

# Nachhaltige Optimierung der Lebenszykluskosten mit Hilfe eines innovativen Prognosemodells

Emanuel Stocker<sup>1</sup>, Tobias Schrag<sup>2</sup>, Thomas Madritsch<sup>3</sup>

Fachhochschule Kufstein Tirol

## Abstract

Der Begriff „Lebenszykluskosten“ als Grundlage einer ökonomischen Nachhaltigkeit ist gegenwärtig und weit verbreitet, jedoch gibt es unterschiedliche Herangehensweisen und bislang erst wenig Erfahrungen in der Anwendung. Die Gründe hierzu sind vielfältig, von einer nicht vorhandenen einheitlichen Vorgehensweise oder Normierung, bis hin zu einer nicht verfügbaren Datenbasis mit belastbaren Kennwerten. In der Arbeit werden bereits bestehende Ansätze eingehend diskutiert und bilden auch die Basis zum Aufbau des eigenen Modells. Des Weiteren werden weitere Ansatzpunkte, der vorgesehene Aufbau und die Verwendung der Datenkennwerte angesprochen.

**Keywords:** LCC, Lebenszykluskosten, Kostenprognose, Kostenoptimierung

## 1. Einleitung

Die Thematik rund um Lebenszykluskosten ist an sich nicht neu und geht im deutschsprachigen Raum bis auf die 70er Jahre zurück (Wübbenhorst 1984). Das Interesse an Folgekosten wuchs damals aufgrund steigender Energiepreise und erhöhten Kosten aus steigender Technologiesierung. Die Berechnung der Lebenszykluskosten als Grundlage ökonomischer Entscheidungen wird durch PPP-Projekte, Betreibermodelle, Nachhaltigkeitszertifikate, oder der Forderung der Europäischen Kommission (European Commission Task Group 4 2003) vielerorts angetrieben. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Lebenszyklusorientierte Qualitätsoptimierung von Gebäuden“, kurz „LQG“<sup>4</sup> setzt man sich auch an der FH Kufstein mit der Themenstellung Lebenszykluskosten auseinander. Genauer wird ein Prognosemodell entwickelt, mit welchem verschiedene Bau- und Ausstattungselemente hinsichtlich deren ökonomischer Auswirkungen beurteilt

---

<sup>1</sup> emanuel.stocker@fh-kufstein.ac.at

<sup>2</sup> tobias.schrag@fh-kufstein.ac.at

<sup>3</sup> thomas.madritsch@fh-kufstein.ac.at

<sup>4</sup> [www.lqg-projekt.org](http://www.lqg-projekt.org) (Projekthomepage)

werden und somit anstehende Entscheidungen unterstützt werden können. Die Anwendung ist für den frühen Zeitraum der Planungsphase vorgesehen, um dadurch das entsprechende Potential zur Beeinflussung anfallender Kosten ausnutzen zu können. Der vorliegende Beitrag behandelt den Teilbereich der Lebenszykluskosten des vor benannten Forschungsprojektes. Das Gesamtprojekt befasst sich jedoch mit weiteren Bereichen, wie Ökologie und Qualität im Zusammenhang mit der lebenszyklusorientierten Gebäudeplanung.

## 2. Ausgangslage

Es ist allgemein bekannt, dass eine alleinige Betrachtung von Herstellungskosten in Bezug auf eine nachhaltige Wirtschaftlichkeit nicht ausreicht, zumal die ab der Fertigstellung anfallenden Betriebskosten erfahrungsgemäß den größten Kosteneinfluss bilden. Die Betriebskosten sind relevant und können bereits nach kurzer Zeit die Baukosten übersteigen, wie die nachstehende Abbildung darstellt (vgl. auch Girmscheid 2006, Preisig & Kasser 2005). Trotzdem werden auch heute noch relevante Entscheidungen in der Planungsphase in Bezug auf Kosten häufig nur anhand der Berücksichtigung von Herstellungskosten gefällt (Girmscheid 2008).

