kosten) k_0 ergibt sich der Nominalwert k_n (also die Summe der nominalen Kosten) über n Jahre Nutzungsdauer zu

$$k_n = k \cdot q \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Lebenszykluskosten nach Kostenbereichen und Jahren

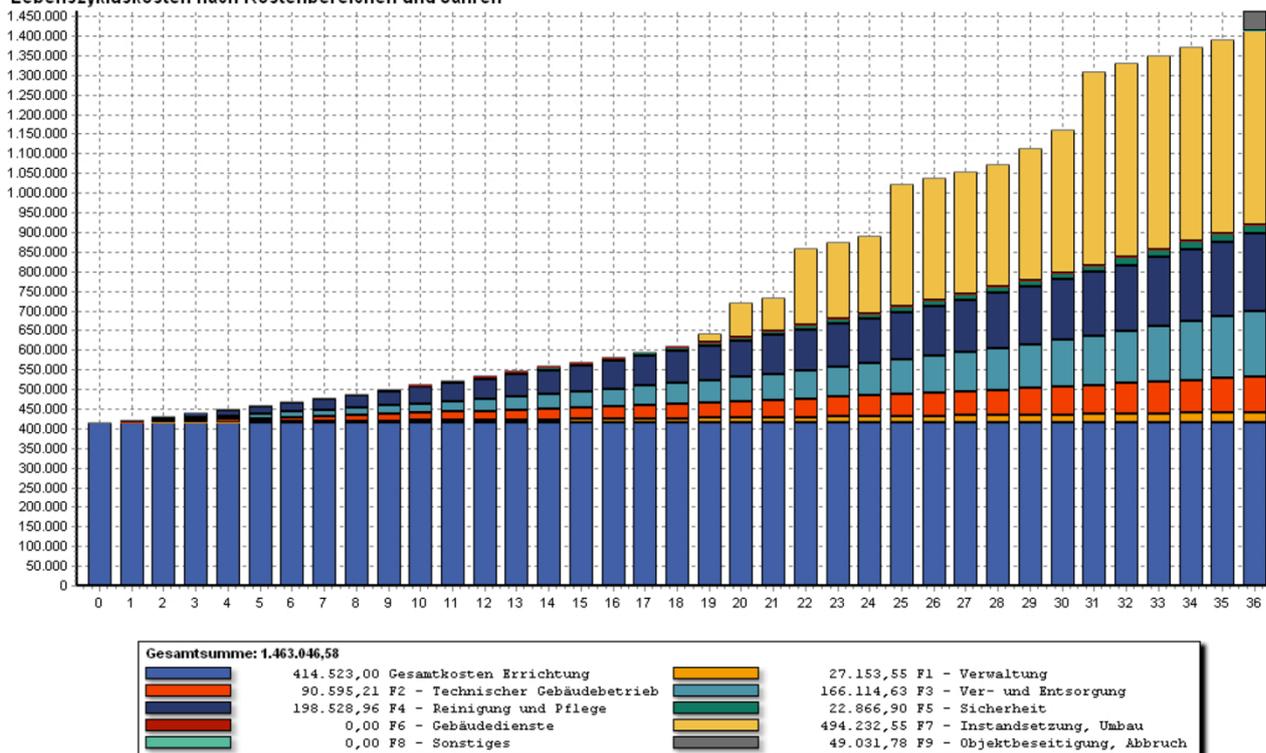


Abb. 5: Kumulierte Darstellung der nominalen Werte der Lebenszykluskosten über eine Dauer von 36 Jahren, Beispiel aus der ÖNORM B 1801-4 (Bild B.2).

Die **Barwertmethode** bildet durch zusätzliche Diskontierung (Abzinsung) der Nominalwerte künftiger Zahlungen auf den Betrachtungszeitpunkt den Zeitwert des Geldes ab (Barwert). So können die Folgekosten mit den Errichtungskosten unter Berücksichtigung des Zeitpunktes ihres Anfallens in ein direktes Verhältnis gestellt werden, siehe Abb. 6.

Der Abzinsungsfaktor d wird mit dem gewählten Zinssatz r berechnet:

$$d = 1 + r$$

Bei jährlichen Kosten k_0 ergibt sich der Barwert k_n (also die Summe der Barwerte) über die n Jahre Nutzungsdauer zu

$$k_n = k_0 \frac{\left(\frac{q}{d}\right)^n - 1}{\left(\frac{q}{d} - 1\right)}$$

Der Abzinsungsfaktor d und die Preissteigerungsrate q sind Gegenspieler.

Je höher der Zinssatz für die Barwertberechnung angesetzt wird, desto weniger tragen Zahlungen die weiter in der Zukunft liegen zur Summe der Lebenszykluskosten bei. Durch die Anwendung der Barwertmethode und die Wahl des Zinssatzes erfolgt also eine Gewichtung der Kosten nach dem Zeitpunkt ihres Anfallens. Die statische Berechnung kann als Sonderfall der dynamischen Berechnung mit

einem Kalkulationszinssatz von Null angesehen werden. Bei ihrer Anwendung werden alle Kosten gleich gewichtet, unabhängig davon wann sie im Betrachtungszeitraum anfallen.

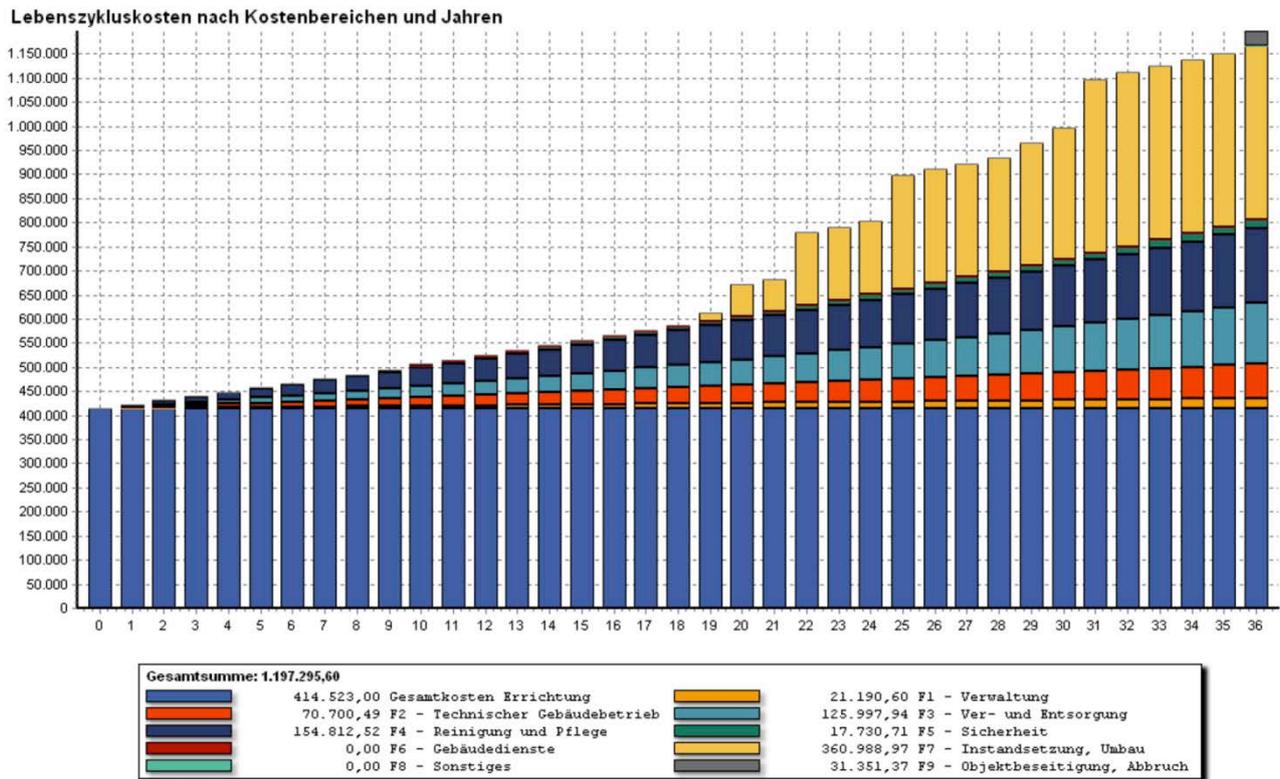


Abb. 6: Kumulierte Darstellung der Barwerte der Lebenszykluskosten über eine Dauer von 36 Jahren, Beispiel aus der ÖNORM B 1801-4 (Bild B.3).

Expertentipp von Dr. Helmut Floegl, Donau-Universität Krems: „Die Barwertmethode fußt auf einem Zinssatz, den man als Mittelwert von langfristigen Sparzinsen und Hypothekendarlehen ansetzen könnte und der in der Vergangenheit am besten durch die Sekundärmarktrendite des Bundes dargestellt war (vgl. ÖNORM B 1801-4). Seit 1.4.2015 kann die umlaufgewichtete Durchschnittsrendite für Bundesanleihen UDRB zur Orientierung herangezogen werden. Aufgrund der Geldmarktpolitik der Europäischen Zentralbank EZB wird empfohlen auf den aktuellen UDRB 100 Basispunkte (1,00%) aufzuschlagen. Für UDRB-Prozentsätze kleiner 0,00% und bis 0,50%, wird als Annahme für den Diskontierungzinssatz 1,00% empfohlen.“

3.4 Lebenszykluskosten von Ein- und Zweifamilienhäusern

Wie Lebenszykluskosten für Ein- und Zweifamilienhäuser ermittelt werden können, wird im Folgenden anhand eines Rechenbeispiels dargestellt.

3.4.1 Rechenbeispiel Mustergebäude „Haus K“

Beim Mustergebäude für das Rechenbeispiel handelt es sich um ein 2014 in Niederösterreich fertig gestelltes, zweigeschöbiges und teilweise unterkellertes Einfamilienhaus mit einer Doppelgarage als Nebengebäude, siehe Tab. 1, Abb. 7 und Abb. 8.

Das Kellergeschoß des Hauptgebäudes wurde aus Stahlbeton und mit 12 cm Wärmedämmung errichtet. Im Erd- und Obergeschoß bestehen die Außenwände aus 50 cm dicken Ziegelmauern. Die Flachdächer

über Haupt- und Nebengebäude sind als Warmdach ausgeführt. Der Heizwärmebedarf HWB_{RK} beträgt $16,76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (berechnet nach OIB RL 6, 2011).

Eine Wärmepumpe mit Tiefensole stellt Wärme für die Raumheizung und Warmwasserbereitung zur Verfügung. Die Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung sorgt für frische Luft in den Wohngeschoßen und reduziert den Wärmebedarf.

Tab. 1: Kennwerte zum Mustereinfamilienhaus „Haus K“.

Objektkennndaten		
Grundstücksfläche	730	m ²
Brutto-Grundfläche (BGF)	370	m ²
Brutto-Rauminhalt (BRI)	1.160	m ³
Netto-Grundfläche (NGF)	300	m ²
Nutzfläche gesamt (NF)	260	m ²
Brutto-Grundfläche beheizt (BGFbeheizt)	230	m ²

Kostenkennwerte		
Errichtungskosten gesamt	545.170	€
Errichtungskosten bezogen auf Brutto-Grundfläche	1.473	€/m ² BGF
Errichtungskosten bezogen auf Netto-Grundfläche	1.817	€/m ² NGF

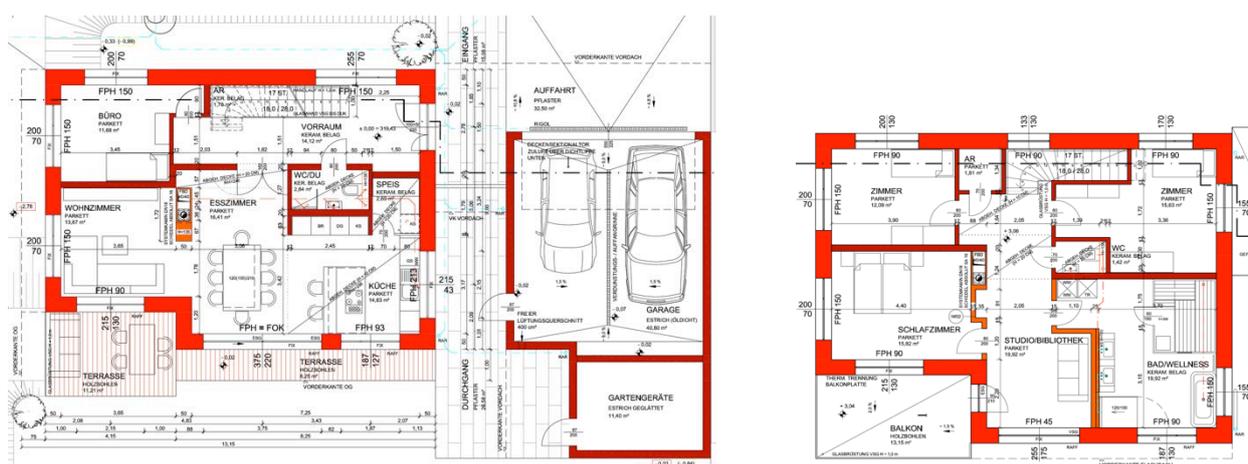


Abb. 7: Grundrisse Erdgeschoß (links) und Obergeschoß von Haus K (@privat).

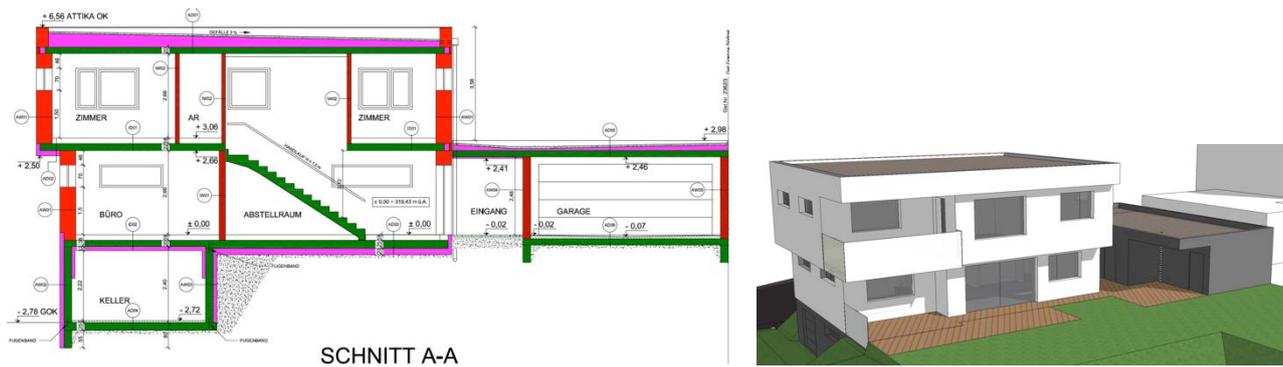


Abb. 8: Längsschnitt durch das Hauptgebäude und die Doppelgarage, Schaubild (rechts) von Haus K (©privat).

Die Errichtungskosten wurden basierend auf den abgerechneten Kosten des Mustergebäudes zusammengestellt und für unser Rechenbeispiel geringfügig angepasst.

3.4.2 Annahmen und Szenarien für die Berechnung

Für jede Lebenszykluskostenberechnung müssen verschiedenste Annahmen über zukünftige Rahmenbedingungen und Entwicklungen getroffen werden. Es ist wichtig diese Annahmen sorgfältig zu treffen und nachvollziehbar zu dokumentieren. Die vollständige Dokumentation unseres Rechenbeispiels „Haus K“ kann unter der im Anhang angegebenen Kontaktadresse angefordert werden.

Szenarien, die sich aus den getroffenen Annahmen ergeben, sollten realistisch und repräsentativ sein und mit den technischen und funktionalen Anforderungen des betrachteten Gebäudes übereinstimmen. So wird in unserem Rechenbeispiel von optimalen Rahmenbedingungen ausgegangen: von einer qualitativ hochwertigen Planung und Ausführung, einem fehlerfreien Betrieb im Sinne der Herstellerangaben und sorgfältiger Instandhaltung. In der Berechnung wird davon ausgegangen, dass es in keiner Lebenszyklusphase zu Schäden durch unvorhergesehene Ereignisse kommt und alle Bauteile eine lange Nutzungsdauer erreichen. Nach jeweils 20, 30 und 40 Jahren werden gebündelt und effizient größere Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt. Der Betrachtungszeitraum für unsere beispielhafte Lebenszykluskosten-Berechnung beträgt 50 Jahre ab Baufertigstellung. Aufgrund der sorgfältigen Instandsetzung wird das Gebäude nach 50 Jahren voraussichtlich in einem guten Zustand sein.

Damit in dem Rechenbeispiel auch die Kosten für den Abbruch und die Objektbeseitigung abgebildet sind und bewertet werden können, wurde dennoch am Ende des Betrachtungszeitraums ein (fiktiver) Abbruch angenommen. Damit soll jedoch keine Aussage über mögliche Lebens- oder Nutzungsdauern von Einfamilienhäusern getroffen werden, das Mustergebäude könnte in einem alternativen Rechenszenario am Ende des Betrachtungszeitraums ebenso verkauft oder an die nächste Generation weitergegeben werden.

