

Planungsunterstützendes Lebenszykluskostentool für energieeffiziente Immobilien (LZK-Tool)

K. Friedl & B. Herzog

bene Consulting, Wien, Österreich

Kurzfassung

Die Betrachtung von Lebenszykluskosten in der Planungsphase ist einerseits aufgrund des nach wie vor starken Fokus der Bauherren auf die Investitionskosten, andererseits aufgrund nur aufwendig bedienbarer Softwaretools und einer unsicheren Datenlage vor allem in den für die Kostenoptimierung wesentlichen frühen Planungsphasen, nicht ausreichend. Es gilt daher auf Basis der bestehenden Ansätze unterschiedlicher Tools, ein einfach zu bedienendes Lebenszykluskostenwerkzeug für die frühen Planungsphasen zu schaffen.

Das neue Werkzeug kann mittels

- aggregierten Planungselementen mit zugeordneten Investitions- und Betriebskosten auf unterschiedlichen Detailebenen,
- einem Volumenmodell für die Eingabe von Raum- und Funktionsprogrammen als auch von Architekturkonzepten,
- und eines Energieberechnungstools

die wesentlichen Kennwerte für Flächen-, Energie- und Kosteneffizienz der Investition sowie der Nutzung als auch eine Lebenszykluskostenbetrachtung darstellen.

Keywords: Lebenszykluskosten, Tool, frühe Planungsphasen, planungsbegleitend

1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Auch wenn die gängige Baupraxis zeigt, dass nach wie vor meist die Investitionskosten entscheidend für den Bau eines Gebäudes sind, so spielt nachhaltige Gebäudeentwicklung zunehmend eine wichtigere Rolle. Grund dafür ist einerseits die steigende Nachfrage nach Gebäuden mit geringen Betriebskosten, andererseits die immer öfter verlangte Wertdeklaration durch Nachhaltigkeitszertifikate neben der gängigen Due Diligence (unter

anderem auch aufgrund der derzeitigen Immobilienkrise und einem sich verändernden Nachfragemarkt). Dadurch steigt das Interesse der Bauherren an Methoden wie der Lebenszykluskostenbetrachtung, wie man schon während früher Planungsphasen zusätzliche Informationen über künftige Betriebskosten liefern kann.

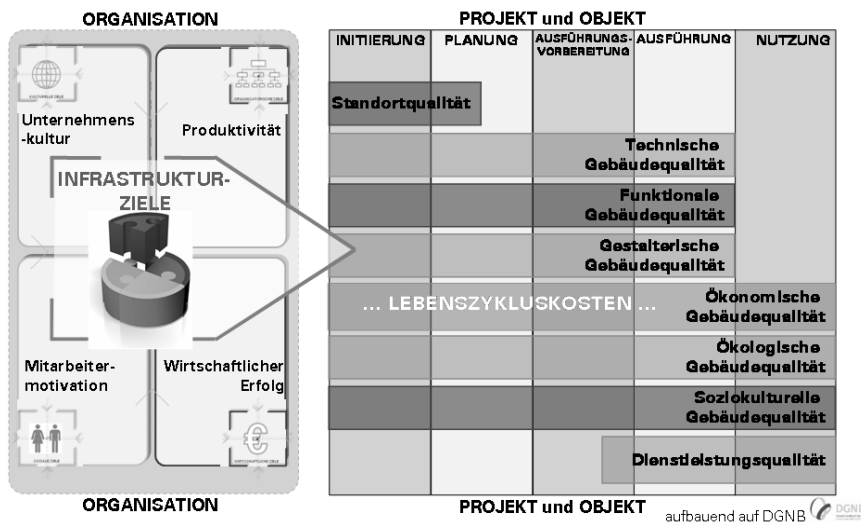


Abb. 1: Von Unternehmenszielen zu Objektqualitäten

In der heutigen Praxis basiert die Ermittlung von Betriebs- und Investkosten meist auf Basis von Kostenkennwerten bestehender Gebäude (z.B. *BKI*¹, *Oscar*²,...). Diese Top-Down-Ansätze sind in frühen Planungsphasen, wenn unterschiedliche Gebäudesysteme mit unterschiedlichen Kosten zu vergleichen sind, nicht in ausreichender Detailliertheit vorhanden.