Gebäudeart	Betriebskosten in Prozent der Baukosten p.a.	Überschreitung der Erstellungskosten nach ...
Schulen und Kindergärten	31%	3-4 Jahren
Krankenhäuser	26%	4 Jahren
Hallenbäder	21%	4-5 Jahren
Sporthallen	17%	5-6 Jahren
Freibäder	15%	6-7 Jahren
Produktionsgebäude	10%	10 Jahren
Büro- und Verwaltungsgebäude	8,5%	11-12 Jahren

Abb. 1: Betriebskosten nach Gebäudeart (Modifiziert nach GEFMA & Helbing 1997)

Derzeit fehlt es an einer einheitlichen Vorgehensweise, einer Bereitstellung von Kennzahlen (Pelzeter 2009) und die vorhandene internationale Normierung<sup>5</sup> lässt große Entscheidungsspielräume bezüglich Systemgrenzen, Struktur und der

<sup>5</sup> ISO 15686-5: 2008: Building and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing.

Anwendung offen. In Österreich selbst existiert derzeit keine Norm über die genaue Vorgehensweise, vielmehr sind separate Normen mit Bezug auf die Berechnung von Herstellungs- und die Nutzungskosten vorhanden.<sup>6</sup>

Die derzeit bereits bestehenden und üblichen Ansätze zur Lebenszykluskostenberechnung sind in der folgenden Abbildung enthalten und den einzelnen Planungs- und Kostenplanungsstufen zugeordnet. Die Ansätze unterscheiden sich vor Allem durch ihr Anwendungsgebiet<sup>7</sup> und dem Detaillierungsgrad bzw. der Informationsgrundlage, welche hierzu erforderlich ist.

### Planungsablauf:



### Kostenplanung Investition:



### LCC – Ansätze:



Abb. 2: Ansätze der Lebenszykluskostenberechnung in der Planung (Stocker et al. 2009)

Beginnend mit der Integration im Architekturwettbewerb (Rotermund 2008), der Berechnung auf Basis von Benchmarks (Ast 2008), über detaillierte bauteilspezifische Berechnungen (z.B. LEGEP®<sup>8</sup>) zur Integration in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren (z.B. VDI 4307<sup>9</sup>) und Kriterium in der Zertifizierung (DGNB<sup>10</sup>).

<sup>6</sup> ÖNORM B 1801-1 Objekterrichtung (Stand 01.06.2009); ÖNORM B 1801-2 Objektdaten – Objektnutzung (Stand 01.06.1997, die Neuauflage befindet sich derzeit in Bearbeitung).

<sup>7</sup> Anwendungsbereiche können u.a. Budgetierung oder Instrument zur Optimierung bzw. Controlling sein.

<sup>8</sup> LEGEP®: Ein Werkzeug zur Integralen Lebenszyklusplanung auf Basis der sirAdos-Datenbank. Offizielle Internetseite URL <http://www.legoe.de>. – Zugriffsdatum: 03.11.2009.

<sup>9</sup> Richtlinie VDI 4307 derzeit noch in Bearbeitung. Verein Deutscher Ingenieure e.V.: „Billige Dinge können sich arme Leute nicht leisten“, wusste Großmutter. URL

[http://www.vdi.de/42665.0.html?&no\\_cache=1&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=48312&tx\\_ttnews\[backPid\]=42163&cHash=a468471397](http://www.vdi.de/42665.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=48312&tx_ttnews[backPid]=42163&cHash=a468471397) – Zugriffsdatum: 03.11.2009.

<sup>10</sup> DGNB: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (Durch die Kooperation mit ÖGNI – Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft ist eine Adaptierung des Zertifizierungslabels für den österreichischen Immobilienmarkt vorgesehen. Offizielle Internetseite URL <http://www.oegni.at> – Zugriffsdatum: 03.11.2009.)

### 3. Problemstellung / Zielsetzung

Die bekanntesten Methoden zur Berechnung von Lebenszykluskosten sind einerseits die Hochrechnung mit Hilfe vorhandener Benchmarks und andererseits detaillierte bauteilspezifische Berechnungen. Anhand der Hochrechnung mit Benchmarks lässt sich eine Prognose anfallender Kosten abschätzen, eine Entscheidungshilfe für die Ausführung eines Gebäudes ist hierdurch jedoch nur begrenzt gegeben. Die nachstehende Abbildung zeigt eine Auswertung von Betriebskosten in Form von Bandbreiten für Bürogebäude. Anfallende Kosten können abgeschätzt werden, etwaige Kostentreiber aufgrund der Ausführung von Baukonstruktion bzw. dessen technische Ausstattung lassen sich hiermit nicht aufdecken.