Bei der dynamischen Berechnung wurden unterschiedliche Preissteigerungen für Bauleistungen, technische Dienste, Verbrauchspreise, Energie (Strom) und lohnintensive Leistungen (z.B. Reinigung), basierend auf statistischen Preissteigerungsraten der letzten Jahre, angesetzt. Siehe Tab. 2.

Tab. 2: Angenommene Preissteigerungsraten für die dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten von Haus K.

Preissteigerung		Quelle	
Bauleistungen (pBau)	2,76 %	STATISTIK AUSTRIA: Baupreisindex für den Hochbau, Wohnhaus- und Siedlungsbau insgesamt, Mittelwert 2005-2015; siehe auch http://www.statistik.at/	
Technische Dienste (pTechnik)	1,19 %	STATISTIK AUSTRIA: Erzeugerpreisindex Investitionsgüter (EU-harmonisierte Verwendungskategorien), Mittelwert 2005-2015, siehe auch http://www.statistik.at/	
Verbrauchspreise (pAllg)	1,94 %	STATISTIK AUSTRIA, Verbraucherpreisindex, Mittelwert 2005-2015, siehe auch http://www.statistik.at/	
Strom (pStrom)	0,28 %	E-Control, https://www.e-control.at/statistik/strom/marktstatistik/preisentwicklung Mittelwert Jänner 2008 - Jänner 2016	
Lohnintensive Leistungen (pLohn)	2,62 %	STATISTIK AUSTRIA: Erzeugerpreisindex für unternehmensnahe Dienstleistungen, Reinigung von Gebäuden, Straßen und Verkehrsmitteln ÖNACE (2008) 81.2 , Mittelwert 2006-201, siehe auch http://www.statistik.at/	

Zinssatz		Quelle	
Kalkulatorischer Zinssatz für Barwertberechnung (r)	1,00 %	Als Orientierungsgröße kann hier die umlaufgewichtete Durchschnittsrendite für Bundesanleihen UDRB herangezogen werden, siehe Kapitel 3.3	

Für die Barwertberechnung wurde ein Zinssatz von 1,00 % angenommen (siehe Expertentipp Dr. Helmut Floegl). Der Zeitaufwand für Eigenleistungen (einfache Wartungsarbeiten, Reinigung usw.) wurde in dem Rechenbeispiel mit einem Stundensatz von 10 € bewertet.

3.4.3 Die Lebenszykluskosten von „Haus K“

Unter den beschriebenen Annahmen ergeben sich in unserem Rechenbeispiel für Haus K bei statischer Betrachtung, über einen Zeitraum von 50 Jahren ab dem Zeitpunkt der Baufertigstellung, Lebenszykluskosten in Höhe von 1.365.991 €. Bei dynamischer Berechnung, also bei Berücksichtigung von Preissteigerungen und dem Zeitwert des Geldes (Barwertmethode), fallen bis zum Ende des Betrachtungszeitraums für Bauen und Wohnen insgesamt 1.835.148 € an.

Verteilt man die gesamten Lebenszykluskosten gleichmäßig auf die 50 Jahre des Betrachtungszeitraums, so ergeben sich bei statischer Betrachtung durchschnittliche jährliche Kosten in Höhe von 27.319 €. Bei dynamischer Berechnung fallen in unserem Beispiel im Schnitt 36.703 € pro Jahr an. Abb. 9 und Abb. 10 zeigen die Zusammensetzung der durchschnittlichen Lebenszykluskosten pro Jahr.

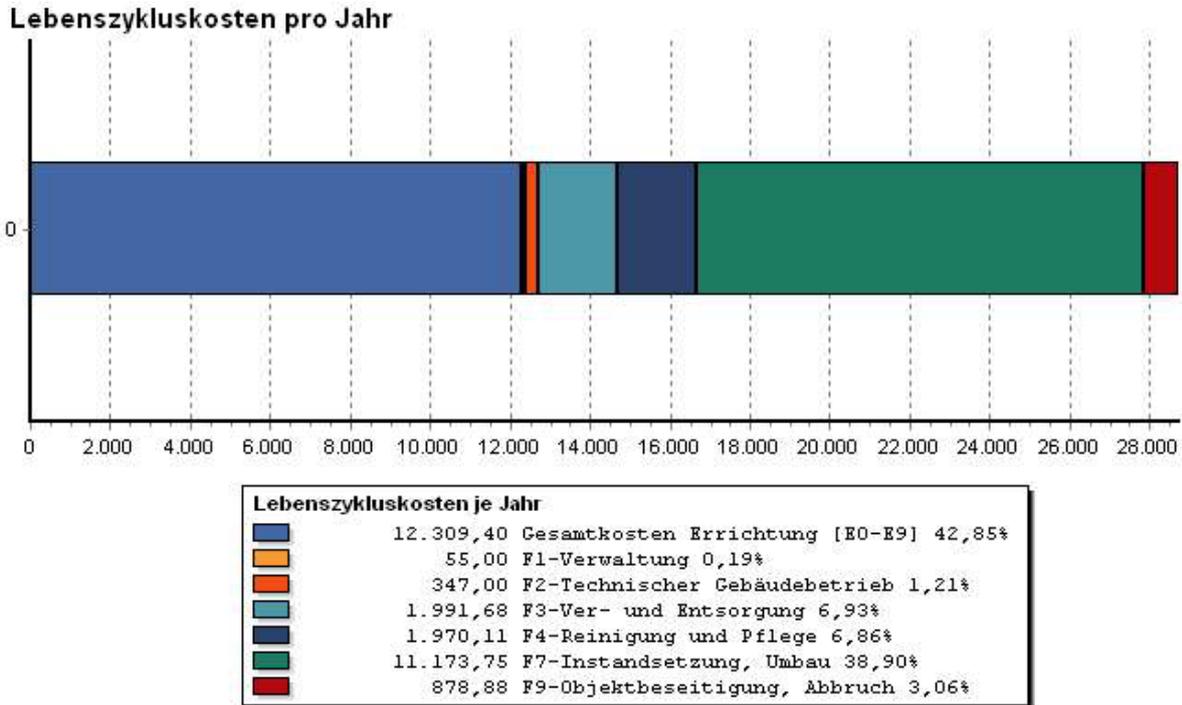


Abb. 9: Zusammensetzung der durchschnittlichen Lebenszykluskosten pro Jahr von Haus K über einen angenommenen Zeitraum von 50 Jahren, statisch berechnet mit der Software ABK.

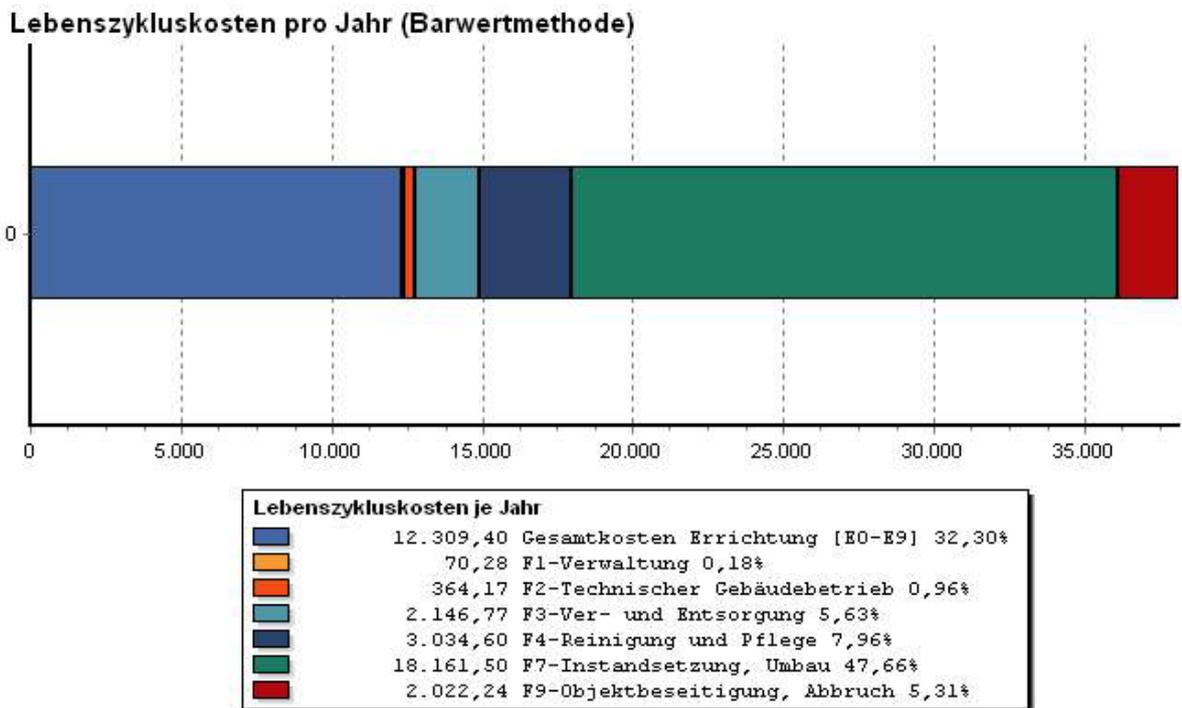


Abb. 10: Zusammensetzung der durchschnittlichen Lebenszykluskosten von Haus K über einen angenommenen Zeitraum von 50 Jahren, berechnet mit der Software ABK nach der Barwertmethode (Berücksichtigung von Preissteigerungen und Verzinsung).

3.4.4 Zusammensetzung der Lebenszykluskosten

Über den gesamten Lebenszyklus betrachtet ergeben sich neben der Errichtung weitere hohe Kosten für große Instandsetzungen, die in dem angenommenen Szenario nach 20, 30 und 40 Jahren jeweils gebündelt durchgeführt werden, siehe Abb. 11.

Vor allem auf Grund der guten Dämmwerte der Gebäudehülle ($HW_{BK} = 16,76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) und effizient arbeitenden Gebäudetechnik und Geräteausstattung, fallen die Folgekosten für den technischen Gebäudebetrieb und die Ver- und Entsorgung anteilmäßig gering aus. Die Reinigungskosten bestehen zum größten Teil aus dem mit 10 € pro Stunde bewerteten Zeitaufwand für Eigenleistungen. Beim Haus K entsprechen die Reinigungskosten bei statischer Berechnung fast genau jenen Kosten, die aus Ver- und Entsorgung des Gebäudes mit Haushaltsstrom, Wärme, Wasser, Müll anfallen.

Bei der Barwertmethode entspricht die Höhe der Folgekosten jenem Sparziel einer Veranlagung, das nach 50 Jahren erreicht werden soll. Bei der statischen Berechnung der Lebenszykluskosten hingegen werden die jährlichen Preissteigerungen und Verzinsung noch nicht berücksichtigt, siehe die orangefarbene Linie in Abb. 11. Das heißt, dass die Folgekosten am Ende der Betrachtungsdauer jenem Wert entsprechen, der zum Zeitpunkt der Baufertigstellung auf einem Konto zur Verfügung stehen sollte. Da eine Vorhersehung der Zinsentwicklung kaum möglich ist, wird vor allem im privaten Wohnbau bevorzugt die statische Bewertungsmethode angewendet.

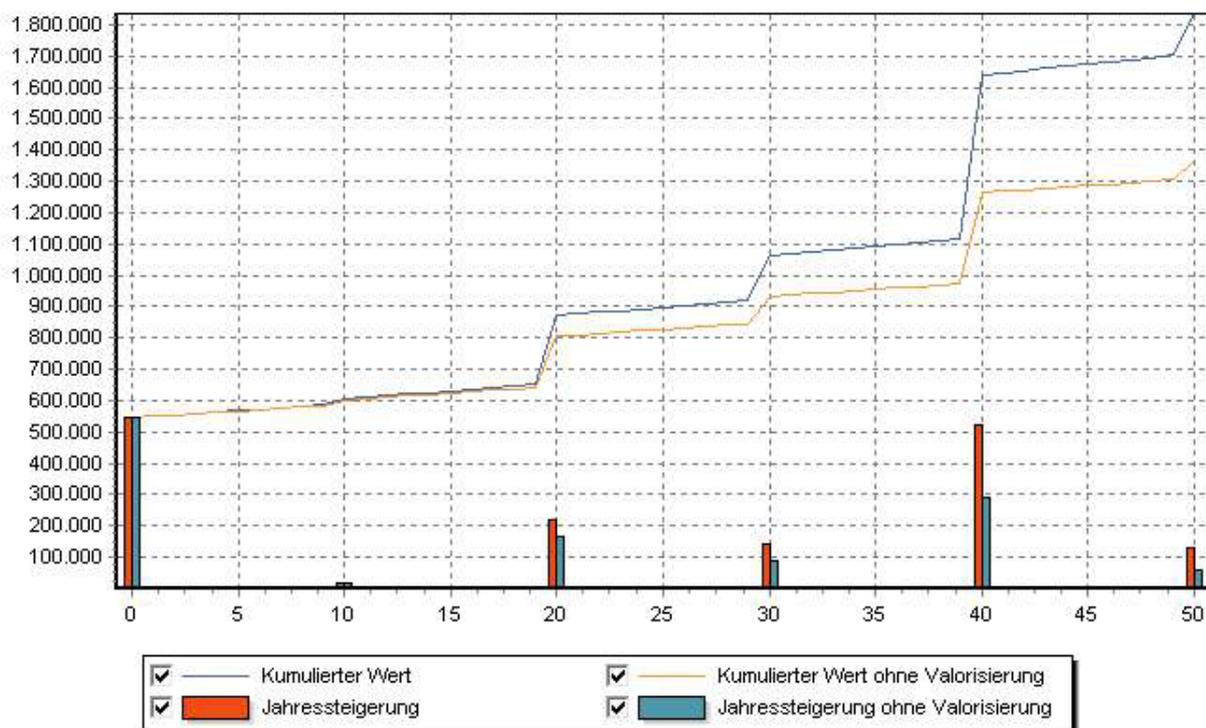


Abb. 11: Entwicklung der Lebenszykluskosten von Haus K über einen Zeitraum von 50 Jahren bei statischer (orange) bzw. dynamischer Berechnung (blau), berechnet mit der Software ABK. Die Balken im Jahr 0 stellen die Errichtungskosten ohne Grundstückskosten bei Baufertigstellung dar. Die flach ansteigende Linie entspricht den jährlichen Folgekosten. Die sprunghaften Anstiege resultieren aus den mehrjährigen Folgekosten wie z.B. Wartung, Instandhaltung, Rückbau etc. der Barwerte (orange) bzw. Nominalwerte (türkis).

3.4.5 Lebenszykluskostenkennzahlen

Tab. 3 und Tab. 4 zeigen eine Zusammenstellung der Errichtungs- und Folgekosten von Haus K. Die Unterteilung der einzelnen Kostengruppen sind in den Kapiteln 3.2.2 und 3.2.3 bzw. in der ÖNORM B 1801 Teil 1 und Teil 2 im Detail beschrieben. Die vollständige Dokumentation des Rechenbeispiels mit einer detaillierten Aufschlüsselung der Kosten kann bei der im Anhang angegebenen Kontaktadresse angefordert werden.

Im Falle von Haus K machen bis zur Baufertigstellung die Baukosten (BAK, Kostengruppen 1 bis 6) den größten Teil der Errichtungskosten aus. Den zweitgrößten Anteil an den Gesamtkosten der Errichtung (GEK) haben die Grundstückskosten. Diese werden jedoch wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben nicht zu den Errichtungskosten (ERK) gezählt. Die Kosten für jene Leistung, mit der die Gebäudelebenszykluskosten am stärksten beeinflusst werden können, nämlich die Planungskosten, haben beinahe den geringsten Anteil an den Errichtungskosten.

Tab. 3: Errichtungskosten von Haus K nach ÖNORM B1801-1, berechnet mit der Software ABK.

Errichtungskosten		
KG 0 Grund	70.300 €	96 €/m ² _{GF}
KG 1 Aufschließung	14.300 €	39 €/m ² _{BGF}
KG 2 Bauwerk - Rohbau	208.950 €	565 €/m ² _{BGF}
KG 3 Bauwerk - Technik	76.920 €	208 €/m ² _{BGF}
KG 4 Bauwerk - Ausbau	164.600 €	445 €/m ² _{BGF}
KG 5 Einrichtung	29.850 €	81 €/m ² _{BGF}
KG 6 Außenanlagen	37.800 €	102 €/m ² _{BGF}
KG 7 Planungsleistungen	7.600 €	21 €/m ² _{BGF}
KG 8 Nebenleistungen	5.150 €	14 €/m ² _{BGF}
KG 2 bis 4 Bauwerkskosten	450.470 €	1.217 €/m ² _{BGF}
KG 1 bis 6 Baukosten	532.420 €	1.439 €/m ² _{BGF}
KG 1 bis 8 Errichtungskosten	545.170 €	1.473 €/m²_{BGF}
KG 0 bis 8 Gesamtkosten Errichtung	615.470 €	1.663 €/m²_{BGF}
GF Grundstückfläche		730 m²_{GF}
BGF Bruttogrundfläche		370 m²_{BGF}

Tab. 4: Folgekosten von Haus K nach ÖNORM B1801-2, berechnet mit der Software ABK. Bei der dynamischen Berechnung sind die statisch ermittelten Kosten um die Preissteigerungen erhöht und auf den Betrachtungszeitpunkt der Baufertigstellung abgezinst.