Bestehende Softwaretools (z.B. *Legep*³, *BUBI*⁴, *Baulocc*⁵) basieren auf einem Bottom-Up-Ansatz, welcher es erforderlich macht, für den Simulant auf Ebene von Positionen Eingaben zu treffen (z.B. Kalkzementputz oder Art des Anstriches). Dies bedeutet einerseits einen aufgrund der Detailliertheit sehr hohen Eingabeaufwand, andererseits sind die Daten in dieser Genauigkeit weder in der Initiierungs- noch in der frühen Planungsphase vorhanden. Eine rasche Simulation verschiedener Varianten - wie in einem Iterationsprozess notwendig - ist daher nur mit hohem Aufwand möglich.

Ca. 80% aller Kosten werden in den Initiierungs- und den frühen Planungsphasen determiniert. Daher ist es umso wichtiger eine Optimierung der Systeme in diesen ersten Phasen sicher zu stellen.

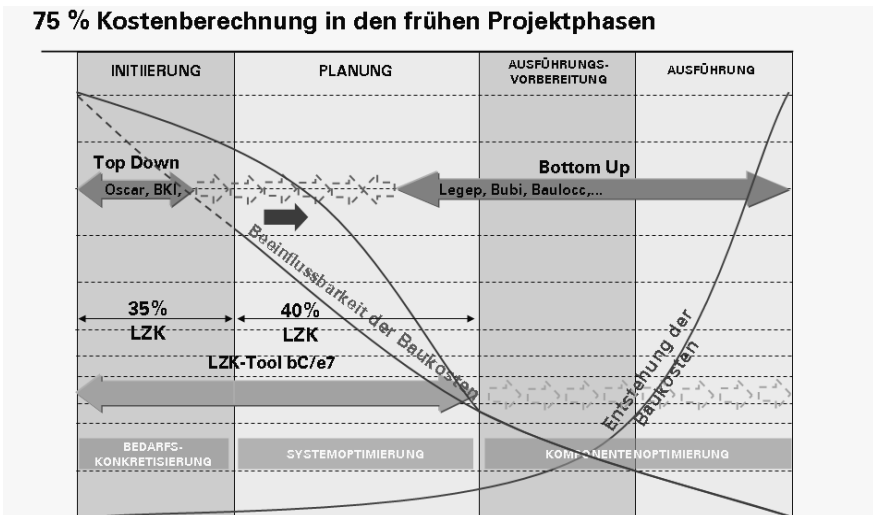


Abb. 2: LZK-Tools und ihr Einsatzbereich

Für eine Optimierung in diesen Phasen ist es allerdings erforderlich Tools mit wenig Eingabeaufwand zur raschen Beurteilung von Planungsvarianten zu haben – da solche Tools nicht ausreichend vorhanden sind gilt es diese zu entwickeln.

bone Consulting arbeitet gemeinsam mit e7 an einem von ZIT (Zentrum für Innovation und Technologie der Stadt Wien) geförderten Forschungsprojekt zur Erarbeitung eines planungsunterstützenden Lebenszykluskostentools. Projektstart war Anfang September 2008, Projektende ist Oktober 2009.

2. Forschungsziele

Ziel des Projektes ist es, durch die Entwicklung eines planungsunterstützenden Lebenszykluskostentools, Bauherren eine gesicherte Basis für Entscheidungen zu bieten, um

- die Anforderungen in der Bedarfsplanung zu optimieren und
- in den Planungsphasen Vorentwurf und Entwurf die richtigen Systeme auszuwählen.

Das Tool macht mit annehmbarem Aufwand belastbare Aussagen über die künftigen Investitions- und Betriebskosten des Gebäudes und forciert dadurch die Umsetzung nachhaltiger energieeffizienter Gebäudekonzepte.

Der Bauprozess ist aufgrund seiner Einmaligkeit (keine Serienfertigung) jedes Mal von neuem Iterationsprozess!!