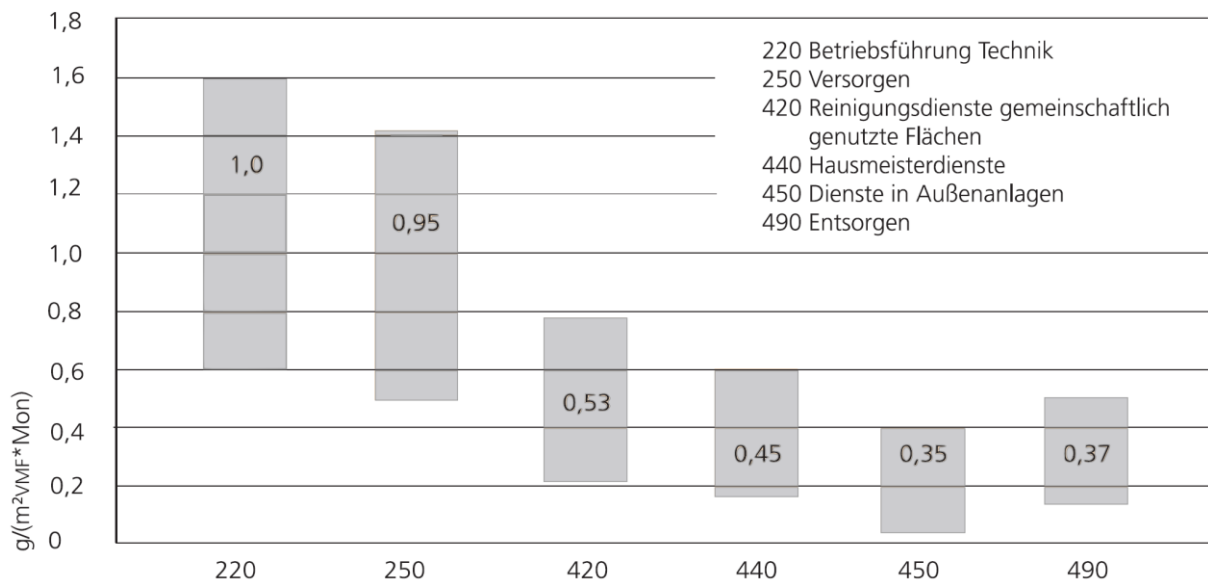


Abb. 3: Bandbreite Betriebskosten ausgewählter Leistungen für Bürogebäude (Ast 2008)

Für die Analyse von Bauteilen sind bauteilspezifische Berechnungen erforderlich. Die bestehenden bauteilspezifischen Tools sind zum Teil sehr detailliert aufgebaut und aus diesem Grunde für eine Beurteilung im Sinne einer kurzfristigen Entscheidungsgrundlage zu komplex aufgebaut. Weiterhin sind in einer frühen Planungsphase die hierzu erforderlichen Angaben in dieser Dichte noch nicht vorhanden. Diese müssten indes zeitaufwendig ermittelt werden, was die Fehleranfälligkeit steigern kann.