Bezeichnung	KWID	EH	dynamisch	%	statisch	%
Gesamtkosten Errichtung		€	615.470,00	32,30 %	615.470,00	42,85 %
Verwaltung		€	3.514,00	0,18 %	2.750,00	0,19 %
Technischer Gebäudebetrieb		€	18.208,43	0,96 %	17.350,00	1,21 %
Ver- und Entsorgung		€	107.338,41	5,63 %	99.584,00	6,93 %
Reinigung und Pflege		€	151.730,21	7,96 %	98.505,50	6,86 %
Instandsetzung, Umbau		€	908.074,98	47,66 %	558.687,50	38,90 %
Objektbeseitigung, Abbruch		€	101.111,82	5,31 %	43.943,75	3,06 %
Gesamtsummen		€	1.905.447,85	100,00 %	1.436.290,75	100,00 %

Für die Analyse und Bewertung der Berechnungsergebnisse und den Vergleich verschiedener Planungsvarianten oder Gebäude ist es auch bei den Lebenszyklus- und Folgekosten sinnvoll Kennzahlen zu bilden, die auf Flächenkennwerte oder Jahre bezogen sind. Einige Kennwerte sind in Tab. 5 dargestellt, weitere Informationen zu Kostenkennwerten liefert die ÖNORM B 1801-5 Bauprojekt und Objektmanagement Teil 5: Empfehlungen für Kennzahlenvergleiche.

Tab. 5: Lebenszyklus- und Folgekostenkennwerte von Haus K, berechnet mit der Software ABK.

Lebenszykluskosten, Objektkennwerte	dynamisch	statisch
Lebenszykluskosten gesamt	1.835.148 €	1.365.991 €
Lebenszykluskosten/Brutto-Grundfläche	4.960 €/m ²	3.692 €/m ²
Lebenszykluskosten/Nutzfläche	7.058 €/m ²	5.254 €/m ²
Lebenszykluskosten/Errichtungskosten	336,62 %	250,56 %

Folgekosten je Nutzfläche	dynamisch	statisch
Verwaltung je Nutzfläche	13,52 €/m ²	10,58 €/m ²
Technischer Gebäudebetrieb je Nutzfläche	70,03 €/m ²	66,73 €/m ²
Ver- und Entsorgung je Nutzfläche	412,84 €/m ²	383,02 €/m ²
Reinigung und Pflege je Nutzfläche	583,58 €/m ²	378,87 €/m ²
Instandsetzung, Umbau je Nutzfläche	3.492,60 €/m ²	2.148,80 €/m ²
Objektbeseitigung, Abbruch je Nutzfläche	388,89 €/m ²	169,01 €/m ²

Folgekosten je Nutzfläche und Jahr	dynamisch	statisch
Verwaltung je Nutzfläche und Jahr	0,27 €/m ² /Jahr	0,21 €/m ² /Jahr
Technischer Gebäudebetrieb je Nutzfläche und Jahr	1,4 €/m ² /Jahr	1,33 €/m ² /Jahr
Ver- und Entsorgung je Nutzfläche und Jahr	8,26 €/m ² /Jahr	7,66 €/m ² /Jahr
Reinigung und Pflege je Nutzfläche und Jahr	11,67 €/m ² /Jahr	7,58 €/m ² /Jahr
Instandsetzung, Umbau je Nutzfläche und Jahr	69,85 €/m ² /Jahr	42,98 €/m ² /Jahr
Objektbeseitigung, Abbruch je Nutzfläche und Jahr	7,78 €/m ² /Jahr	3,38 €/m ² /Jahr

3.4.6 Diskussion der Abgrenzung anhand des Beispiels

Bei der Betrachtung der Lebenszykluskosten von Ein- und Zweifamilienhäusern können, müssen aber nicht alle nach ÖNORM definierten Kostengruppen verwendet werden. Zum Beispiel sind Art und Umfang der Möblierung eine sehr individuelle Entscheidung der Bewohner, die nur sehr schwer vorauskalkuliert werden kann. Deshalb wurden für das Rechenbeispiel „Haus K“ in der Errichtungskostengruppe E5 (Einrichtung) nur die Ausstattung mit Sanitärelementen und die Küchenmöbel samt Geräten berücksichtigt.

Bei den Folgekosten von Ein- und Zweifamilienhäusern spielt die Gebäudeverwaltung nur eine untergeordnete Rolle, da diesbezügliche Aufgaben in der Regel vom Besitzer selbst erledigt und kaum als Aufwand wahrgenommen werden. Der Nutzen von regelmäßigen Inspektionen und Wartungen (Technischer Gebäudebetrieb) wird privaten Bauherren oft erst mehrere Jahre nach Baufertigstellung bewusst. Nämlich dann, wenn erste größere Instandsetzungen notwendig werden und erkannt wird, dass vorausschauendes Handeln den späteren Aufwand möglicherweise reduziert hätte.

Das die Ver- und Entsorgung des Gebäudes (Strom, Wärme, Wasser und Abfall) bei den Kosten für den Gebäudebetrieb eine wesentliche Rolle spielt, ist Privatbauherren in der Regel sehr bewusst. Die erforderlichen Aufwände für die Reinigung des Gebäudes und die Pflege der Grün- und Freiflächen über den Lebenszyklus werden in der Regel jedoch unterschätzt. In unserem Rechenbeispiel wurde sie daher mit einem (fiktiven) Stundensatz von 10 € für Eigenleistungen bewertet und berücksichtigt. Die Folgekostengruppen 5 (Sicherheit) und 6 (Gebäudedienste) sind im Einfamilienhausbereich von geringerer Bedeutung und wurden im Rechenbeispiel zu Haus K nicht verwendet.

Wie bei allen Gebäuden werden auch beim Ein- oder Zweifamilienhaus nach etwa 30 bis 40 Jahren größere Instandsetzungen oder ein Umbau notwendig. Dieser Kostenpunkt ist bei den Folgekostengruppen mit Abstand der größte. Ein unerwartet hoher Kostenaufwand, die Belastung der Wohnqualität während der damit verbundenen Bauarbeiten, das Alter der Bauherren, eine veränderte Lebenssituation etc. könnten die Besitzer jedoch auch dazu veranlassen, das Haus zu diesem Zeitpunkt zu verkaufen und den Erlös in anderen Wohnraum zu investieren.

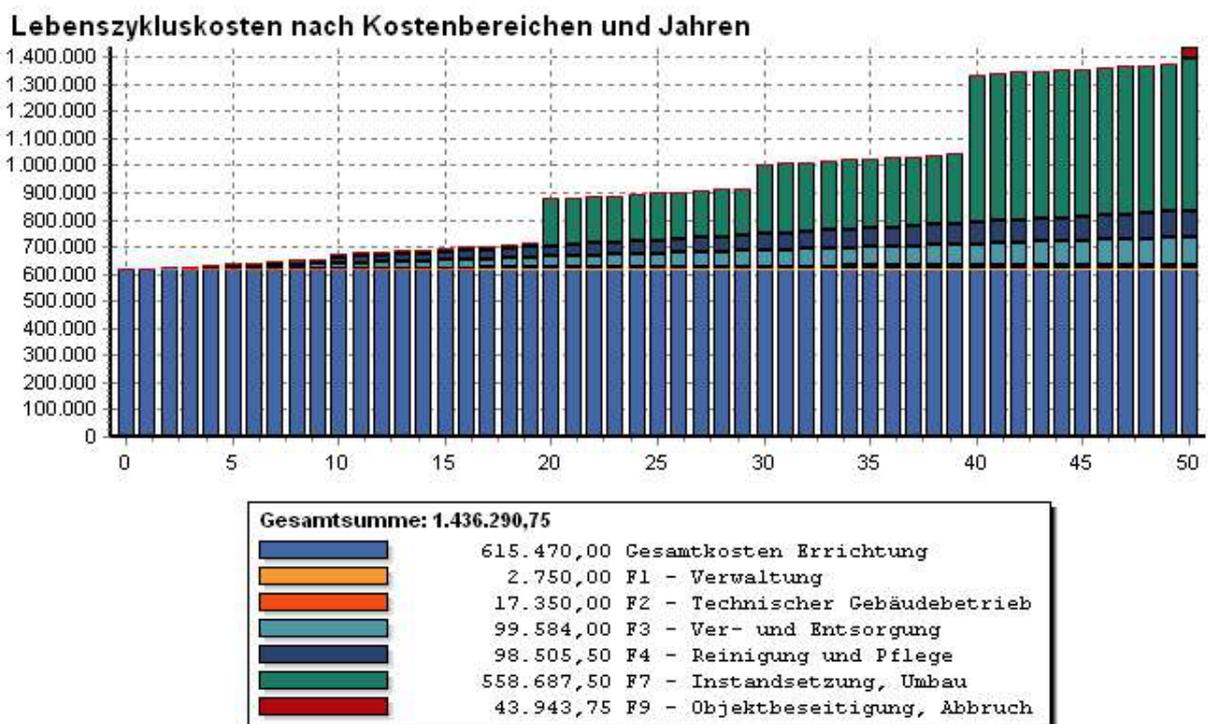


Abb. 12: Verlauf der Lebenszykluskosten von Haus K nach Kosten und Jahren nach statischer Bewertung mit der Software ABK.

Die Auflistung der Lebenszykluskosten über die Betrachtungsjahre macht die anfallenden Kosten sichtbar, sodass der Bauherr den Zeitpunkt ihres wahrscheinlichen Auftretens kennt und darauf rechtzeitig reagieren kann, vgl. dazu Abb. 11, Abb. 12 und Abb. 13.

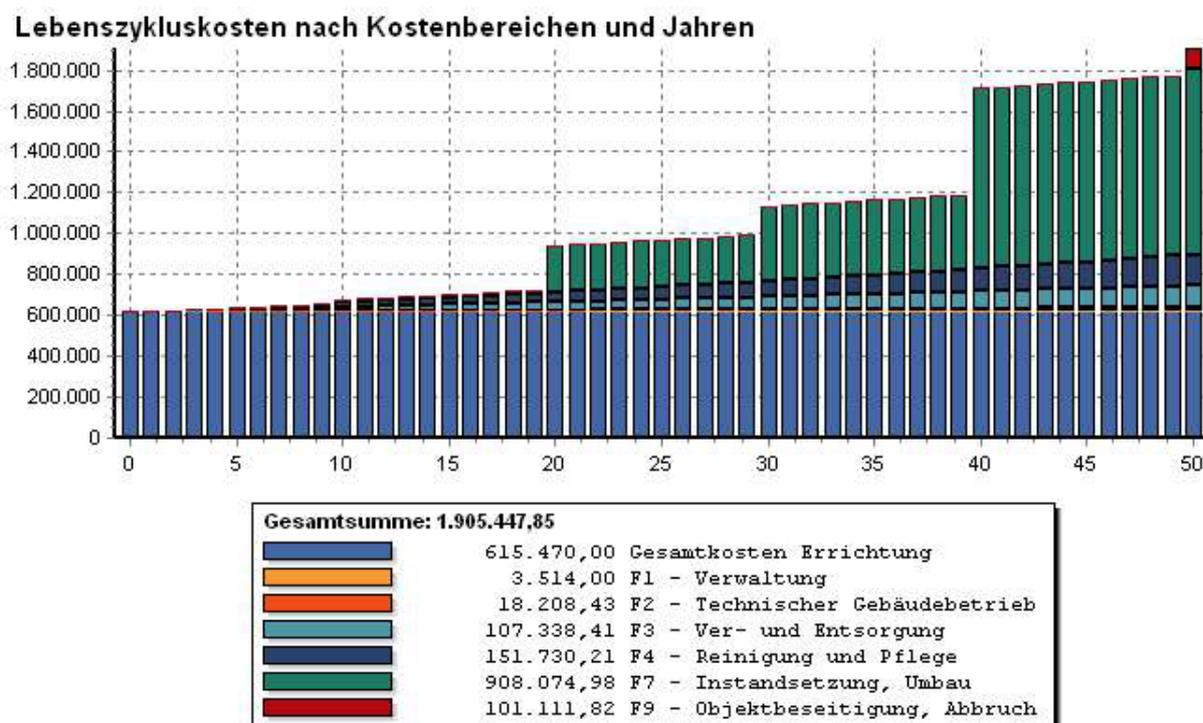


Abb. 13: Verlauf der Lebenszykluskosten von Haus K nach Kosten und Jahren nach dynamischer Bewertung mit der Software ABK.

4 Worauf bei lebenszykluskostenbewusstem Planen und Bauen zu achten ist

Jedes Bauprojekt entsteht aus individuellen Rahmenbedingungen, Vorgaben und Zielen. Die Einflüsse verschiedener Parameter auf die Lebenszykluskosten eines Gebäudes können von Projekt zu Projekt sehr unterschiedlich gewichtet sein und sind jeweils individuell zu betrachten. Daher ist eine Auflistung allgemeingültiger Handlungsempfehlungen mit Anspruch auf Vollständigkeit aller lebenszykluskostenrelevanten Planungs- und Bau-Kriterien kaum möglich und nicht sinnvoll. Im folgenden Kapitel handelt es sich vielmehr um eine beispielhafte Zusammenstellung an Hinweisen, Empfehlungen und Denkanstößen zur Sensibilisierung von Planern, Ausführenden und Bauherren für die Lebenszykluskosten von Gebäuden.

Die Inhalte und Aussagen in diesem Kapitel beruhen auf den Ergebnissen der im Rahmen des LZK-Bau Projektes durchgeführten Workshops, Interviews mit Planern und Ausführenden, sowie auf den Erfahrungen der Autoren. Zur besseren Veranschaulichung wurde die beispielhafte Lebenszykluskosten-Berechnung für das Haus K herangezogen. Eine detaillierte und nachvollziehbare Dokumentation des Rechenbeispiels kann bei der im Anhang angegebenen Kontaktadresse angefordert werden.

4.1 Gute Planung = gutes Haus

Die Qualität der Planung beeinflusst maßgeblich die Lebenszykluskosten. Die Gebäudeoptimierung nach Lebenszykluskosten beginnt bereits in der frühen Planungsphase.

Die Bauplanung beginnt mit der Grundlagenermittlung. Was ist auf dem Grundstück laut Bebauungsplan überhaupt erlaubt? Welche Möglichkeiten und Ressourcen bieten das Grundstück und seine Umgebung? Die wichtigste zu klärende Frage am Anfang jeder Planung ist, welche Wünsche und Anforderungen die zukünftigen Bewohner an ihr Traumhaus stellen. Je genauer diese Fragen beantwortet werden, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass während der Ausführungsplanung oder gar während der Errichtung grobe Planänderungen durchgeführt werden müssen. Jede Abweichung vom geplanten Ziel bedeutet einen Umweg, Zeitverlust, eine Neuaufnahme bereits abgeschlossener Punkte. In der frühen Planungsphase, also bei der Ideenfindung und in der Entwurfsphase, kosten diese Anpassungen vor allem Gesprächszeit. Während der Errichtung müssen im schlimmsten Fall bereits errichtete Bauteile wieder abgebrochen werden. Während der Nutzungsphase erfolgt ein Umbau meist im bewohnten Zustand. Dabei ist es von größtem Vorteil, wenn z.B. nicht tragende Wände leicht demontiert werden können, weil schon von Anfang an diese spätere Veränderung eingeplant war und deshalb keine Elektro- oder Heizungsleitungen in diesem Bauteil eingebaut wurden.

Baumeister Ing. Anton Mayer: „Je genauer von Beginn an die Wünsche, Ziele und Möglichkeiten definiert sind, desto geringer ist die spätere Belastung durch aufwendige Änderungen.“

Der Planer kann dem Bauherrn helfen, Kosten und Nutzen seiner Wünsche abzuwägen, indem er auf alle monetären Folgen einer Investition, also auf die gesamten Lebenszykluskosten hinweist.

Der Baumeister tritt bei kostenrelevanten **Planungsentscheidungen** in gewisser Weise als **Mediator** auf. In der nicht immer einfachen Diskussion mit dem Bauherren und anderen Fachplanern bringt er seinen

umfangreichen Erfahrungsschatz aus Planung und Ausführung ein und versucht die Wünsche und Forderungen aller am Bau Beteiligten auf eine reale Basis zu stellen.

4.1.1 Wechselwirkung von Planungsprozess und Planungsqualität

Das Planungsergebnis hängt sehr stark mit der Qualität des Planungsprozesses zusammen. Ein gutes Haus setzt eine gute Planung voraus.

Ein glatter Ablauf der Prozesse vereinfacht den Weg zu einem klaren verständlichen Planungsergebnis, das den Anforderungen des Auftraggebers entspricht. Selbstverständlich führt dieser Pfad mal bergauf, mal bergab, ist mit einigen Irrläufen verbunden. Diese Herausforderungen bieten die Möglichkeit, die Zwischenergebnisse zu hinterfragen und von mehreren Standpunkten aus zu betrachten. Wichtig ist, dass man das Ziel im Auge behält.