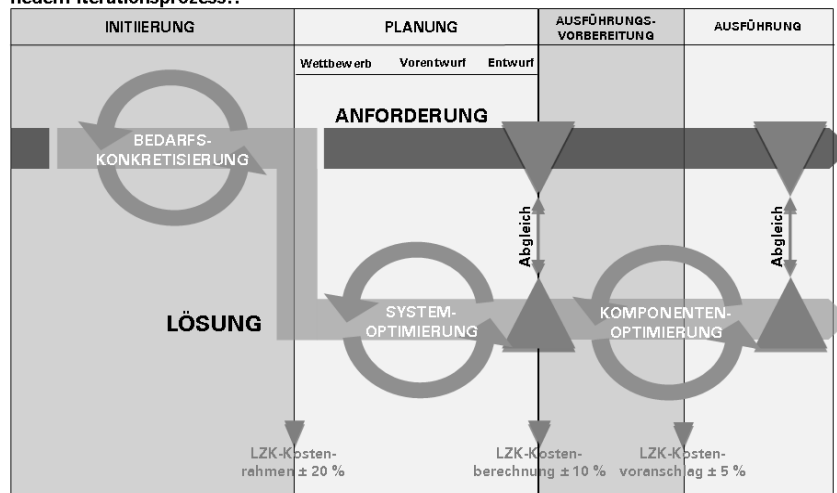


Abb. 3: LZZK-Optimierung in 3 Prozessschleifen

3. Forschungsansatz

Um die Vorteile einer schnellen Kostenermittlung der Top-Down-Methode mit den Vorteilen der Genauigkeit der Bottom-Up-Methode zu vereinen, galt es einen neuen Ansatz zu finden.

Auf Basis der Projekterfahrung von e7, bene Consulting sowie aus der Zusammenarbeit mit österreichischen Baufirmen und Planungsbüros wurden die wesentlichen Kostentreiber und die relevanten Elemente bei Systemscheidungen identifiziert. Für die Kosteneinschätzung bei den Investitionskosten wurde auf die Erfahrung und Auswertung der AVA-Software eines großen österreichischen Baukonzerns (Fa. Porr), eines großen österreichischen Haustechnikbieters (Fa. Axima) und eines Planungsbüros (Fa. Allplan) zurückgegriffen. Bei den Betriebskosten wurde die Angebotsdatenbank des größten österreichischen Gebäudebetreibers (Fa. Axima) analysiert.

Auf Gebäudeebene wurde der Kosteneinfluss der unterschiedlichen Nutzungsbereiche untersucht. Hier galt es die Auswirkungen der unterschiedlichsten Nutzungen v.a. in den Sonderflächen gegenüber der Hauptnutzung „Büro“ auf die Kosten darzustellen.

Auf Basis dieser Einschätzung wurden Planungselemente auf unterschiedlicher Detaillierungsebene definiert. Je nach Einfluss des Nutzungsbereiches erfolgte eine Aggregation der Planungselemente auf unterschiedlicher Ebene. Für den Hauptnutzungsbereich „Büro“ wurden kostenrelevante Themen auf der Ebene von Elementen (Definition lt. ÖN B 1801-1) für weniger kostenrelevante Themen oder Planungselemente in

weniger kostenrelevanten Nutzungsbereichen auf Ebene von Kostenbereichen (Definition lt. ÖN B 1801-1) zusammengestellt.

Die Planungselemente wurden für die relevanten Kostentreiber in den relevanten Nutzungen aus Bottom-Up aggregierten Positionen zusammengesetzt - für weniger relevante Kostenbereiche und Nutzungen aus Kennwerten Top-Down aggregiert, da aufgrund der Relevanz eine entsprechenden Ungenauigkeit toleriert werden kann. Dadurch verringert sich die Anzahl an Elementen und damit Eingaben wesentlich.