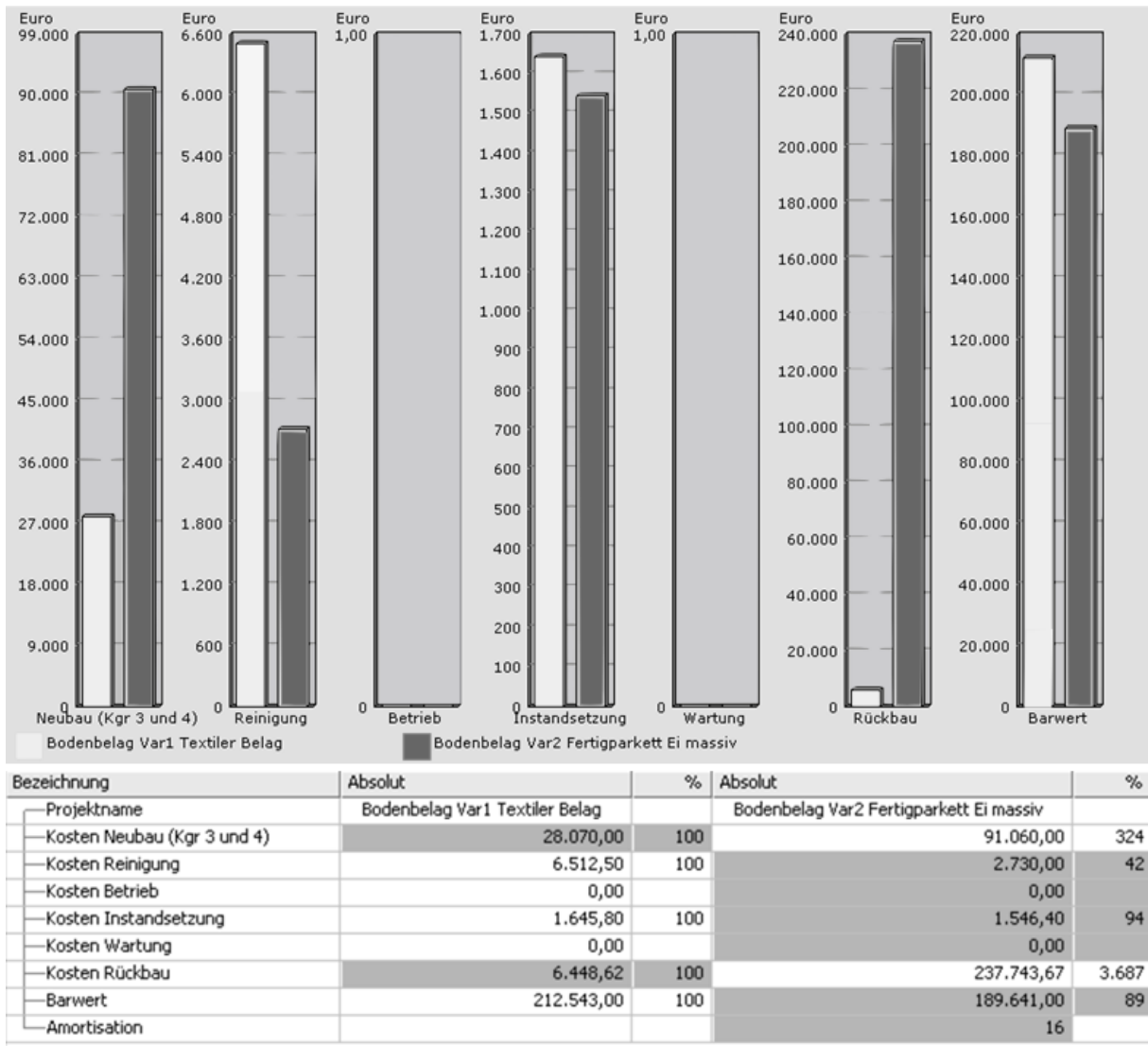


Abb. 4: Bauteilspezifische Berechnung, Beispiel am Vergleich von zwei Bodenbelägen (Modifiziert nach LEGEP®)

Das entwickelte Prognosemodell soll den Weg dazwischen finden und greift aufgrund Unterstützung wesentlicher Entscheidung hinsichtlich Bauteile und Bauausstattung den bestehenden Ansatz der bauteilspezifischen Methode auf. Das Modell orientiert sich im Weiteren am bestehenden Planungsprozess und liefert bereits in der Vorentwurfs- bzw. Entwurfsphase entscheidende Daten. Die hierfür zur Verfügung stehende Datenbank setzt sich aus Datenpools unterschiedlicher Qualitäten zusammen. Der Aufbau und die Struktur der Datenbank wird folgend auszugsweise genauer beschrieben.

#### 4. Inhalt des Prognosemodells

Ausgehend von einer Datenmatrix die sich einerseits aus relevanten Bauteilen, oder Elementen und andererseits den zuzuordnenden Kostenbereichen zusammensetzt,

erfolgt die Datenstrukturierung. Diese dient der Erfassung und auch späteren Nutzung der entsprechenden Daten. Die nachfolgende Tabelle 1 stellt einen Auszug aus den Bauteilen dar.

Tab. 1 Bauteil- / Elementekatalog

Bauteile / Elemente	Level 2	Level 3
Bauwerk-Rohbau (Primärstruktur)		
Rohbau Konstruktionen		
Leichte Bauweise	Holzbauweise, Fachwerk-Rippen-Tafelbau mit Holzdecken	
Mittelschwere Bauweise	Stahlbeton als Skelettbau, Decken aus Stahlbeton	
...	...	...
Dach Konstruktionen		
Flachdächer (0-5°)	Warmdach	U-Wert bis 0,15 W/m²K
...	...	...
Fassaden Konstruktionen		
Hinterlüftete Fassade	Glasanteil bis 35%	U-Wert bis 0,20 W/m²K
...	...	...
Pfostenriegel-Fassade	Glasanteil bis 35%	U-Wert bis 0,20 W/m²K
...	...	...
Bauwerk-Technik (Sekundärstruktur)		
...	...	...
Bauwerk-Ausbau (Tertiärstruktur)		
...	...	...