Der finanzstärkste Auftraggeber, die klarste Zielvorstellung, die bewährtesten Fachplaner sind keine Garantie für einen perfekten Bauplan. Wie beim Fußball müssen Teamgeist, Zusammenspiel und vor allem Kommunikation und Informationsfluss stimmen. Alle Beteiligten müssen auf dasselbe Ziel hin arbeiten und wissen, wann welche Information weitergegeben oder eine kritische Anmerkung samt Alternativvorschlag besprochen werden muss.

Die Anwendung der **Integralen Planungsmethode** kann helfen, die Wünsche des Auftraggebers in ein **nachhaltig leistbares Eigenheim** umzusetzen.

Der Bauherr muss von Beginn an seine eigenen **finanziellen Möglichkeiten** kennen und den Bauplanern oder zumindest dem Generalunternehmer den Kostenrahmen für die Errichtung seines Eigenheims kommunizieren. Nur so kann eine **Budgetplanung** für die Errichtung aufgestellt und darüber hinaus überhaupt erst eine **Optimierung der** Lebenszykluskosten durchgeführt werden.

Nachdem im nächsten Schritt der Auftraggeber zusammen mit dem Planer bzw. Planungsteam die **Qualität des Eigenheims** festgelegt hat, können die Profis auf ihre Erfahrung aus ähnlichen Projekten zurückgreifen und überprüfen, ob in dieser Bestellqualität das vorgesehene Raumprogramm und die gewünschte Nutzfläche mit dem Kostenziel vereinbar ist. Der Planer muss den Bauherren über den Nutzen dieser Planungstätigkeit informieren, damit diese auch geschätzt und honoriert wird.

Für spätere erforderliche Instandsetzungen, eventuelle Umbauten und Erweiterungen oder auch den Verkauf ist es gut zu wissen, unter welchen Umständen das Einfamilienhaus zu seiner Form, Materialität und Funktionalität gekommen ist. Dies kann den späteren Planungsprozess erleichtern und verkürzen. Voraussetzung dafür ist eine ordentliche und nachvollziehbare **Dokumentation** der Pläne, Gutachten, Bewilligungen, Berichte, Angebote und Rechnungen der Errichtung und auch der Folgekosten. Aus dem späteren Vergleich von geplanten und tatsächlichen Kosten können Rückschlüsse auf die Qualität der Planungsannahmen bzw. Ausführung und Nutzung gezogen werden. Eine gute Dokumentation bildet eine wichtige gute Grundlage für die Planung von Instandsetzungsarbeiten und die Optimierung des Gebäudebetriebs.

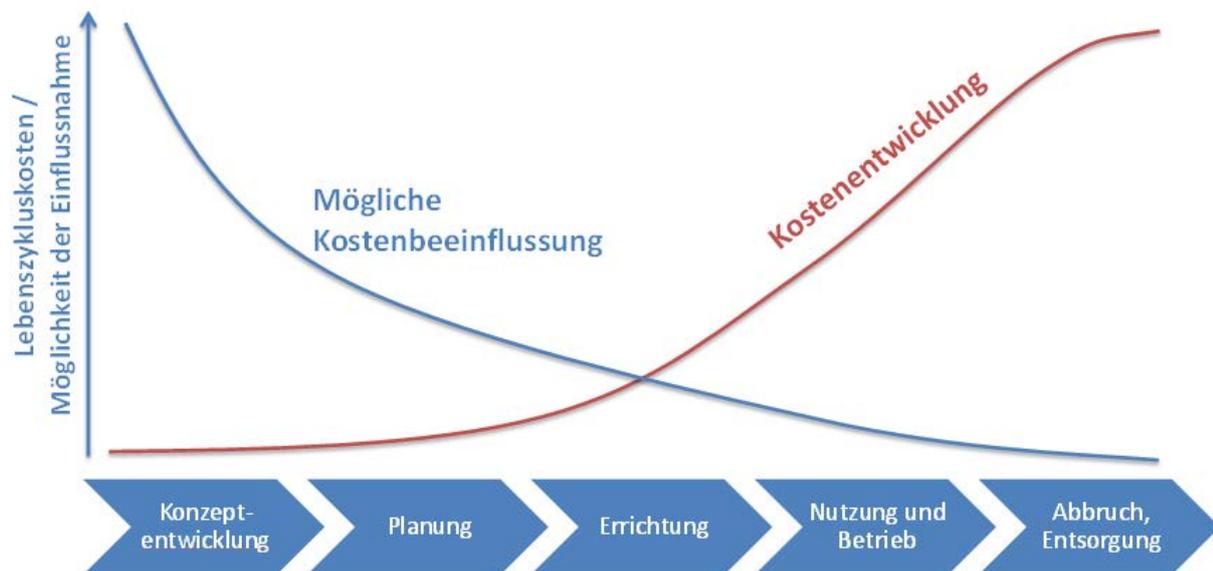


Abb. 14: Die Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten ist in der frühen Planungsphase am höchsten. Nach Baufertigstellung können die Folgekosten nur mehr in sehr beschränktem Ausmaß reduziert werden.

Im Verhältnis zum Nutzen, der mit einer guten Planung erreicht werden kann - nämlich einer deutlichen Reduktion von Errichtungs- und Folgekosten - ist der Anteil der Planungskosten in Bezug auf die Lebenszykluskosten sehr gering. In keiner anderen Phase ist der Einfluss auf alle weiteren Kosten im Gebäudelebenszyklus so hoch, wie in der frühen Planungsphase. Das heißt, die beste Investition ist, wenn von Anfang an die Ziele so klar wie möglich definiert werden, sodass in Folge nicht unnötig Zeit und Geld für Änderungen verschwendet werden und der Bauherr während der Nutzung seines Ein- oder Zweifamilienhauses nicht von unerwartet hohen Folgekostenrahmen eingeschränkt wird.

4.1.2 Gebäudekonzept und Entwurfsplanung

Dem Entwurfskonzept wird die größte Bedeutung für die Entwicklung der Lebenszykluskosten beigemessen. Die **Komplexität des Baukörpers** und die **Beherrschbarkeit seiner Bauteile** bestimmen sowohl die Kosten in der Errichtung als auch jene für Wartung, Instandhaltung und Pflege in der Nutzungsphase.

Baumeister Ing. Robert Klesl, Mayerbau GmbH: „Komplexe Probleme werden durch klar verständliche und leicht umsetzbare Lösungen vereinfacht. Am besten ist es jedoch, die Komplexität von vornherein auf das notwendige Maß zu reduzieren, sodass viele Probleme überhaupt nicht entstehen.“

Beim Gebäudeentwurf ist zum Beispiel auf eine möglichst geringe Anzahl an **Mauer- und Deckenvorsprüngen**, sowie Dachdurchdringungen zu achten. Jede über das notwendige Maß hinaus gehende Anschlussstelle erhöht das Risiko zur Entstehung von Wärmebrücken und Undichtheiten und kann schadens- und reparaturanfällig sein. Eine detaillierte Planung und Ausführung dieser Baudetails auf Basis

bauphysikalischer Berechnungen entschärft dieses Problem, ist jedoch mit einem erhöhten Aufwand verbunden. Bauliche Verschattungen und tiefe Fensterleibungen können jedoch den Bedarf an mechanischer Verschattung wie z.B. Außenjalousien reduzieren und effektiv vor sommerlicher Überhitzung schützen.

Eine häufige und wichtige Entscheidung am Beginn der Konzeptionierung von Ein- und Zweifamilienhaus ist, ob ein **Keller** benötigt wird oder nicht. Wenn ja, wofür soll er genutzt werden? Müssen Lagerräume innerhalb der geschlossenen oder gar beheizten Gebäudehülle untergebracht sein? Könnte auch ein erweiterter Bereich in der Garage, beim Carport oder im Gerätschuppen diese Aufgaben erfüllen? Warmwasserspeicher und deren Leitungen zu den Entnahmestellen verlieren auch bei guter Dämmung Wärme. Diese kann innerhalb der gedämmten Gebäudehülle einen kleinen Teil zur Raumheizung beitragen. In einem unbeheizten Keller geht diese Abwärme ungenutzt verloren. So manche Nische im Bad, Hauswirtschaftsraum, unter der Stiege bietet ebenfalls Platz für haustechnische Geräte und kann tischlermäßig so verbaut werden, dass sie gut zugänglich und durchlüftet ist.

Ein eigenes Ein- oder Zweifamilienhaus ist in gewisser Weise auch ein **Statussymbol**. Die Wahl von Form und Material stellen den Bezug zum Image des Besitzers dar. Edle Oberflächen, aufwendige Verarbeitung, schmucke Verkleidungen und Gesimse sollen überall dort eingesetzt werden, wo es zielführend ist, also nicht nur zur Verbesserung der Ästhetik beiträgt, sondern auch einen Nutzen hat. Der effiziente Umgang mit den zur Verfügung stehenden Mitteln ist auch ein Ausdruck von Suffizienz. Dabei gilt mit optimiertem Aufwand den größten Nutzen zu erzielen, sodass den Ansprüchen und dem Image der Bewohner Genüge getan und ein angenehmes und gleichzeitig leistbares Wohnen langfristig ermöglicht wird.

Muss es der Naturstein aus Südeuropa sein oder widersteht der Schiefer aus Tirol den klimatischen Beanspruchungen vielleicht besser und länger? Es ist doch eigentlich im wahrsten Sinne des Wortes nahe liegend die Klinkerziegel vom abgerissenen Vorgängerbau als Mauersteine bei der Einfriedung wieder zu verwenden. Das spart Geld für Baumaterial und weist auf den Ursprung und die Verbundenheit mit dem Ort hin.

Am Grundstück sind die **örtlichen Begebenheiten** zu beachten. Es ist von Vorteil, das Gebäude und die Anordnung der Räume nach der Exposition von **Sonne, Wind und Regen** auszurichten. Im Winter bringt die flache Sonne von Süden viel Licht und auch etwas Wärme ins Haus, reduziert die Energiekosten und steigert das Wohngefühl. Im Sommer hingegen müssen die Öffnungen vor übermäßiger Sonneneinstrahlung und Hitze geschützt werden. Ein windgeschützter Eingangsbereich bietet die Möglichkeit Gäste und Bewohner freundlich in Empfang zu nehmen. Überdies bleibt der geschützte Eingang frei von Laub und Schnee und der Schmutz dringt nicht so leicht ins Haus ein. Die der Hauptwetterseite zugewandte Fassade ist mit besonders widerstandsfähiger Oberfläche zu schützen. So bleibt ihr Erscheinungsbild über längere Zeit erhalten und die Fassade muss weniger oft erneuert werden.

Das A/V-Verhältnis ist ein Kennwert, der die Oberfläche der Gebäudehülle in Relation zum umschlossenen Volumen stellt und Auskunft über die **Kompaktheit des Gebäudes** gibt. Bei großvolumigen Bauten wie z.B. Hochhäusern, Bürobauten und mehrgeschoßigen Wohnhäusern ist dieser Wert sehr klein und somit gut

für die Kosteneffizienz. Ein- und Zweifamilienhäuser erreichen auf Grund ihrer relativ geringen Größe deutlich schlechtere Werte. Je kleiner das A/V-Verhältnis ist, desto geringer sind die Wärmeverluste durch die Oberfläche. Ist die Gebäudehülle mit Erkern, Vor- und Rücksprüngen, Gaupen, Aufbauten etc. versehen, so hat dies nicht nur negative Auswirkungen auf den Energiebedarf, sondern erhöht auch den Anteil kostenintensiver Bauteile und den Instandhaltungsaufwand. Die zahlreichen Anschlussstellen zwischen Wand- und Dachteilen sind nicht nur aufwendig in der Herstellung, sondern auch potentielle Schwachstellen.

Die Zonierung eines Gebäudes, also die Zusammenstellung von Raumgruppen und die Aneinanderreihung von Räumen entsprechend dem Nutzungs- und Tagesablauf, erhöht die **Flächeneffizienz**. Im Idealfall wird jeder Quadratmeter gebauter Fläche optimal genutzt, eventuell sogar mehrfach. Einsparpotenzial bietet die Optimierung an Gang- und Erschließungsflächen. Diese Flächen haben einen untergeordneten Nutzen, kosten in Errichtung und Betrieb jedoch genau so viel wie die Aufenthaltsräume.

Beispiel Haus K:

Der mittlere Bereich im Obergeschoß erfüllt nicht nur den Zweck der Erschließung von Wohnräumen, sondern kann auch als Erweiterung für gemeinsames Spiel und Kommunikation genutzt werden. Der Wohn- und Schlafbereich ist geschoßweise getrennt. Das Büro im Erdgeschoß kann bei Bedarf auch als Schlafraum verwendet werden. Ein vollständig ausgestattetes Badezimmer macht den Weg ins Obergeschoß überflüssig. Die durchdachte Anordnung der Fenster sorgt für optimale Belichtung und ermöglicht, dass jeder Raum rasch quergelüftet werden kann. Dies steigert nicht nur den Wohnkomfort durch frische Luft, sondern reduziert auch die Gefahr der Schimmelbildung. Die großen Glasflächen ohne konstruktive Verschattung machen jedoch einen guten außenliegenden Sonnenschutz erforderlich, damit auch im Sommer angenehme Innenraumtemperaturen gewährleistet sind.

Der nur von außen erschlossene Keller ist der Sockel für die oberirdischen Wohngeschoße und wird nicht nur als Ausgleich der Geländeneigung genutzt. Hier sind die Gebäudetechnik und Lagerräume untergebracht. Durch die Abwärme der Heizungsanlage und die gedämmte Gebäudehülle bleiben diese Räume auch im Winter frostfrei und ermöglichen die Aufbewahrung von empfindlicheren Gegenständen.

Haus K wurde mit einer hochwärmedämmenden Gebäudehülle und optimalen Größe und Ausrichtung der Fensterflächen ausgeführt. Die Außenwände der Wohngeschoße sind als 50 cm dicke monolithische Ziegelmauer mit einem U-Wert von $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ ausgeführt, das Flachdach weist einen U-Wert von $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Der spezifische Heizwärmebedarf am Referenzstandort (berechnet nach OIB Richtlinie 6, Stand 2011) beträgt $16,76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Laut niederösterreichischer Bauordnung wäre 2011 ein Wert von maximal $49,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ zulässig gewesen. Im Falle von Haus K bedeutet dies, dass die in den Wärmeschutz investierten Gelder die Folgekosten für die Wärmeversorgung deutlich reduzieren und den effizienten Einsatz eines Wärmeerzeugungssystem mit Wärmepumpe erst ermöglichen. Die Errichtungskosten für die Wärmeversorgungs- und Lüftungsanlage samt einem zusätzlichen Kaminofen betragen 42.770 €, siehe

Tab. 6. Auf Grund des niedrigen Heizwärmebedarfs liegen die errechneten jährlichen Energiekosten für Raumwärme nur bei 242,54 €, siehe Tab. 7. Dieser Wert stimmt mit dem real abgerechneten Wert im ersten Betriebsjahr ziemlich genau überein.

Tab. 6: Die Errichtungskosten für die Wärmeversorgungsanlage im Haus K, bestehend aus einer Wärmepumpe mit Tiefenbohrung, Fußbodenheizung und Komfortlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung betragen 42.770 €.

Nummer	Bezeichnung	Anmerkung	Wert	EH
E3.C	Wärmeversorgungsanlage		32.770,00	€
E3.C.01	Wärmeerzeugungsanlagen		24.500,00	€
E3.C.01a	Tiefenbohrung		11.500,00	€
E3.C.01b	Wärmepumpe		10.000,00	€
E3.C.01c	Kaminofen		3.000,00	€
E3.C.02	Wärmeverteilnetze		2.350,00	€
E3.C.03	Raumheizflächen	Fußbodenheizung	5.920,00	€
E3.D	Klima-/ Lüftungsanlagen		10.000,00	€
E3.D.01a	Lüftungsgerät	Ventilator, Wärmetauscher usw.	3.000,00	€
E3.D.01b	Sonstige Komponenten Lüftungsanlage	Rohre, Ventile, Schalldämpfer	7.000,00	€

Tab. 7: Die Energiekosten für Raumwärme werden im Rechenbeispiel für Haus K mit etwa 240 € pro Jahr prognostiziert.

Bezeichnung	Variable	Formel	Wert	EH
Energiebedarf Heizung				
Energiebedarf Heizung (Nutzenergie/HWB)	HEIZkWh		20,00	kWh/m ² BGFbeheizt a
Faktor Verteilverluste Heizung	HEIZVERL		1,11	
Jahresnutzungsgrad Heizung (Faktor Nutzenergie/Endenergie)	HEIZNG		4,00	
Heizenergiebedarf Raumwärme (Endenergie/HEB-RH)	HEBRH	HEIZkWh*HEIZVERL/HEIZNG	5,55	kWh/m ² BGFbeheizt a
Kosten Strom je kWh	KOSTROM		0,19	€/kWh
Kosten für Energiebedarf Heizung pro Jahr	HEIZk	HEBRH*BGFbeheizt*KOSTROM	242,54	€/ Jahr

4.1.3 Einreich-, Ausführungs- und Detailplanung (technische Umsetzung)

Planungsfehler und Planungsmängel können zu erhöhten Folgekosten oder gar Bauschäden führen.