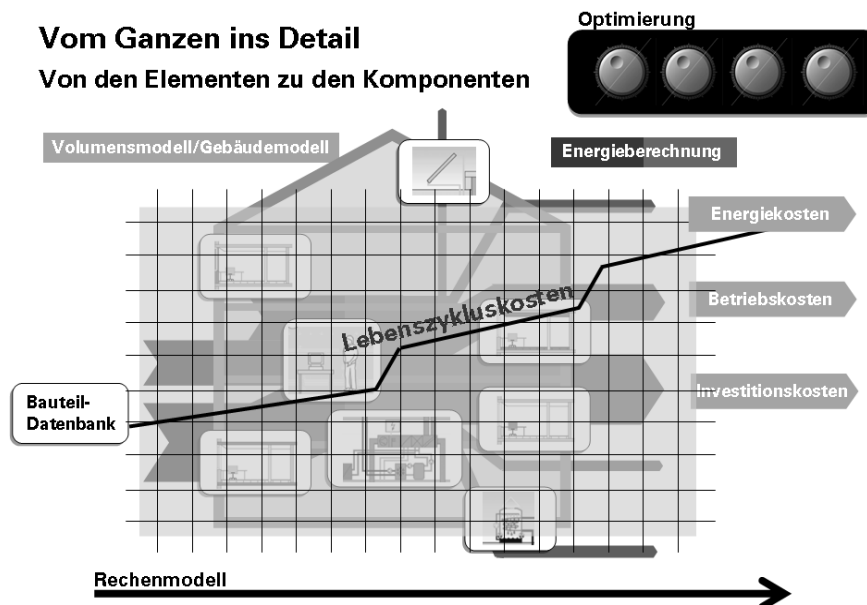


Abb. 4: Aufbau LZK-Tool

Wie bei der Aggregation von Planungselementen, musste auch beim Aufbau des Volumenmodells auf eine einfache Eingabe geachtet werden. Hier wurde ebenfalls auf die Ergebnisse der Analyse der Kostentreiber zurückgegriffen und versucht, nur wenige wesentliche Parameter aus den Plänen einlesen zu müssen. Alle anderen Daten sollten auf Basis dieser Eingabe automatisch auf Basis von Rechenalgorithmen errechnet werden können. Die Algorithmen wurden aus Planungsregeln für Bürogebäude, gesetzlichen Regelungen zum Brandschutz, Arbeitsstättenrichtlinien und jahrelanger Erfahrung aus diversen Projekten von bene Consulting abgeleitet. Die wesentlichen Flächeneffizienzparameter wie Achsrasterung, Trakttiefe, und Gebäudestruktur sollten per Knopfdruck einfach veränderbar sein. In der Phase Initiierung erfolgt die Eingabe über ein von bene Consulting verwendetes Raum- und Funktionsprogramm. In den frühen Planungsphasen wird auf Basis, der in diesem Zeitraum in Architektenplänen vorhandenen üblichen Abmessungen gearbeitet.

4. Programmaufbau

4.1 Allgemeines

Die Kostenstruktur der Investitionskosten richtet sich nach ÖNORM 1801-1 und betrachtet die Kostenbereiche 0 bis 9. Die Struktur der Nutzungskosten richtet sich im Wesentlichen nach der ÖNORM B 1801-2, wurde aber in Einzelpunkten leicht adaptiert. Im Wesentlichen gilt die Lebenszykluskostendefinition laut ÖNORM 1801-1.

4.1.1 Virtuelles Volumenmodell – Initiierungsphase

Die Eingabe erfolgt auf Basis eines Raum- und Funktionsprogramms und ersten Angaben des Bauherrn zu Bau- und Ausstattungsqualitäten. Nach der Eingabe können die Rahmenbedingungen der Simulation wie Grundstück (bebaubare Fläche, Bauhöhe, ...) und Modellierungsvorgaben (Bürobereichsgrößen, Anordnung von Sonderflächen,...) bestimmt werden. Mit den Vorgaben werden mögliche Gebäudestrukturen als Volumenmodell (Punkthochhaus, Kamm, Blockbebauung, ...) unter Angabe von Flächenkennwerten aber auch der charakteristischen Länge gezeigt. Auf Basis dieser Varianten können dann die Eingabeparameter einfach per Knopfdruck adaptiert werden und somit das Volumen des zu errichtenden Gebäudes an die Anforderungen des Bauherrn angepasst werden (siehe „VVM“ in Abb. 9).