Die vorgesehene Datenbasis wird in Planungs- und Betreiberdaten unterteilt. Dies lässt sich mit der erforderlichen Datenmenge und Datenqualität begründen. Das heißt, Betreiberdaten sind qualitativ höherwertig, jedoch schwer zu generieren und bei neuartigen und innovativen Konstruktionen nicht vorhanden, sodass an dieser Stelle Planungsdaten ermittelt werden müssen. Hierdurch wird ebenso der Datenstand stetig erweitert. Für die Generierung der einzelnen unterschiedlichen Daten sind differenzierte Ansätze erforderlich. In Bezug auf Planungsdaten ist ein sog. Bottom-up und für die Betreiberdaten ein sog. Top-Down Ansatz vorgesehen. Dies bedeutet, anhand von verschiedenen Input-Daten und spezifischen Annahmen werden Kennwerte abgeleitet.

Für die Verwendung der nun vorliegenden Kostenkennwerte sind diese mit weiteren Einflussfaktoren zu versehen, um am Ende die Lebenszykluskosten ermitteln zu können. Zu den Einflussfaktoren zählen objektspezifische Eigenschaften (z.B. Gebäudegröße), standortbedingte (z.B. Preis- und Lohnniveau) und

volkswirtschaftliche Einflussgrößen (z.B. Baupreisindex). Nutzungsspezifische Einflüsse werden nicht berücksichtigt. Für die Wertigkeiten der Einflussgrößen erfolgt entsprechend der GEFMA Richtlinie 220-1<sup>11</sup> eine Sensibilitätsanalyse.

Für die Berechnung wird die Barwertmethode mit einheitlicher Bewertungsgrundlage (Kalkulationszinssatz) als zweckmäßig angesehen, da die Kosten zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen und durch jene Methode vergleichbar werden. Folgende Abbildung stellt auszugsweise und unter Voraussetzung der Berücksichtigung der vor benannten Einflussgrößen die Vorgehensweise zur Ermittlung der Kennwerte dar.

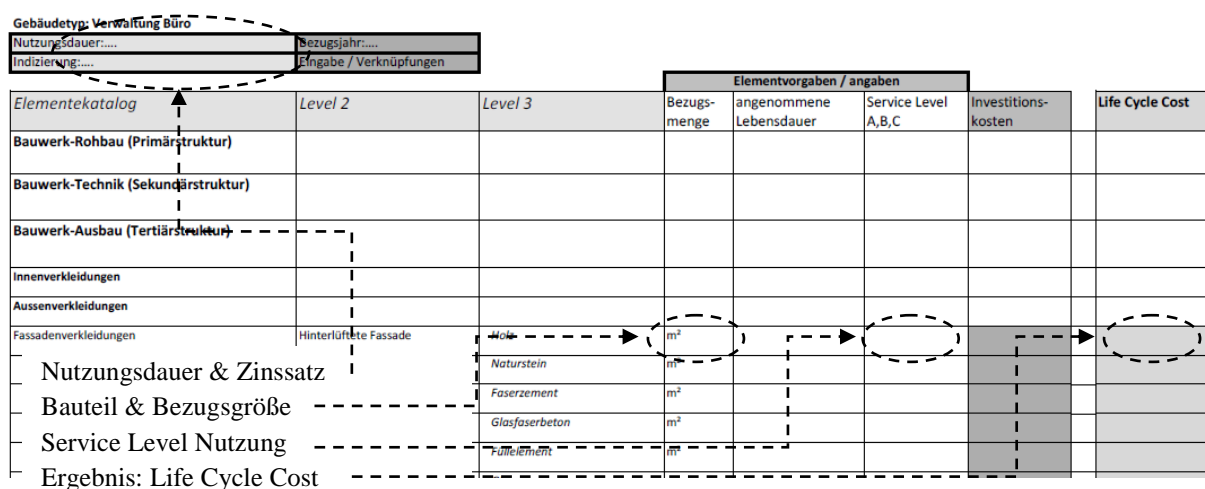


Abb. 5: Darstellung zur Verwendung der Datenquellen.