Unterschiedliche Baustoffe in den Bauteilen müssen aufeinander abgestimmt sein. Hersteller weisen in ihren Verarbeitungshinweisen auch auf **geprüfte Bauteilaufbauten** hin. Schon im Einreichplan sind genaue Baustoffbezeichnungen anzugeben. Bei den Plänen ist neben der klaren, nachvollziehbaren Darstellung auf eine vollständige Beschriftung zu achten. So bilden **detailliert durchdachte Lösungen** die Grundlage für die bauliche Umsetzung und Entscheidungen auf der Baustelle unter Zeitdruck können vermieden werden.

Je besser das Bauvorhaben vom Entwurf bis zum Detail dokumentiert und auch kommuniziert ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass in späterer Folge **kostenintensive Bauschäden** auftreten.

Hier gilt wieder zu beachten, dass das Gebäude an sich und die Baudetails im Speziellen möglichst einfach und nachvollziehbar geplant, umgesetzt und gewartet werden können. Die sorgfältige Lösung komplexer baulicher Probleme benötigt mehr Zeit und Erfahrung in der **Planung** und verursacht somit auch höhere Planungskosten. Diese Investition macht sich jedoch bei längerfristiger Betrachtung durch die Vermeidung hoher Instandhaltungskosten und die Verlängerung der Haltbarkeit von Bauteilen und -schichten bezahlt.

Mögliche Schwachstellen sind vor allem **Anschlüsse und Durchdringungen** von Bauteilen. Im Dachbereich betrifft dies die Wandverbindungen mit Flachdächern, Terrassen und Balkonen, bei Fassaden die Fenster

und den Sockelbereich. Keller und Fundamentplatten können besonders kostenaufwändige **Instandsetzungen** verursachen, wenn Durchdringungen der Außenwände und der Bodenplatte, die Abdichtung gegen Feuchtigkeit und auch die Durchlüftung der Kellerräume nicht sorgfältig geplant und ausgeführt werden.

Bereits in der Planungsphase müssen auch später erforderliche Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten berücksichtigt werden. Dabei ist auf die **gute Zugänglichkeit und einfache Wartbarkeit** der Bau- und Anlageteile zu achten. Nach dem Baukoordinationsgesetz (BauKG) ist in Kombination mit dem Sicherheits- und Gesundheitsplan (SiGe-Plan) eine **Unterlage für spätere Arbeiten** zu erstellen. Dort werden u.a. die erforderlichen Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen aufgezählt und beschrieben. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern sollten diese Arbeiten von den Eigentümern oder Nutzern selbst durchgeführt werden können.

Aufgabe des Planers ist es nicht nur, die Kundenwünsche zu erfüllen, sondern auch auf mögliche **Konsequenzen bestimmter Planungsentscheidungen** hinzuweisen. So reduziert etwa die Integration der mechanischen Außenverschattung in die Dämmebene der Fassade den Wärmeschutz. Eckverglasungen, sowohl Eckfenster also auch Nurglasecken, sind konstruktiv und thermisch schwer beherrschbar. Vor allem bei Flachdächern kann man bei nachträglichen Änderungen, wie z.B. dem Einbau von Lichtkuppeln oder Durchdringungen für Photovoltaik- oder Solarthermie-Kollektoren, auf große Schwierigkeiten stoßen. Diesbezüglich ist es günstiger bereits in der Planung entsprechende konstruktive Aussparungen und Leerverrohrungen vorzusehen.

Beispiel Haus K:

Nicht alle Fenster sind zur Reinigung von innen oder außen leicht zugänglich. Nicht öffnembare Fixverglasungen sind zwar in der Errichtung günstiger, die Außenreinigung bedingt jedoch längere Arbeitszeiten durch Auf- und Abbau von Steighilfen und erschwerte Arbeitsbedingungen. Ein zweigeteiltes Fenster mit einem Fixteil und einem Drehflügel kann auch vom Innenraum aus durch vorsichtiges Hinauslehnen und einem Fensterwischer auf einer Teleskopstange gereinigt werden, vgl. Abb. 7.

Bei der Lüftungsanlage in Haus K ist zumindest einmal pro Jahr ein Filtertausch notwendig. Die gute Zugänglichkeit zum Lüftungsgerät erspart dabei die Inanspruchnahme eines Servicetechnikers. Dies ist ebenfalls bei erforderlichen Reparaturen oder beim Gerätetausch am Ende der Nutzungsdauer von Vorteil. Auch die Lüftungsleitungen bedürfen einer Wartung. Nach etwa 8 bis 10 Jahren sollten die Leitungen auf Ablagerungen inspiziert und gegebenenfalls gereinigt werden. Dabei ist es hilfreich, wenn die Leitungen möglichst geradlinig verlegt wurden.

4.2 Ausführungsqualität

Mit der Ausführung des Ein- oder Zweifamilienhauses soll das Planungsziel in der definierten Qualität erreicht werden. Dabei können Schäden auftreten, die erst nach Jahren der Nutzung erkannt werden oder Wirkung zeigen.

An der Planung sind in der Praxis meist andere Personen beteiligt als bei der Ausführung. Kommunikation bildet dabei die Schnittstelle. Als Kommunikationsmittel kommen Pläne, Baubeschreibungen aus der Beauftragung, Besprechungsprotokolle oder das gesprochene Wort zum Einsatz. Die Qualität der

Kommunikation und der Dokumentation hat einen wesentlichen Einfluss auf die Ausführungsqualität des Gebäudes.

Neben Planungsmängeln ist eine schlechte Ausführungsqualität eine häufige Ursache von Schäden, die manchmal erst nach Jahren der Nutzung erkannt werden oder Wirkung zeigen. Zur Vermeidung und Reduktion von Instandsetzungskosten, die durch Bauschäden verursacht wurden, hat die Bauleitung auf eine entsprechende Ausführungsqualität zu achten.

Schäden aufgrund von Planungs- und Ausführungsmängeln sind von Schäden durch Abnutzung und Alterung oder durch Produkt- und Materialmängel zu unterscheiden. Diese hängen von der Art und Intensität der Beanspruchung, der Instandhaltung und der ursprünglichen Qualität der Bau- und Anlagenteile ab.

4.2.1 Verarbeitbarkeit von Baustoffen

Ausführungsmängel hängen häufig mit der Verarbeitbarkeit von Bauprodukten zusammen.

Die von den Herstellern vorgeschriebenen **Anforderungen an die Verarbeitung** sind für manche Bauprodukte so anspruchsvoll, dass sie unter real auftretenden Umständen auf der Baustelle nur schwer eingehalten werden können. Der zeitliche Aufwand für die Sicherstellung der richtigen Temperatur, Feuchtigkeit, Trocknungsdauer etc. ist ein nicht zu unterschätzender Kostenfaktor. Die Folgen aus der Nichteinhaltung der Vorgaben können jedoch noch teurer werden.

Wie bei der Planung sind auch bei der Auswahl von Baustoffen und Materialien und deren Verarbeitung auf **einfache, bewährte Lösungen** zu achten. Neue Wege sind zur Weiterentwicklung der Bautechnik notwendig, sollen aber nur dann beschritten werden, wenn sie eine Verbesserung der alten Situation mit sich bringen.

4.2.2 Zeit als wesentlicher Einflussfaktor

Ein hoher **Zeitdruck** bei der Ausführung wird als häufige Ursache für Ausführungsfehler bzw. -mängel und somit als Folgekostenverursacher genannt. Zeit ist bekanntlich Geld, und Geld ist meist nur begrenzt verfügbar. Andererseits benötigt gute Qualität ein Mindestmaß an Zeit, ansonsten können in späterer Folge höhere Instandsetzungskosten auftreten.

Baumeister Johannes Dinhobl: „Während der Gebäudeerrichtung sollen bewusst Pausen eingeplant werden! Die Fenster werden erst dann bestellt, wenn der Rohbau fertig ist. Der Fensterlieferant nimmt Rohbaumaße und der Rohbau hat während der Fensterfertigung Zeit zum Trocknen.“

Auf die gründliche Austrocknung der Baufeuchte ist nicht nur während der Errichtung, sondern auch noch in der Nutzungsphase zu achten. Da die vollständige **Bauaustrocknung** während der Errichtungsphase meist nicht möglich ist, ist bei modernen Gebäuden mit dichter Gebäudehülle besonders im ersten Nutzungsjahr die Gefahr der Schimmelbildung sehr hoch. Die neuen Bewohner müssen auf ausreichendes Lüften und auf die Folgekosten hingewiesen werden, die eine erforderliche Schimmelsanierung verursacht.

4.3 Folgekosten planen

Derzeit werden in der Planung von Ein- und Zweifamilienhäusern fast ausschließlich die Bau- bzw. Errichtungskosten als kostenrelevante Entwurfparameter berücksichtigt. Werden die Kosten eines Bauprojektes über den Lebenszyklus betrachtet, so wird schnell klar, dass die Folgekosten nach Fertigstellung des Gebäudes eine nicht vernachlässigbare finanzielle Herausforderung darstellen. Durch so manche Planungs- und Ausführungsmaßnahme lassen sich die Lebenszykluskosten optimieren und unnötige Folgekosten vermeiden.

4.3.1 Was sind Folgekostentreiber?

Planungsentscheidungen und Baumaßnahmen, die besonderes Potenzial zur Erhöhung der Folgekosten haben, können als Folgekostentreiber bezeichnet werden. Es gilt, diese Faktoren schon am Projektbeginn zu erkennen und mit Blick auf die Lebenszykluskosten besonders sensibel zu behandeln.

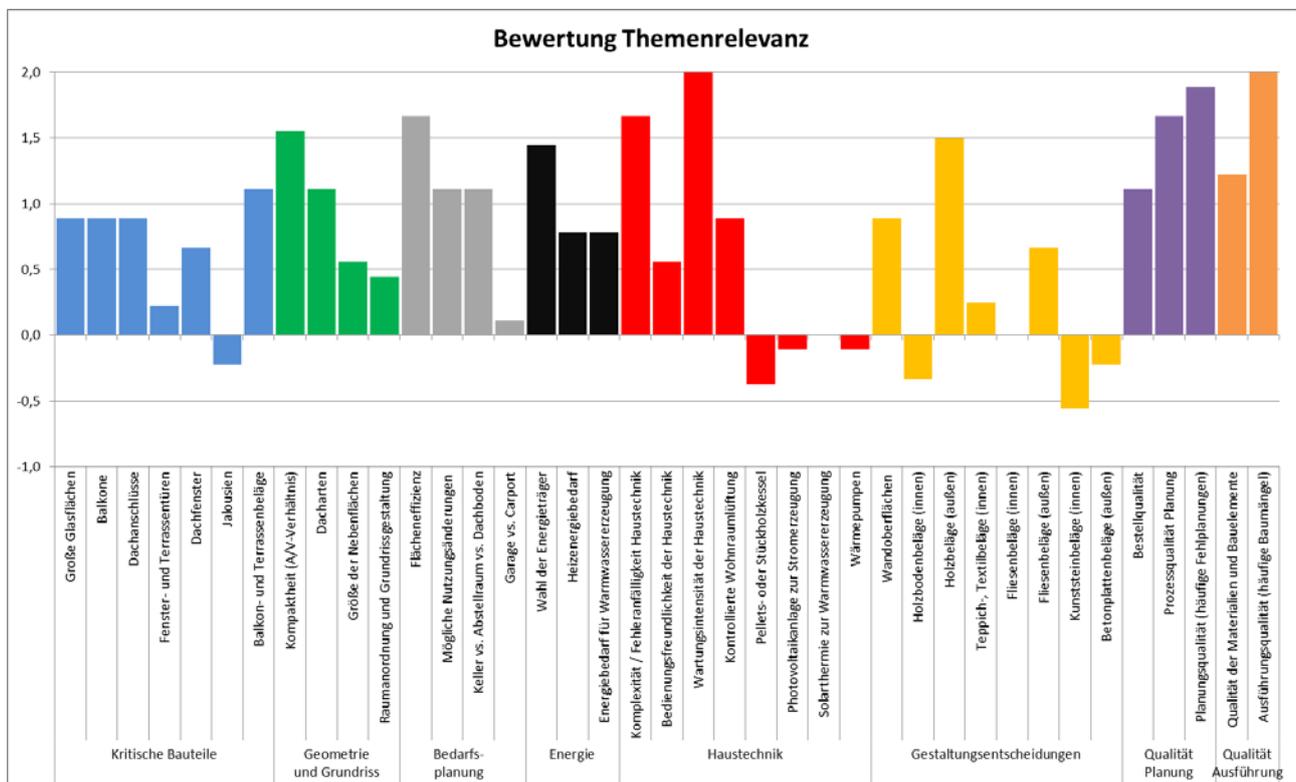


Abb. 15: Ergebnis einer Expertenbefragung über die Relevanz einzelner Themen in Bezug auf die Folgekosten von Ein- und Zweifamilienhäusern. Kaum oder gar nicht relevante Einflüsse auf die Folgekosten sind mit Balken im negativen Bereich dargestellt.

Im Rahmen des Projektes LZK-Bau wurden zwei halbtägige Experten-Workshops zum Thema Lebenszykluskosten von Ein- und Zweifamilienhäusern durchgeführt. Am ersten Workshop nahmen 13 Fachpersonen und Praktiker aus dem Bereich der Planung und Errichtung von Ein- und Zweifamilienhäusern teil. Im Zuge des Workshops wurde mittels Fragebögen die Relevanz verschiedener Themenbereiche in Bezug auf Folgekosten bewertet um dadurch mögliche Folgekostentreiber zu ermitteln. Das Ergebnis der Expertenbefragung zeigt deutlich, dass die für die Entwicklung der Folgekosten

relevanten und grundlegenden Entscheidungen während der Entwurfs- und Planungsphase fallen müssen. In der Errichtungsphase ist auf die Qualität der Ausführung zu achten, vgl. Abb. 15.

In der Entwurfsphase werden als Folgekostentreiber am häufigsten die Kompaktheit des Gebäudes und die Flächeneffizienz genannt. Beim Thema Energie haben laut den Experten die Wahl des Energieträgers, die Komplexität der Haustechnik, aber vor allem der Wartungsaufwand für die Haustechnik großes Einflusspotential auf die Folgekosten. Bei den Gestaltungsentscheidungen wurde die Verwendung von Holzbodenbelägen im Außenbereich als potentieller Folgekostentreiber eingeschätzt, sowie die Gestaltung von Wandoberflächen.

Jährliche Folgekosten

Potentielle **Folgekostentreiber für jährliche Kosten** sind die Reinigung und die Energieversorgung. In diesen Kostengruppen fallen auch in unserem Rechenbeispiel zu Haus K jährlich die höchsten Kosten an. Sowohl die Reinigungs-, als auch die Energieversorgungskosten lassen sich durch eine entsprechende vorausschauende Planung reduzieren. Sie sind jedoch auch stark vom Nutzungsverhalten und den Rahmenbedingungen des Gebäudebetriebs abhängig.

Die Höhe der gesamten **jährlichen Folgekosten beim Haus K** hängt zu einem hohen Teil davon ab, ob Kosten für die Reinigung in der Berechnung berücksichtigt werden, oder nicht, vgl. Tab. 4. Die Reinigungskosten betragen nämlich bei diesem Beispiel mehr als die gesamten Ver- und Entsorgungskosten. Letztere sind stark von den Komfortansprüchen der Nutzer (z.B. Innenraumtemperaturen im Winter) und den vorgeschriebenen Tarifen und Gebühren abhängig. Der Raumwärmebedarf ist auf Grund der hochwärmegedämmten Gebäudehülle entsprechend dem heutigen Baustandard bereits gering. Eine erste sinnvolle Optimierungsmöglichkeit zur Anpassung an ein zukünftig noch effizienteres Wärmeversorgungssystem bietet sich erst bei einem notwendigen Wechsel des Wärmeerzeugers an, also nach etwa 20 Nutzungsjahren. Eine weitere Reduktion der Wärme- und Stromkosten ist mit mittlerweile allgemein bekannten Maßnahmen zu erreichen. Diese sind die Verwendung von hocheffizienten Geräten und ein energiebewusstes Nutzerverhalten.

Expertentipp DI Wolfgang Stumpf: „Bei jeder bau- und energierelevanten Maßnahme sollte nicht nur die Effizienz, sondern auch die Suffizienz berücksichtigt werden. Das bedeutet: So viel wie notwendig, so wenig wie möglich.“

Die Folgekostengruppen **F1 Verwaltung** und **F2 Technischer Gebäudebetrieb** haben im Rechenbeispiel Haus K zusammen nur einen geringen Anteil von **1 Prozent** an den Lebenszykluskosten. Kosten für Wartungen, Inspektionen und kleine Reparaturen (Kostengruppe F2) sind vor allem mit Zeitaufwand verbunden. Bei entsprechender Planung und Ausführung des Gebäudes können diese Aufgaben zu einem großen Teil von den Eigentümern oder Nutzern in Eigenleistung selbst übernommen werden. Gas- und Biomassekessel müssen aus rechtlichen und sicherheitstechnischen Gründen einer jährlichen Inspektion und Wartung durch eine Fachperson unterzogen werden. Je mehr regelmäßige Instandhaltungsmaßnahmen durch Fachkräfte erforderlich sind, desto stärker fällt der technische Gebäudebetrieb bei den Lebenszykluskosten ins Gewicht. Auf die Wichtigkeit von regelmäßigen

Inspektionen ist vom Planer und Ausführenden hinzuweisen, da die frühzeitige Erkennung eines Schadensbildes die Instandsetzungskosten maßgeblich reduzieren kann. Am Beispiel von Haus K sind in diesen Kategorien Kosten für die Grundsteuer, den Tausch des Luftfilters in der Lüftungsanlage, die Wartung der Wasseraufbereitungsanlage, eine regelmäßige Inspektion des ganzen Gebäudes mit kleinen Reparaturen und den Rauchfangkehrer aufgelistet. Bis auf die Kehrung und Überprüfung des Kamins, können die erforderlichen Wartungsarbeiten in Haus K von den Eigentümern selbst durchgeführt werden. Der Zeitaufwand für Eigenleistungen wurde in dem Rechenbeispiel mit einem Stundensatz von 10 € bewertet.