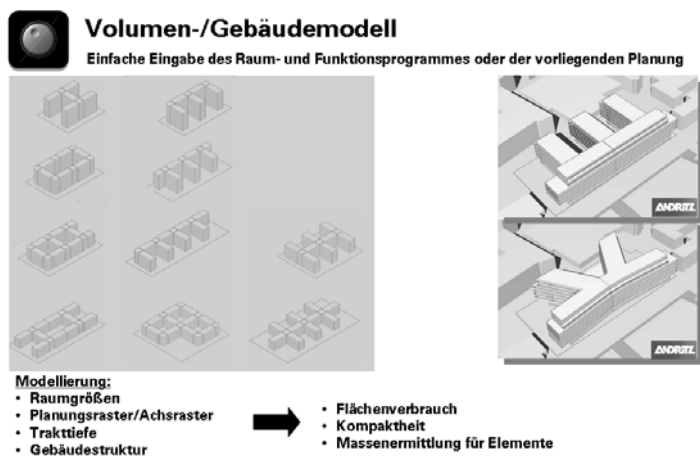


Abb. 5: Volumen/ Gebäudemodell

4.1.2 Volumenmodell – Planungsphase

Nach Vorliegen eines architektonischen Konzeptes werden die vorhandenen Detaildaten aus dem virtuellen Volumenmodell nur in den wesentlichen geometrischen Abmessungen (Grobflächendaten, Fassade, Gebäudeausrichtung) überschrieben. Damit können mit wenig Eingabeaufwand die vorhandenen Daten optimal genutzt werden.

4.2 Nutzungsbereiche

Wesentliche Nutzung in einem Bürogebäude ist, wie der Name schon sagt, die Büro- und Verwaltungstätigkeit. Ergänzt werden Flächen für diese Haupttätigkeit durch dezentrale Sonderflächen wie Stiegenhäuser, Aufzüge, Sanitärflächen, als auch zentrale Sonderflächen wie Konferenzräume, Foyer, Kantine, Lagerflächen oder Stellplätze. Die wesentlichen Systementscheidungen werden auf Basis der Hauptnutzung getroffen, die wesentlichen Kosten entstehen ebenfalls dort. Folge dessen galt es, die Planungselemente für die Hauptnutzung Bürofläche in einer anderen Detaillierung als für den Nutzungsbereich von Sonderflächen zur Verfügung zu stellen.



Abb. 6: Datentiefe nach Kostenrelevanz

4.3 Planungselemente Datenbank

Auf Basis der Gliederung der Nutzungsbereiche sowie wesentliche Systementscheidungen, die den Innenraumkomfort beeinflussen (Akustik, visueller Komfort,...) konnten nun Planungselemente definiert und mit Investitions- und Betriebskosten versehen werden. Für einen Nutzungsbereich z.B. Kantine bedeutete dies, die Definition von unterschiedlichen Planungselementen für unterschiedliche Standards auf Ebenen der Kostenbereiche z.B.

„Ausbau Kantine hohe Qualität“. Für den Bürobereich wurden für den KB 4 Planungselemente für Bodenbeläge, Bodenaufbauten, Bürotrennwände, Flurtrennwände, Schallschutzmaßnahmen, u.v.m. definiert z.B. „Bürobereich, Bodenbelag, Teppich, hohe Qualität“ Auf Gebäudeebene waren dann Planungselemente zum Thema Fassade oder auch Kälteerzeugung u.v.a.m. zu definieren.