Die jährlichen finanziellen Belastungen aus der **Kostengruppe F3 Ver- und Entsorgung** sind neben der Beschaffenheit und technischen Ausstattung des Gebäudes auch vom Nutzerverhalten und den Gebühren und Tarifen für Energie, Wasser, Abwasser und Abfallentsorgung abhängig. Im Rechenbeispiel Haus K betragen die jährlichen Kosten für Ver- und Entsorgung 1.991,68 €. Dynamisch auf einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren hochgerechnet ergibt das 107.338,41 €, was einem Anteil an den Lebenszykluskosten von **6 Prozent** entspricht, siehe Tab. 4 und Tab. 8.

Der Dämmstandard der Gebäudehülle und das zu heizende und lüftende Raumvolumen werden in der Planungsphase festgelegt und können danach nur durch massive bauliche Maßnahmen (große Instandsetzung oder Umbau) verändert werden.

Haus K entspricht in Bezug auf Wärmeschutz, Heizungssystem, Schutz vor sommerlicher Überhitzung und Gebäudelüftung dem heutigen Stand der Technik. Die fortschreitenden Auswirkungen der Klimaänderung machen weitere Anpassungen der Energieeffizienz und eine rasche Etablierung von Innovationen im Bau- und Energiesektor jedoch notwendig. Das heißt, dass in 20 oder 40 Jahren neue Gebäudeenergiesysteme Standard sein werden, die eine andere Herangehensweise an die Integration von Technik im Gebäude verlangen.

Tab. 8: Ver- und Entsorgungskosten im Rechenbeispiel Haus K.

Numme	Bezeichnung	Wert	EH	Gesamt
F3	Ver- und Entsorgung	1.991,68	€/ Jahr	99.584,00
F3.1	Energie (Wärme, Kälte,	904,80	€/ Jahr	45.240,00
F3.1.a	Haushaltsstrom	437,00	€/Jahr	21.850,00
F3.1.b	Lüftung	50,90	€/Jahr	2.545,00
F3.1.d	Heizung	242,54	€/Jahr	12.127,00
F3.1.f	Warmwasser	174,36	€/Jahr	8.718,00
F3.2	Wasser und Abwasser	898,38	€/ Jahr	44.919,00
F3.2a	Wasser	286,58	€/Jahr	14.329,00
F3.2b	Abwasser	611,80	€/Jahr	30.590,00
F3.3	Müllentsorgung	188,50	€/ Jahr	9.425,00
F3.3a	Müllentsorgung	188,50	€/Jahr	9.425,00

Gebühren und Verrechnungssysteme für **Wasser, Abwasser und Müllentsorgung** werden vom öffentlichen Versorger festgesetzt und können von den Bewohnern kaum beeinflusst werden. Beim Rechenbeispiel Haus K betragen die Kosten hierfür etwa **54 Prozent der Ver- und Entsorgungskosten**.

Der **Haushaltsstrombedarf** verursacht beim Rechenbeispiel Haus K etwa **22 Prozent der Ver- und Entsorgungskosten**. Er ist von der Nutzungsdauer und der Energieeffizienz der Geräte und Beleuchtung abhängig. Bei der **Lüftung (3 Prozent)** können verschmutzte Filter den Lüfterstrombedarf erhöhen. Der Einbau einer Steuerung zur smarten Regelung der Stromverbraucher in Abhängigkeit der Nutzungszeiten ermöglicht eine spürbare Reduktion der Stromkosten.

Mit 416,90 €/a, davon 242,54 €/a für die Heizung, sind die **Wärmekosten** für Haus K im Rechenbeispiel insgesamt betrachtet sehr gering. In Bezug auf die jährlichen Ver- und Entsorgungskosten beträgt der Wärmeanteil nur **21 Prozent**. Bei der Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtung darf aber nicht auf die Errichtungskosten für die Heizungsanlage, die gut gedämmte Gebäudehülle und die Aufwände zur Erneuerung des Wärmerzeugers nach etwa 20 Jahren vergessen werden. Ein nach Mindestanforderung der Bauordnung gedämmtes Haus spart bei der Errichtung, hat aber deutlich höhere Wärmekosten als das vorliegende Beispiel.

Nach den Kosten für Errichtung und Instandsetzung beansprucht die Kostengruppe **F4 Reinigung und Pflege** im Rechenbeispiel Haus K den drittgrößten Anteil an den Lebenszykluskosten über 50 Jahre, nämlich etwa **8 Prozent**. Auch wenn diese Kostengruppe in einer Lebenszyklusbetrachtung nicht mit Kosten bewertet wird, sollte der Zeitaufwand für die Reinigung berücksichtigt und durch entsprechende Planungsmaßnahmen optimiert werden.

In der detaillierten Auflistung (siehe Tab. 9 und Anhang) betragen die Gärtnerdienste etwa ein Viertel dieser Kostengruppe. Die Besitzer der Immobilie müssen selbst entscheiden, ob sie Tätigkeiten wie z.B. Gartenarbeit als zeitliche oder finanzielle Belastung oder Freizeitvergnügen werten.

Tab. 9: Folgekosten aus Reinigung und Pflege im Haus K. Der zeitliche Aufwand für Eigenleistung ist mit 10 €/h eingerechnet.

Numme	Bezeichnung	Wert	EH	Gesamt
F4	Reinigung und Pflege	1.976,51	€/ Jahr	98.505,50
F4.1	Unterhaltsreinigung	694,96	€/ Jahr	34.428,00
F4.1.a	Reinigungskosten	351,14	€/Jahr	17.557,00
F4.1.b	Sanitärflächen	216,75	€/Jahr	10.837,50
F4.1.c	Küchenflächen	78,00	€/Jahr	3.900,00
F4.1.d	Nebenraum, Gang- und	42,67	€/Jahr	2.133,50
F4.2	Fenster- und	592,00	€/ Jahr	29.600,00
F4.2.a	Fensterreinigung	208,00	€/Jahr	10.400,00
F4.2.b	Innenglasflächenreinigung	384,00	€/Jahr	19.200,00
F4.4	Sonderreinigungen	58,00	€/ Jahr	2.900,00
F4.4.a	Sonnenschutzreinigung	58,00	€/Jahr	2.900,00
F4.5	Winterdienste	108,55	€/ Jahr	5.427,50
F4.6	Reinigung Außenanlagen	63,00	€/Jahr	3.150,00
F4.7	Gärtnerdienste	460,00	€/Jahr	23.000,00

Die Reinigungskosten im Rechenbeispiel werden über die Größe der zu reinigenden Flächen, die Häufigkeit und Dauer des Reinigungsvorganges in Abhängigkeit von der Reinigungsintensität und dem Stundensatz der Reinigungskraft kalkuliert. Dabei wurde angenommen, dass die Reinigung in

Eigenleistung erbracht und mit einem Stundensatz von 10 € bewertet wird. Für unterschiedliche Bereiche im Gebäude ergeben sich so je nach Aufwand und Intensität spezifische Flächenreinigungskosten in Euro pro Quadratmeter und Jahr. Die Gestaltung des Weges zum Haus, Schmutzfänger im Eingangsbereich, die Platzierung der Garderobe, die Qualität der Bodenoberflächen und die Zugänglichkeit der Fensterflächen können über den Verschmutzungsgrad und Reinigungsaufwand die Wohnqualität sehr stark beeinflussen.

Mehrjährige Folgekosten

Die **Folgekostengruppe F7 Instandsetzungen** hat im Rechenbeispiel bei Haus K noch vor den gesamten Kosten für die Errichtung (Grundkosten und Errichtungskosten E0 bis E9) mit **48 Prozent** den zweitgrößten Anteil an den Lebenszykluskosten und den größte Anteil an den Folgekosten. Die mehrjährigen Instandhaltungsmaßnahmen und (Teil-) Erneuerungen haben zum Ziel, die Funktionsfähigkeit des Objektes zu erhalten und die Nutzungsdauer zu verlängern.

Die drei großen potentiellen **Folgekostentreiber bei mehrjährigen Instandsetzungen** sind die Bauteiloberflächen, die Haustechnik und die Errichtungskosten an sich.

Bei der Auswahl der **Bauteiloberflächen** sind Qualität, Lebensdauer, Verarbeitbarkeit, Produktkosten sowie das Zusammenspiel dieser Parameter zu berücksichtigen. Dass die Lebensdauer von Produkten voll ausgenutzt werden kann, setzt voraus, dass die darunter liegenden Bauteilschichten eine mindestens gleich lange oder längere Lebensdauer haben. In diesem Fall kann es sinnvoll sein Produkte mit besonders langer Lebensdauer zu wählen, auch wenn diese in der Anschaffung teurer sind. Unter Umständen kann jedoch auch ein billiges Produkt, das rasch und unkompliziert erneuerbar ist, in Summe geringere Lebenszykluskosten verursachen, als ein teures Produkt mit hohem Aufwand bei Verarbeitung, Wartung und Pflege. Man denke zum Beispiel nur an die vielfältigen Möglichkeiten in der Garderobe vom Natursteinboden bis zum günstigen Einweg-Schmutzfänger auf Keramikbodenbelag.

Die **Haustechnik** muss den baulichen und nutzerspezifischen Ansprüchen gerecht werden, nicht umgekehrt. Für ihre Planung muss zunächst der Dämmstandard des Gebäudes ermitteln oder als Ziel definiert werden. Dabei sind Nutzungsdauer, Temperaturverhalten, Komfort des Gebäudes und deren Regelfreundlichkeit zu beachten. Mit diesem Wissen ist es möglich, Systeme für Wärme, Strom, Beleuchtung, Automation zu finden, die genau zu den Nutzern und zum Gebäude passen.

Arch. DI Gregor Radinger, MSc, Donau-Universität Krems: „Die Haustechnik ist dazu da, die Funktionalität des Gebäudes zu unterstützen. Und nicht, um Planungsfehler auszugleichen.“

Bei der Auswahl der Haustechnik gilt der gleiche Grundsatz wie bei der Entwicklung von Baudetails. Die Systeme und ihre Komponenten sollen einfach, klar verständlich, wenig komplex, leicht einzubauen, zu warten, zu erweitern, zu adaptieren und auszutauschen sein. Optimal betriebene und effizient arbeitende Systeme sind die Grundvoraussetzung für eine kosteneffiziente Energieversorgung des Gebäudes.

Über die langen Jahre des Gebäudelebenszyklus können sich die Anzahl der Nutzer, die Nutzer selbst und ihre Anforderungen an das Gebäude stark verändern. Große Teile der Heizungsanlage müssen nach 20 bis 40 Jahren zur Gänze erneuert werden. Dies bietet auch die Möglichkeit zur Anpassung der Technik an die

aktuellen Nutzungsanforderungen. Das System muss nicht immer alle möglichen zukünftigen Nutzungen perfekt erfüllen können, aber es sollte auf vorhersehbare und wahrscheinliche Änderungen angepasst werden können.

Die **Größe, Komplexität und die Errichtungskosten eines Gebäudes** wirken sich deutlich auf die Höhe der Instandsetzungskosten aus. Hohe Investitionen führen nicht unbedingt zu geringeren Folgekosten, sondern können dazu führen, dass auch bei erforderlichen großen Instandsetzungen höhere Kosten anfallen.

Im hinterlegten Szenario unseres Rechenbeispiels wird auf eine Verbesserung des Baustandards oder einen Umbau für neue Nutzungsfunktionen nicht eingegangen. Technologieentwicklungen sind nur schwer prognostizierbar, weshalb in der Berechnung davon ausgegangen wird, dass betrachtete Elemente am Ende der angesetzten Nutzungsdauer durch identische Elemente mit gleichen Kosten ersetzt werden.

Für das Haus K wurden im Rechenbeispiel folgende größere Instandsetzungsmaßnahmen und Nutzungsdauern angenommen, vgl. Abb. 11:

alle 10 Jahre:

- Gebäudeautomation (CO₂-Sensoren für die Lüftungssteuerung) ersetzen
- Innenwände und -decken ausmalen
- Schäden an der Fassadenverkleidung (Putz) ausbessern und malen
- Lüftungsgerät erneuern

alle 20 Jahre (gemeinsam mit der 10-jährlichen Instandsetzung):

- Wärmepumpe und Kaminofen erneuern
- Dach- und Balkonbeläge (Abdichtungsfolien) erneuern
- Fernseh- und Antennenanlage ersetzen
- Sanitärobjekte und Küche samt Einbaugeräte erneuern

nach 30 Jahren (gemeinsam mit der 10-jährlichen Instandsetzung):

- Fenster und mechanischen Sonnenschutz (Außenjalousien) erneuern

Umfassende Sanierung nach 40 Jahren (gemeinsam mit den 10- und 20-jährlichen Maßnahmen):

- Raumheizflächen (Fußbodenheizung), Wärme- und Lüftungsverteilstromnetz erneuern
- Wasser-, Abwasser-, Starkstromleitungen samt Armaturen und Einbauten abschnittsweise erneuern (Aufwand etwa 10% der Herstellung)
- Bodenbeläge samt Estrich (zusammen mit der Fußbodenheizung), Wandfliesen, Deckenverkleidungen, Innenwandelemente (Glastrennwand im Bad), Innentüren erneuern
- einzelne Bereiche am Gebäudesockel, Spritzwasserschutz u.ä. ausbessern oder erneuern
- Teile der befestigten Flächen (Aufwand etwa 10% der Herstellung) und Außenanlagen erneuern oder neu gestalten

Dieses Lebenszykluskosten-Szenario wurde für das Rechenbeispiel „Haus K“ individuell zusammengestellt. Typische Bauteil-Nutzungsdauern können für Lebenszykluskosten-Berechnungen in Nutzungsdauerkatalogen nachgeschlagen werden. Baumeister haben hier den Vorteil aufgrund ihrer Sanierungstätigkeit häufig auf wertvolle Erfahrungswerte zurückgreifen zu können, was die Lebens- und Nutzungsdauern von Bauelementen und Bauteilen betrifft. Letztlich sind erforderliche Instandsetzungsmaßnahmen, die Lebens- und Nutzungsdauer einzelner Bau- und Anlagenteile bis hin zum gesamten Gebäude, die Notwendigkeit von Umbauten oder der Wille zu Verbesserungen jedoch immer projektspezifische Parameter, die nicht verallgemeinert werden können. Der Planer und Ausführende müssen diese Punkte zu Beginn eines Planungsprozesses in die Grundlagenermittlung und Zieldefinition aufnehmen um sie in der Gebäudebewertung über den Lebenszyklus zu integrieren.

Expertentipp von Dr. Helmut Floegl, Donau-Universität Krems: „Sind keine fundierten Erfahrungswerte zu den Nutzungsdauern betrachteter Bauelemente und Bauteile verfügbar, so können diese in Katalogen nachgeschlagen werden. Verfügbare Quellen sind z.B. der Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile vom Hauptverband der allgemeinen beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs (2006), oder der Leitfaden Nachhaltiges Bauen des deutschen Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011)“

Im unserem Beispiel Haus K haben nach 30 bis 50 Jahren einige wichtige Bau- und Anlagenteile das Ende ihrer technischen Lebensdauer erreicht, das Gebäude soll aber weiterhin ohne Einschränkungen genutzt werden können und eine hohe Nutzungsqualität bieten. Daher werden im Rechenbeispiel **nach 40 Jahren** mehrere notwendige Instandsetzungsmaßnahmen zu einer **umfassenden Sanierung** gebündelt, da sie ohnehin zusammen hängen oder einander bedingen (z.B. Erneuerung von Estrich, Fußbodenheizung, Leitungen und Bodenbelägen; Innenwandoberflächen und Innentüren; Wärmeerzeuger, Einrichtung). So kann die Instandsetzung effizienter erfolgen und die Störung in der Nutzung beschränkt sich auf einen kürzeren Zeitraum.

Bei statischer Berechnung betragen die Instandsetzungskosten beim Haus K über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren 558.687,50 €. Da diese Kosten zum Teil zeitlich weit vom Betrachtungszeitpunkt der Baufertigstellung entfernt sind, haben Preissteigerungen und Verzinsung eine große Auswirkung auf das dynamisch berechnete Ergebnis, das bei 908.074,98 € liegt. In beiden Fällen haben große Instandsetzungen im Rechenbeispiel den zweitgrößten Anteil an den gesamten Lebenszykluskosten.

Im Folgenden werden die einzelnen Instandsetzungskosten ohne Preissteigerung und Verzinsung, also statisch berechnet, ausgewertet. Sie errechnen sich aus den Errichtungskosten der erneuerten Elemente und Bauteile. Über einen Auf- bzw. Abschlagsfaktor werden Kosten für den Abbruch und die Entsorgung ausgetauschter Bauteile, zusätzliche Planungskosten oder nur Teilerneuerungen berücksichtigt.

So werden etwa im Rechenbeispiel Haus K die jeweiligen Errichtungskosten bestimmter Bauteile für die Berechnung der Instandsetzungskosten mit einem „Einzelplanungsfaktor“ von 1,7 beaufschlagt, um den zusätzlichen Aufwand für Abbruch und Entsorgung des alten Bauteils und den erhöhten Planungsaufwand beim Austausch einzelner Elemente abzubilden. Im Beispiel wird also die Annahme hinterlegt, dass die Instandsetzungskosten um 70 Prozent höher sind, als die ursprünglichen Errichtungskosten des

Bauelements. Natürlich gilt das nicht pauschal für alle Bauteile. Instandsetzungsmaßnahmen am Rohbau werden im Rechenbeispiel zunächst mit einem Abschlagsfaktor von 0,15 belegt, da es sich um einen Massivbau handelt und davon ausgegangen wird, dass die instandgesetzten Elemente nicht vollständig erneuert, sondern nur teilweise ausgebessert werden. Anders ausgedrückt wird im Rechenbeispiel angenommen, dass bei einer Instandsetzung des Rohbaus nur 15 Prozent erneuert werden. Je nach Baukonstruktion und verwendeten Materialien sind diese Faktoren für jede Lebenszykluskosten-Berechnung entsprechend anzupassen.

Ist die angenommene Nutzungsdauer des betrachteten Bauteils kleiner als der gesamte Betrachtungszeitraum der Berechnung, so werden die sich daraus ergebende Kosten, jeweils am Ende der Nutzungsdauer als Folgekosten für Instandsetzung angesetzt und über den Betrachtungszeitraum aufsummiert, bzw. bei statischer Betrachtung einfach mit der Häufigkeit des Auftretens innerhalb des Betrachtungszeitraums multipliziert.

Tab. 10: Vergleich der Kostengruppen für Errichtung und Instandsetzung nach Kosten und Anteil an den gesamten Errichtungskosten, und den Kosten für die Große Instandsetzung

	Errichtung	Umfassende Sanierung nach 40 Jahren	Große Instandsetzungen gesamt im Lebenszyklus
E2 Bauwerk Rohbau	208.950,00 €	3.544,50 €	3.544,50 €
E3 Bauwerk Technik	76.920,00 €	63.456,75 €	110.376,75 €
E4 Bauwerk Ausbau	164.600,00 €	158.452,65 €	331.393,25 €
E5 Einrichtung	29.850,00 €	50.745,00 €	101.490,00 €
E6 Außenanlagen	37.800,00 €	11.883,00 €	11.883,00 €
Summe	518.120,00 €	288.081,65 €	558.687,50 €

Haus K ist ein Ziegel-Massivhaus mit einer teilweisen Unterkellerung aus Stahlbeton. Die Tragkonstruktion der Flachdächer besteht aus Stahlbeton. Auf Grund des langlebigen **Rohbaus**, wurde für Instandsetzungsarbeiten am Rohbau nur etwa 1 Prozent der Errichtungskosten angenommen, vgl. Tab. 10.

Praktisch alle beweglichen und zerstörungsfrei demontierbaren Teile der Gebäudetechnik werden im Lauf des Betrachtungszeitraums in unserem Beispiel zumindest einmal erneuert, weil sie ihr technisches und wirtschaftliches Lebensende erreicht haben. Der Kostenaufwand für Instandsetzungen in der Kostengruppe **E3 Bauwerk Technik** kann je nach Art der haustechnischen Anlage bei einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren so hoch oder sogar höher als die Errichtungskosten ausfallen. In unserem Rechenbeispiel sind nach 20 Jahren die Wärmeerzeuger und das Lüftungsgerät von einem Austausch betroffen. Beim zweiten Tausch nach 40 Jahren werden im Zuge der umfassenden Sanierung zusätzlich die Lüftungskanäle und abschnittsweise Leitungen für Heizung, Wasser, Abwasser und Strom getauscht.

Der größte Folgekostentreiber im Rechenbeispiel Haus K ist die Errichtungskostengruppe **E4 Bauwerk Ausbau**. Über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren ist zu erwarten, dass in etwa die doppelte Summe, die bei der Errichtung angefallen ist, in die Instandsetzung des Ausbaus investiert werden muss. Bei Haus K sind das jeweils etwa 64 Prozent der Errichtungskosten oder 24 Prozent der statisch berechneten Lebenszykluskosten. Die gesamten Instandsetzungskosten für den Ausbau setzen sich im Rechenbeispiel folgendermaßen zusammen: 21% Fenster und Sonnenschutz, 9% Fassade, 44% Feuchtigkeitsisolierung und Oberflächen bei Flachdach, Balkon, Terrasse und 26% Innenausbau. Letztere betreffen wiederum zur Hälfte Estrich und Bodenbeläge und zu je einem Sechstel Wand- und Deckenoberflächen, Innentüren und Innenwandelemente.

Fenster und Sonnenschutz haben nach etwa 30 Jahren das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und müssen getauscht werden. Die Größe und Anordnung von Fenstern ist nicht nur nach Ausblick, Belichtung und Belüftung zu dimensionieren, sondern auch nach dem solaren Wärmeeintrag in den unterschiedlichen Jahreszeiten. Sommerliche Überwärmung der Innenräume wird am besten mit einem außenliegenden Sonnenschutz (Außenjalousien, Rollläden oder Fensterläden) vermieden. Schon bei der Formfindung und Ausrichtung des Gebäudes ist zu überlegen, inwieweit ein mechanisches außenliegendes Verschattungssystem durch wartungsärmeren baulichen Sonnenschutz oder Baumpflanzungen reduziert werden könnte. Alle beweglichen Fenster- und Verschattungselemente bedürfen regelmäßiger Wartung und Instandsetzung.

An der **Gebäudefassade** werden im Rechenbeispiel Haus K alle 15 Jahre kleine Ausbesserungsarbeiten vorgenommen und ein neuer Anstrich aufgebracht. Damit der Bauteil nach der Instandsetzung seine bauphysikalischen Eigenschaften behält, sollten neue Anstriche und Beschichtungen immer gleiche Qualität und Eigenschaften wie das Original haben. Andernfalls können Feuchte- und Frostschäden im oder am Bauteil auftreten. Schädigungen der Gebäudehülle treten nach Instandsetzungen und Umbauten vor allem an den Anschlussstellen und bei Durchdringungen auf. Durch eine regelmäßige Inspektion der Kellerwände, der erdberührten Bauteile und Bauteildurchdringungen können Schäden an der Feuchtigkeitsisolierung oder ungünstige Temperatur- und Lüftungsverhältnisse im Innenraum rechtzeitig erkannt und kostenintensivere Folgeschäden vermieden werden.

Im Außenbereich wird im Rechenbeispiel Haus K nach 40 Jahren, im Zuge der umfassenden Sanierung, bei den **Flachdächern** und den Balkon- und Terrassenaufbauten die Feuchtigkeitsisolierung samt Kiesschüttung bzw. **Bodenbelag** erneuert. Die Lebensdauer dieser Bauteile kann durch sorgsame Inspektion und Wartung verlängert werden, hängt aber vor allem von der Bestell- und Ausführungsqualität ab. Ein zu spätes Erkennen oder verspätete Reaktion auf Schäden kann fatale Auswirkungen auf das Gebäude und den weiteren Kostenverlauf im Lebenszyklus haben.

Einen wesentlichen Anteil an den Instandsetzungsarbeiten für die Errichtungskostengruppe Bauwerk Ausbau kann der **Innenausbau** ausmachen. Im Rechenbeispiel zu Haus K entspricht der Innenausbau 26 Prozent der Instandsetzungsarbeiten am Ausbau. Davon wird fast die Hälfte für die Erneuerung des **schwimmenden Estrichs** und der Bodenbeläge aufgewendet. Diese Maßnahme wird im Beispiel durch die notwendige Erneuerung der Fußbodenheizung erforderlich. Bei guter Qualität eines schwimmend

verlegten Estrichbodens kann, wenn sich nicht die Notwendigkeit eines Austauschs darunterliegender Elemente ergibt, jedoch auch eine deutlich längere Lebensdauer erreicht werden. Ein Sechstel der Instandsetzungskosten des Innenausbaus wird im Beispiel für die mehrmalige Instandsetzung der **Wand- und Deckenoberflächen** benötigt. Von Zeit zu Zeit müssen hier Gebrauchsspuren und Verschmutzungen entfernt, kleine Beschädigungen repariert und die Flächen neu ausgemalt werden. Die Häufigkeit und Notwendigkeit dieser Arbeiten hängt einerseits von der Nutzung und der Qualität des Oberflächenmaterials, andererseits aber auch von den ästhetischen Anforderungen der Nutzer ab. Mit einem weiteren Sechstel der Instandsetzungskosten werden im Rechenbeispiel Haus K nach 40 Jahren die **Innentüren** getauscht. Das letzte Sechstel betrifft den Tausch von diversen Innenausbauerelementen, wie eine Glastrennwand im Bad und die Glasbrüstung bei der Innenstiege.

Zur **Einrichtung** werden in Haus K die Sanitärobjekte und die Küche samt Einbaugeräte gezählt. Diese Teile werden im Rechenbeispiel nach 20 Jahren erneuert.

Im Rechenbeispiel wird außerdem angenommen, dass nach 40 Jahren Teile der **Außenanlagen** und des Gartens, neu zu gestalten sind. Dabei kommt es zur Teilerneuerung von befestigten Flächen und einer Neuerrichtung der Einfriedung, der Wege und PKW-Stellplätze vor dem Haus.

Mit der Folgekostengruppe **F9 Abbruch, Objektbeseitigung und Entsorgung** wird der Aufwand monetär bewertet, der übrig bleibt wenn das Gebäude nicht mehr genutzt wird bzw. werden kann. Für die Ermittlung dieser Kosten können die Abbruch-Massen des Gebäudes, idealerweise getrennt nach Stoffgruppen für die Entsorgung (Beton, Ziegel, Holz, Metalle und Restmassen) herangezogen und mit entsprechenden Entsorgungskosten hinterlegt werden. Kosten für den Abbruch des Gebäudes lassen sich mit flächen- oder volumenbezogenen Kenn- und Erfahrungswerten kalkulieren. Das Ergebnis ist eine wichtige Information bei der Wiederherstellung eines unbebauten Grundstücks, bei Veräußerung der Immobilie und bei der Umnutzung des Grundstücks mit einem neuen Gebäude. Im Fall von Haus K betragen die kalkulierten Kosten für Abbruch und Objektbeseitigung etwa 43.944 €. Bei dynamischer Berechnung ergibt dies nach 50 Jahren einen Wert von 101.112 € bzw. etwa **6 Prozent** der Lebenszykluskosten. Um diese Kosten zu reduzieren oder eine gewisse Wertschöpfung aus den Gebäude-Restmassen zu erlangen, ist schon während der Gebäudeplanung für jeden Bauteil zu hinterfragen, ob und mit welchem Aufwand dieser wieder demontiert, die einzelnen Bauschichten voneinander getrennt und die Baustoffe und Bauteile wiederverwendet oder recycelt werden können.

4.3.2 Lebenszykluskosten versus persönlicher Nutzen

Bei der Bewertung von **Kosten** muss auch immer der damit verbundene Nutzen berücksichtigt werden. Der Bau eines Einfamilienhauses ist im Vergleich zu anderen Möglichkeiten der Wohnraumversorgung, sicher nicht die kostengünstigste Variante. Dem finanziellen Aufwand steht jedoch in vielen Fällen ein entsprechender **persönlicher Nutzen** gegenüber, der für die Bauherren auch entsprechend gewichtet werden muss.

Ing. Franz Gugerell, Bau- und Energieberater: „Grundsätzlich ist der Bau von Einfamilienhäusern in vielerlei Hinsicht unvernünftig – auch in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit. Die anfallenden Kosten müssen in der Gesamtbetrachtung jedoch immer dem jeweiligen persönlichen Nutzen gegenübergestellt werden.“

So können auch einzelne Investitions- oder Planungsentscheidungen mit erhöhten Folgekosten verbunden sein, denen jedoch ein großer persönlicher Nutzen der Bauherren gegenübersteht. Kosten und Nutzen sind immer gemeinsam zu betrachten.

Große Glasflächen sind ein starkes Gestaltungselement, mit dem die Gebäudehülle entmaterialisiert und der Innenraum nach außen erweitert werden kann. Dieser Nutzen ist jedoch nicht nur mit hohen Kosten in der Errichtung verbunden. Große Glasflächen wirken sich meist auch auf die Folgekosten erhöhend aus. Zu den laufenden Kosten und Aufwänden für Reinigung, Wartung und Instandhaltung großer Glasflächen kommen meist auch noch erhöhte Energieverbräuche. Der Erneuerung von Glasfassaden am Ende ihrer Lebensdauer gestaltet sich anders als bei herkömmlichen Rahmenfenstern. Mitunter müssen die Bauteilanschlüsse samt Abdichtungen neu konstruiert werden.

Bauherr von Haus K: „Der Ausblick vom Wohnraum auf die herrliche Landschaft, das direkte Miterleben wie sich die Vegetation im Laufe der Jahreszeiten verändert sind für mich und meine Familie ein Vergnügen, auf das wir uns schon bei der Wahl des Grundstückes gefreut haben.“

Eine **Garage** schützt das Auto nicht nur vor Wetter und Tieren. Mit einer gedeckten Verbindung vom Stellplatz zum Wohnhaus bleiben Auto und Fußböden trocken und sauber. Im Winter muss das Auto nicht von Schnee und Eis befreit werden und die Autositze sind nicht so kalt wie bei einem Auto, das im Freien abgestellt wurde. Eine Garage ist jedoch wie auch ein Wohngebäude mit Errichtungs- und Folgekosten verbunden. An Stelle der Garage kann als günstigere Lösung auch ein Carport errichtet werden. Werden dabei die Lage der Fundamente berücksichtigt und Kanalrohre vorverlegt, kann die Garage zu einem späteren Zeitpunkt ohne allzu großen baulichen Aufwand errichtet werden.

Balkone bieten im mehrgeschoßigen Wohnbau eine Möglichkeit Wohnungen mit privaten Freiräumen zu versorgen. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern wird diese Funktion meist schon durch Garten und/oder Terrasse erfüllt. Aufgrund der erforderlichen zusätzlichen Bauteile, Anschlüsse und Durchdringungen der Gebäudehülle, sind Balkone mit erheblichen Errichtungs- und Folgekosten verbunden. Bei der Planung sollte daher intensiv auf die Wünsche des Auftraggebers eingegangen und Aufwand und Nutzen eines Balkons berücksichtigt werden.

Keller werden vorrangig als Lagerraum und Abstellfläche genutzt. Bei einer Biomasseheizung kommen noch ein Heizraum und ein Brennstofflager dazu. Wenn der Garten auch zum Obst- und Gemüseanbau verwendet wird, können kühle Lagerräume mit Regalen für Einmachgläser und Gemüseboxen genutzt werden. Ist das Haus in den Hang gebaut, dann kann der Keller mit ebenerdigem Ausgang zum Garten im Sommer auch als kühler Aufenthaltsraum ausgebaut werden. In manchen Fällen stellen Keller jedoch auch eine teure Investition dar, der kein entsprechender Nutzen gegenüber steht. Jede derartige Möglichkeit sollte nach Kosten und Nutzen bewertet und mit dem Auftraggeber besprochen werden.

Die Lebenszykluskosten-Berechnung ist eine wichtige Grundlage und Entscheidungshilfe für Planer und Bauherren. Schlussendlich zählt aber der **Kundenwunsch** immer mehr als das Rechenergebnis eines Bewertungssystems.

4.3.3 Für die Zukunft planen

Trotz detaillierter Aufstellung der Lebenszykluskosten ist eine Prognose für die zukünftige Nutzung und unerwartete Investitionen nicht exakt kalkulierbar.

Vorhersehbare wahrscheinliche **Nutzungsänderungen** z.B. in der Anzahl der Bewohner, Umnutzung einzelner Räume oder Aufteilung des Gebäudes in zwei Wohneinheiten sollten in der Planung als **Kostenszenarien** jedoch berücksichtigt werden. Entsprechende Adaptierungen müssen nicht nur bei der Grundrissgestaltung und Raumanordnung mitgedacht werden, auch Themen wie Barrierefreiheit, Schallschutz, flexible Raumgrößen, Gestaltung des Eingangsbereiches etc. spielen hier eine Rolle.

Bei der Errichtung von Ein- oder Zweifamilienhauses ist es häufig die Intention der Bauherren für zukünftige Generationen **auf Vorrat** zu **bauen**. Die Kinder sollen später das Haus übernehmen und weiter nutzen. In der Übergangszeit während des Generationenwechsels, aber auch bei unvorhergesehenen Entwicklungen, können die oben angeführten Punkte und deren bauliche Berücksichtigung eine wesentliche Rolle bei der weiteren Nutzbarkeit und Leistbarkeit der Immobilie spielen. Die Aufstellung der Lebenszykluskosten kann hier auch helfen, einen Überblick über die Instandhaltungskosten bis zum den Zeitpunkt der Hausübergabe und die notwendigen Instandsetzungskosten zum Erreichen eines neuwertigen Bauzustandes zu erlangen.