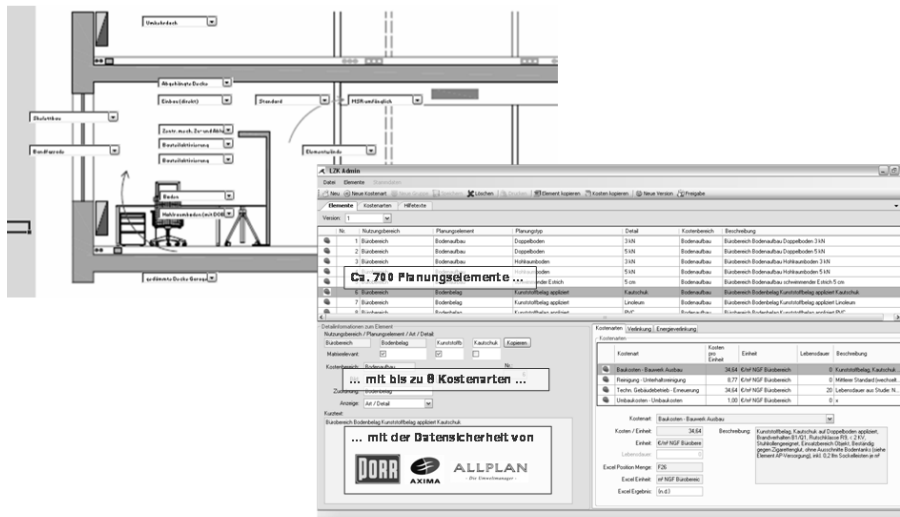


Abb. 7: Sichere Datenbasis für Investitionen und Betrieb

Auf Basis der definierten Planungselemente wurden mit einem Planungsbüro und ausführenden Firmen die Investitions- und Betriebskostendaten (Fa. Porr, Fa. Axima, Fa. Allplan sowie zulässige bzw. auszuschließende Planungselementkombinationsmöglichkeiten) erarbeitet. (siehe „PE“, „MAX“ in Abb. 9)

4.4 Energieberechnung

Auf Basis des Volumenmodells der ausgewählten Planungselemente und nutzerspezifischer Komfortvorgaben kann nun auf Basis einer in wesentlichen Punkten (Einfluss von Speichermassen, unterschiedliche Nutzungsbereiche, Tageslichtquotient und Zusammenhang mit Energieverbrauch,...) ergänzten Energieausweisberechnung, Energieverbrauchszahlen berechnet werden. (siehe „E“ in Abb. 9).



Bsp. Vorprüfung Wettbewerb
Gegenüberstellung der Energieverbräuche der Wettbewerbsarbeiten

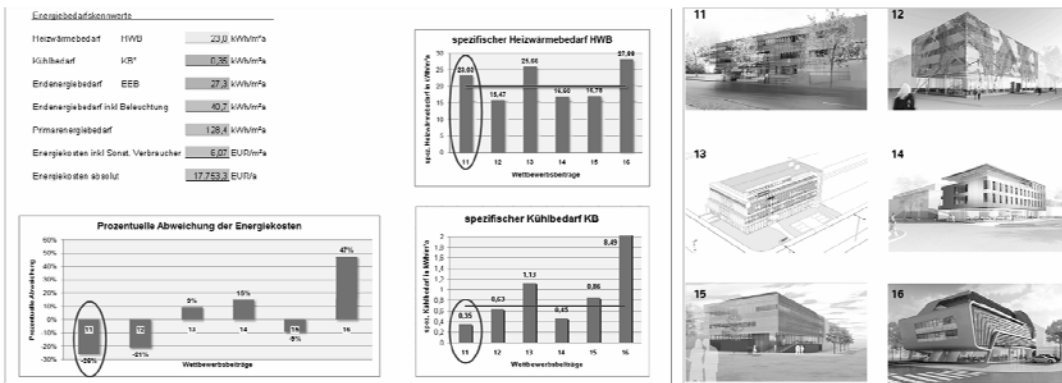


Abb. 8: Gegenüberstellung der Energieverbräuche der Wettbewerbsarbeiten

4.5 Rechnung Lebenszykluskosten

Die auf Basis der Planungselemente elementweisen vorliegenden Investitions- und Betriebskosten sowie der gebäudespezifisch errechneten Energiekosten können nun auf Basis der Kapitalwertmethode oder der Methode der vollständigen Finanzpläne Lebenszykluskosten berechnet werden. Durch die Veränderung wesentlicher Parameter (Inflation, Baukostenindex, Energiekostenindex, Abschreibungszeitraum, Finanzierungsmöglichkeiten, usw.) können die Auswirkungen simuliert werden. (siehe „IKR“ in Abb. 9).