5 Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen in der Praxis

Die Etablierung und Verankerung der Kostenplanung über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes im Planungsprozess, ist eine große Herausforderung. Der Wunsch nach dem Eigenheim im Grünen gilt als erfüllt, sobald die Baukosten bezahlt und der Dauerauftrag zur Überweisung der Kreditraten abgeschlossen ist. Der Kreditzins ist für die ersten Jahre vertraglich fixiert. Dabei werden häufig weder die Kosten ausreichend berücksichtigt die im Gebäudebetrieb entstehen, noch dass sich persönliche Lebensumstände im Lauf der Zeit verändern.

Baumeister Johannes Dinhobl: „Keiner möchte sich heute mit Problemen auseinandersetzen, die erst in 10 Jahren auftreten könnten!“

Selbst die Planung von Folgekosten beruht auf Annahmen, die für die Zukunft nicht garantiert werden können, da der Kostenverlauf von vielen veränderlichen Randbedingungen beeinflusst wird. Warum soll jemand Geld für Beratung oder Planung ausgeben, wenn das Ergebnis am Ende des Betrachtungszeitraumes womöglich anders als prognostiziert ausfällt? Weil schon allein das Wissen darum, dass und wie der Planungsablauf, die Errichtungsqualität und der Nutzer die Gesamtkosten des Lebensraumes Einfamilienhaus beeinflussen, zu besseren Ergebnissen führt.

„Geld macht glücklich, wenn man rechtzeitig d'rauf schaut, dass man's hat, wenn man's braucht.“
Josef Kirschner im Raiffeisen Bausparen Werbespot, 1988

5.1 Aktueller Stellenwert der Lebenszykluskosten-Betrachtung

Aktuell werden Lebenszykluskosten gesellschaftlich kaum thematisiert. Eine Beratung bzw. eine Optimierung der Lebenszykluskosten wird von Seiten der Bauherren selten nachgefragt. Das Potenzial der Lebenszykluskosten-Berechnung ist es, das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen langfristig zu optimieren. Dieses Potential und der Nutzen, der daraus gezogen werden kann, werden häufig noch nicht erkannt.

Wenn Lebenszykluskosten von Gebäuden heute thematisiert werden, dann am ehesten im Zusammenhang mit der Gebäudetechnik, insbesondere bei der **Wahl des Heizungssystems**. Stets veränderliche Energiepreise, die Verschärfungen der Bauordnungen und Förderkriterien in Bezug auf Gebäudeenergiekennwerte, die steigende Rentabilität von Photovoltaik Anlagen bei Eigennutzung der am Gebäude erzeugten Energie sind nur einige Aspekte, die das Interesse für die **Folgekosten bei Gebäudetechnik** wecken. Zum Beispiel sollen in Zukunft Plusenergiegebäude dem Besitzer einen Energiegewinn und Einsparungen bei den Energieversorgungskosten bringen. Damit die Wirtschaftlichkeit solcher Gebäude beurteilt werden kann, müssen Kosten und Erträge jedoch über einen längeren Zeitraum hinweg und immer im Verhältnis zum Nutzen betrachtet werden.

Der Bauherr weiß, wie viel **Geld für die Errichtung** seines Traumhauses zur Verfügung steht bzw. wie hoch die Baukreditraten für die nächsten Jahre ausfallen dürfen. Mit dieser Information startet er in den Planungsprozess für sein Ein- oder Zweifamilienhaus. Sehr häufig wünschen sich Bauherren, dass ihnen vom Erstgespräch bis zur Baufertigstellung ein einziges Unternehmen als Ansprechpartner für alle Belange des Projektes zur Verfügung steht. Dazu beauftragen sie den **Baumeister als Generalunternehmer**, der

u.a. die Informationen aller am Bau Beteiligten zu sammeln und zusammenführt. Damit ist der Baumeister in einer vorteilhaften Position um bereits in der Planungsphase einen Anstoß zur Berücksichtigung der Lebenszykluskosten zu geben.

Baumeister verfügen in der Regel über einen **großen Erfahrungsschatz** in Bezug auf erprobte, „einfache“ und wenig fehleranfällige Planungs- und Ausführungslösungen. Aufgrund ihrer Sanierungstätigkeit können sie außerdem auf Erfahrungswerte in Bezug auf Nutzungsdauern, Schadenshäufigkeit und Instandsetzungskosten zurückgreifen. In Kombination mit dem Wissen zur Theorie und Methodik der Lebenszykluskostenrechnung können planende und ausführende Baumeister ihre Kunden optimal beraten, damit das Wohnen im Eigenheim langfristig leistbar und die Qualität der Nutzung über den gesamten Lebenszyklus erhalten bleibt.

Für eine korrekte Anwendung der Lebenszykluskostenrechnung ist ein **vertiefender Wissenserwerb und Kompetenzaufbau** erforderlich. Die Berechnung der Lebenszykluskosten und Optimierung der Planung als Beratungsleistung ist außerdem mit einem nicht zu vernachlässigenden zusätzlichen Aufwand verbunden. Dabei können die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (**Zeit- und Kostendruck**) ein Hindernis darstellen.

Zeitverzögerungen durch mehrfache Planungsänderungen können für Baumeister und Bauherren problematisch sein. Ein rechtzeitiger Planungsbeginn und gute Grundlagen für eine rasche und klare Entscheidungsfindung sind für die termingerechte Fertigstellungen wichtig. Die Lebenszykluskosten-Beratung sollte schrittweise und parallel zum gesicherten Wissensaufbau in den Planungsablauf integriert werden.

Eine Sensibilisierung von Bauherren für die zu erwartenden Folgekosten kann nicht nur den Zeitplan gefährden, sondern sogar die Umsetzung des Bauprojektes selbst und somit einem erfolgreichen Geschäftsabschluss entgegenstehen. Eine **offene und transparente Kommunikation** der Folgekosten und all ihrer Einflussparameter bringt jedoch einen hohen Nutzen für Bauherren und kann der Vertrauensbildung zwischen Baumeister und Bauherren und somit einer langfristigen Kundenbindung dienen. Kurzfristiges Denken kann die langfristige Leistbarkeit des Vorhabens gefährden. Folgekosten treten auf und sind vom Gebäudenutzer zu tragen, unabhängig davon, welches Unternehmen beauftragt wurde. Spätestens ein Jahr nach Fertigstellung wird sich der Nutzer an die Zahlen der Lebenszykluskosten-Berechnung erinnern und froh sein, entsprechend agiert zu haben anstatt nun reagieren zu müssen.

In den letzten Jahren entsteht bei Bauherren von Einfamilienhäusern ein **stärkeres Bewusstsein** dafür, dass sich die Nutzung des Eigenheims über den Lebenszyklus hinweg verändert, z.B. durch familiäre, berufliche oder gesundheitliche Veränderungen, wenn Kinder erwachsen werden und ausziehen oder weitere Familienmitglieder hinzukommen. Somit werden zunehmend mehr Bauherren für Beratung in Bezug auf zukünftige Nutzungskonzepte zugänglich. Der Planer ist aufgefordert, den Bauherren auf die Nutzungsflexibilität von Grundrissen aufmerksam machen. Der notwendige **Mehraufwand für die Planung** generationengerechter oder leicht adaptierbarer Gebäude ist deutlich niedriger, als die Kosten für eine nachträgliche Anpassung (Adaptierung von Räumen, nachträglicher Einbau von zusätzlichen Sanitär-

räumen, Neuordnung der Eingangssituation etc.) und geringer als die Wertminderung bei Unmöglichkeit eines erforderlichen Umbaus.

Lebenszykluskostenoptimierung muss nicht zwangsläufig eine Kostenreduktion zum Ziel haben. Bei festgestecktem Kostenrahmen geht es vielmehr darum, **unnötige Folgekosten durch bewusste Planung zu vermeiden**, den Nutzen der eingesetzten Mittel zu erhöhen, oder ein Budget für andere Planungsziele (z.B. eine höhere Ausführungsqualität) zu schaffen.

5.2 Wie kann die Lebenszykluskostenbetrachtung in die tägliche Praxis Eingang finden?

Für jede Planung ist es essentiell, dass zu Beginn ein klares **Planungsziel definiert** wird. Dies hat bedeutende Auswirkungen auf die Qualität des bestellten Ergebnisses. Der Bauherr kann dabei bereits die Hilfe des Baumeisters in Anspruch nehmen. Dieser kann auch bei der Auswahl des Grundstückes beratend zur Seite stehen, denn bereits die Lage des neuen Wohnhauses beeinflusst die Entwicklung der Lebenszykluskosten. Die Bewusstseinsbildung über laufende Nutzungskosten, die Häufigkeit notwendiger Investitionen, Preissteigerungen etc. beginnt bei der Suche nach dem neuen Ort des Lebensmittelpunktes.

Ebenso muss die **Finanzierung der Gebäude-Lebenszykluskosten** von Beginn an mitgedacht werden. Weiterführende Informationen dazu bieten z.B. Wohnbauförderstellen, Bausparkassen und Banken. Mit der Kenntnis über die jährlichen Gebäudekosten, vor allem über Zeitpunkt und Höhe von notwendigen Investitionen, könnten Banken für die Vergabe von Krediten oder den Abschluss von Zielsparplänen einen zielgenauen Finanzierungsplan erstellen.

Für die Beratung und als Grundlage für Planungsentscheidungen könnten validierte Lebenszykluskosten-Daten eine wichtige Hilfestellung bieten. Datenbanken und Kataloge mit Lebenszykluskostenkennzahlen oder Dokumentationen von Muster- oder Demonstrationsobjekten sind bisher jedoch nicht verfügbar. Die entsprechenden Einflussparameter können außerdem bei jedem Bauprojekt gänzlich unterschiedlich gelagert sein. Daher ist es von Vorteil **auf eigene langfristige Erfahrungswerte zurückgreifen** zu können. Eigene Datensammlungen können dabei helfen wichtige Einflussgrößen und Zusammenhänge der Gebäudelebenszykluskosten zu erkennen.

Der Baumeister kann seinem Bauherren für lebenszykluskostenoptimiertes Planen und Bauen verschiedene **Dienstleistungskonzepte** und Argumente vorlegen, z.B.:

- Die Berechnung der Lebenszykluskosten kann vom Baumeister als **zusätzliche Planungsleistung** angeboten und verrechnet werden. Bei Beauftragung zur Errichtung des Gebäudes werden diese Kosten wieder rückverrechnet. Dadurch wird dem Bauherren die Beauftragung einer Lebenszykluskosten-Beratung erleichtert und der Baumeister kann mehr Zeit in die Planung investieren, die er durch genauer definierte Randbedingungen und somit effizienter umsetzbarer Bauausführung wieder einspart.
- Zusatzqualifikationen, die über die herkömmlichen Anforderungen hinausgehen, erhöhen den Kompetenzbereich der Baumeister. Die Beratung von Kunden über Gebäudelebenszykluskosten ist eine Dienstleistung, die **langfristiges Vertrauen** in den Planer und Ausführenden fördert und erhält.

- Bei pauschal beauftragten und industriell vorgefertigten Gebäuden endet mit der Schlüsselübergabe meist auch die Kundenbeziehung. Der **Baumeister** hingegen **begleitet den Bauherren** in vielen Fällen auch **während der Gebäudenutzung**. Er ist vor Ort verfügbar, wenn es um Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, Sanierungen, Erweiterungen, Umbauten etc. geht. Nach der Beratung über den Gebäudelebenszyklus weiß der Kunde nicht nur, dass nach gewissen Zeitabschnitten mehr oder weniger große Bauaufgaben auf ihn zukommen werden, sondern er kennt auch den Grund dafür und in welcher Größenordnung sich die Kosten bewegen werden.
- Der Baumeister informiert sich über die Verarbeitungsrichtlinien von Baustoffen und muss diese auch einhalten, da sonst die Funktionsfähigkeit nicht erreicht und gewährleistet werden kann. Daneben gibt es auch Checklisten und Hinweise zur Nutzung, Wartung, Instandhaltung bis hin zur Entsorgung von Bau- und Anlagenteilen. Darüber muss der Nutzer Bescheid wissen und diese auch befolgen. Handelt er nach diesen **Empfehlungen**, so erhöht dies die **Funktionalität und Lebensdauer** der Produkte und Gebäudeteile. Der Baumeister kann neben und nach der Errichtung des Gebäudes seine Kunden auf diese Aufgaben hinweisen und sie dabei unterstützen. Solche Tätigkeiten sind u.a. regelmäßige Inspektion von Regenwasserleitungen, Flachdächern, Absturzsicherungen, Spülen von Drainage-Leitungen, Tausch des Terrassenbelages, Verbesserung des Wärmeschutzes; Organisation der Überprüfung der Blitzschutzanlage, Nachrüstung der Brandschutzeinrichtungen u.v.m.

Tipp: Broschüre „Anleitung zur Werterhaltung Ihrer Immobilie“!

<https://www.wko.at/Content.Node/branchen/ooe/Bau/Anleitung-zur-Werterhaltung-Ihrer-Immobilie.html>

- Ähnlich zur Energie- oder Umweltberatung bietet eine **Lebenszykluskostenberatung** durch eine externe und **unabhängige Auskunftsperson** den Bauherren eine wichtige Unterstützung in der Planung und Nutzung ihrer Immobilie. Für Baumeister könnte das in Zukunft ein weiteres **Dienstleistungsfeld** werden.

Um die Lebenszykluskosten-Betrachtung in der Planungs- und Ausführungspraxis nachhaltig zu verankern, bedarf es neben dem gezielten Wissensaufbau bei Planern und Ausführenden, der Bewusstseinsbildung beim Kunden und der Entwicklung entsprechender geeigneter Dienstleistungskonzepte auch entsprechende Impulse aus der Politik. So könnte etwa über die Wohnbauförderung oder Gesetzgebung ein Anreiz geschaffen werden, bereits in der Planungsphase eine Kostenbetrachtung über den gesamten Gebäudelebenszyklus durchzuführen - ähnlich wie das bereits bei verschiedenen Gebäudebewertungssystemen und -zertifikaten der Fall ist.

6 Schluss

Die Ermittlung der Lebenszykluskosten setzt beim Planer einen gewissen Aufwand zur Organisation der Kostenkennwerte und Implementierung der Berechnungsmethode in den Planungsablauf voraus. Der Baumeister verfügt eigentlich bereits über große Erfahrung bezüglich Kosten, Dauerhaftigkeit und Aufwand von Bau- und Sanierungsmaßnahmen. Somit kann er vor allem als Generalplaner gegenüber dem Bauherren über die Notwendigkeit einer hohen Planungs- und Ausführungsqualität argumentieren.

Bei öffentlichen und umfangreichen Bauprojekten wird in der Praxis mittlerweile immer öfter das Bestbieterprinzip statt dem Billigstbieterprinzip bevorzugt oder sogar verlangt. Die Methode zur Ermittlung der Gebäudekosten über den gesamten Lebenszyklus ist bereits in diversen Normen ausführlich beschrieben. Die Planung der Folgekosten, also die finanzielle Belastung für das Wohnen nach der Gebäudeerrichtung, wird in Zukunft als Dienstleistung verstärkt nachgefragt werden. Diese Kosten können für das Ein- oder Zweifamilienhaus das Ein- bis Dreifache der Errichtungskosten betragen.

Am Beispiel von Haus K. wurden auf Basis von realen Abrechnungen alle Gruppen der Errichtungskosten dargestellt. Gemeinsam mit Experten wurden die Folgekosten und der Zeitpunkt ihres Auftretens ermittelt.

Eine generelle Aussage über die größten Kostentreiber während und nach der Gebäudenutzung kann nicht getroffen werden. Wichtig ist, dass der Bauherr gemeinsam mit allen am Bau Beteiligten schon in einer sehr frühen Planungsphase seinen Finanzrahmen und die Planungswünsche in Einklang bringt.

Die Lebenszykluskostenplanung macht den Zusammenhang von Planung, Errichtung und Folgekosten aller einzelnen Baumaßnahmen sichtbar und ist eine praxisnahe Methode zur Optimierung der gesamten Wohnkosten, die auch den Wünschen und Möglichkeiten des Auftraggebers entsprechen.

Conclusio

Eine Erweiterung des Betrachtungszeitraums von der Errichtung hin zum gesamten Lebenszyklus rückt die Kostenfrage des Wohnens in ein neues Licht. Das Wissen über die nicht unwesentlichen finanziellen und baulichen Belastungen des Bauherren nach der Gebäudefertigstellung beeinflusst die Qualität der Planung und Ausführung, denn diese beiden Punkte sind die stärksten Hebel zur Lenkung der Wohnkosten. In Zukunft wird es für den Planer eine große Herausforderung und Verantwortung sein, dieses Bewusstsein beim Auftraggeber zu wecken.

7 Kontakt

Informationen zum Projekt, die vollständige Dokumentation des Rechenbeispiels „Haus K“, sowie Informationen zu aktuellen Weiterbildungs- und Schulungsangeboten erhalten Sie unter:

christina.ipser@donau-uni.ac.at

oder unter:

office-forschung@sbg.bauakademie.at