4.6 Modellbildung

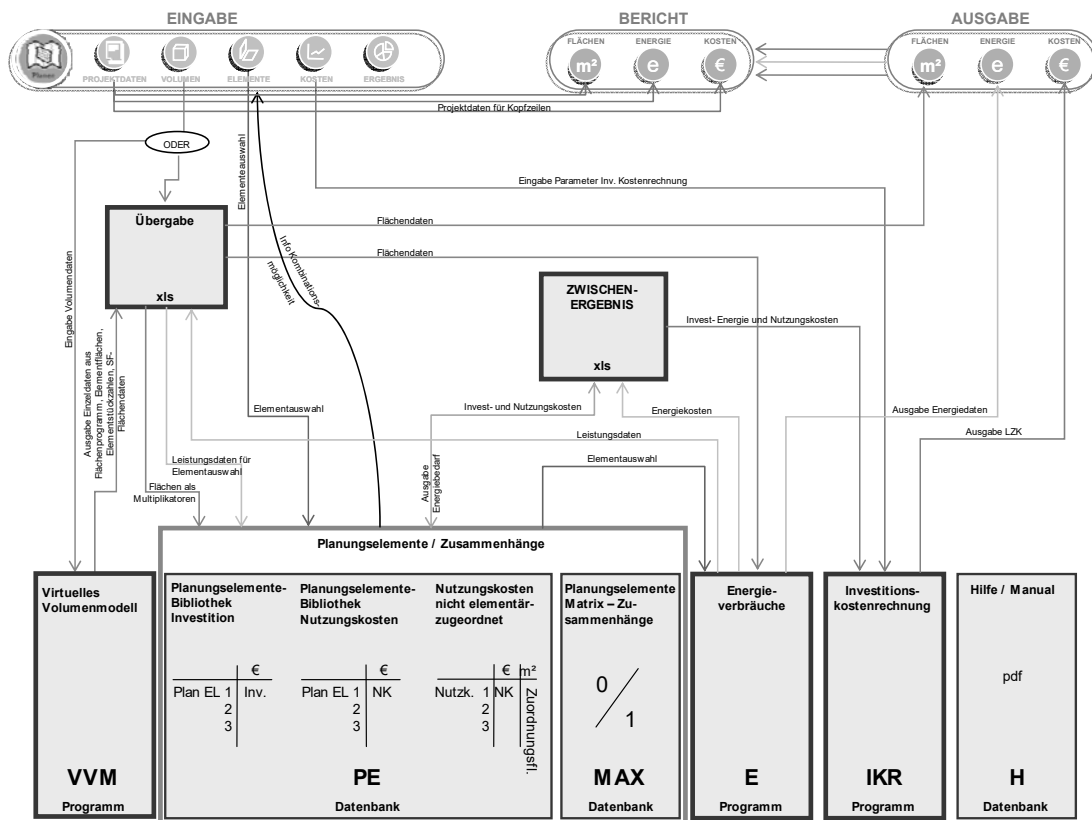


Abb. 9: Modellbildung

Die Verknüpfung der einzelnen Bestandteile zu einem funktionierenden Gesamtool erfolgt mittels einer aufwendig gestalteten Software. Eine Fülle an Faktoren beeinflussen die Beziehungen und erkennen die Auswirkungen hochtechnisierter, großer, komplexer Systemkomponenten auf andere. Die Beziehungen entstanden ebenfalls auf Basis von Expertengesprächen mit den Datenlieferanten.

4.7 Ausgabe

Die Ausgabe erfolgte in unterschiedlichen Aggregationstiefen, sodass je nach Optimierungsanspruch sämtliche im Tool verfügbaren Daten übersichtlich sortiert und mit Grafiken versehen, betrachtet werden konnten. Wesentliche Ausgaben sind:

- Errichtungskosten Invest (gesamt/ nach Kostenbereichen/ nach Planungselementen)
- Nutzungskosten (gesamt/ nach Kostenart/ nach Planungselement und Kostenart)
- Bruttogeschossfläche (gesamt/ nach Nutzungsbereich/ nach Raum)

- Energieverbrauch (gesamt/ nach Verursacher (Kälte, Wärme, Beleuchtung, Arbeitsmittel, Sonstiges)/ nach Energieträger)
- Lebenszykluskosten über den Verlauf

Es können sowohl Varianten verglichen als auch Kennwerte anderer Projekte als Vergleich dargestellt werden.

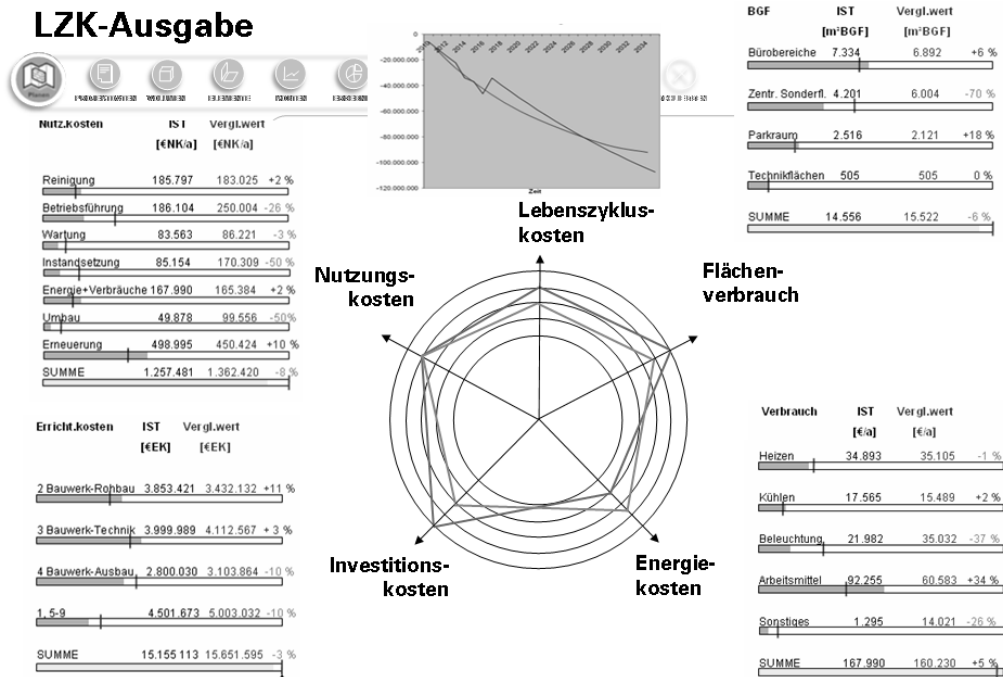


Abb. 10: LZK-Ausgabe

5. Testphase/ Validierung

In der abschließenden Testphase wurden anhand von realisierten und sich im Betrieb befindlichen Gebäuden, Kostendaten aus der Investition und aus dem laufenden Betrieb mit den entsprechenden Eingabeergebnissen aus dem Tool verglichen.

Aus diesen Daten können einerseits die Algorithmen der Programmierung, als auch die Kostenansätze überprüft und ggf. verändert werden.

6. Ergebnis

Nach der bereits abgeschlossenen Testphase konnte festgestellt werden, dass der gewählte Ansatz einerseits zu extrem kurzen Eingabezeiten führt und andererseits die in diesen frühen

Planungsphasen erzielbare Kostensicherheit von +/- 10 bis +/- 20% bei allen bisher simulierten Projekten einhält.

Durch die einfache Datenbankstruktur steht ein lernfähiges System zur Verfügung welches offen für neue Elemente (neuer Fassadentyp, etc.) oder Veränderungen in der Preisfindung reagieren kann. Ein weiterer Ausbau mit ökologischen Kennwerten und für Gebäudesanierung ist in Planung.

Es konnte somit gezeigt werden, dass bei ausreichender Kenntnis der wesentlichen Kostentreiber der Simulationsaufwand mit diesem LZK-Tool ohne Einbußen bei der Datensicherheit gering gehalten werden kann.

7. Literaturverzeichnis

Baukosteninformationszentrum Deutscher Architekten, Online Ressource: www.baukosten.de

office oscar 2008: Online Ressource: www.joneslanglasalle.de.

LEGEP Bausoftware -bauen berechnen betreiben; Ein Werkzeug für die

integrierte Lebenszyklusanalyse. Online Ressource: www.legep.de.

Riegel G. W.: Ein softwaregestütztes Berechnungsverfahren zur Prognose und Beurteilung der Nutzungskosten von Bürogebäuden.

Herzog K.: Lebenszykluskosten von Baukonstruktionen – Entwickl. eines Modells u. einer Softwarekomponenten zur ökonom. Analyse u. Nachhaltigkeitsbeurt. von Gebäuden.