## 5. Erste Ergebnisse

Für das Datenmodell werden im ersten Schritt Projektdaten aus verschiedenen Business Cases herangezogen. Die Business Cases stammen von bestehenden und entwickelten Projekten beteiligter Forschungs- und Wirtschaftspartner. Auf dieser Basis sind Erfahrungen im Sinne der Umsetzung und Auswirkungen zu erwarten.

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Das hier beschriebene Prognosemodell für Lebenszykluskosten basiert auf bereits bestehender Methodik und ist für den Einsatz im frühen Planungsstadium vorgesehen. Unter Voraussetzung der Zustimmung von Seiten der Datenlieferanten, ist im Weiteren vorgesehen das Tool samt den Kennwerten öffentlich zugänglich zu machen. Durch die geschaffene Transparenz und den Mehrwert in der Anwendung

<sup>11</sup> GEFMA e.V. Deutscher Verband für Facility Management, Richtlinie 220-1: Lebenszykluskosten im FM – Einführung und Grundlagen, 2006.

wird der Strukturwandel durch das Abgehen eines rigiden Preiswettbewerbes zum Qualitätswettbewerb in Richtung Lebenszyklusbetrachtung weiter angestrebt (vgl. auch Balck, 2009).

Selbst bei einem detaillierten Kostenprognosemodell wäre es verfehlt, dies als quantitative Beurteilung für essentielle Entscheidungen zu begründen. Relevante Entscheidungen unterliegen einer integralen Beurteilung und somit weiteren Kriterien wie u.a. architektonische Gestaltung, Behaglichkeit, Qualität und Flexibilität. Im Rahmen des Forschungsprojektes soll das Prognosemodell künftig nicht nur die Ökonomie abdecken, sondern vielmehr um weitere Nachhaltigkeitskriterien, Ökologie und Qualität ergänzt werden.

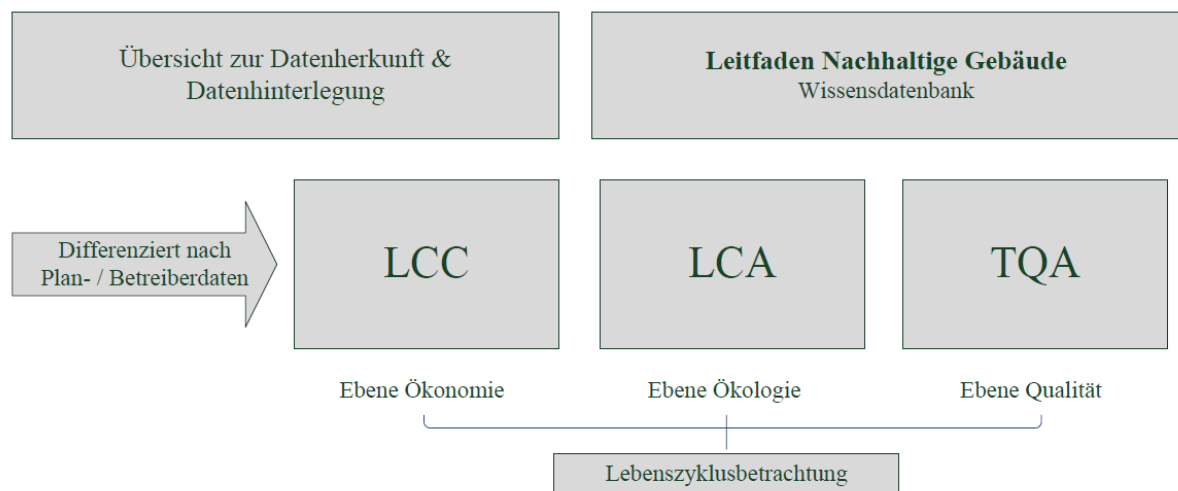


Abb. 6 Übersicht Datenmodell Projekt LQG

In der Abbildung ist neben den bereits benannten Bereichen der Lebenszyklusbetrachtung auch eine Wissensdatenbank enthalten, die parallel zum Forschungsvorhaben aufgebaut wird. Durch die Ausrichtung nach dem Lebenszyklus wird diese Wissensdatenbank als „Leitfaden Nachhaltige Gebäude“ benannt.

## **Literaturverzeichnis**

- Ast H. (2008): Kennwerte und Kostentreiber. VDI 6009 FM im Kontext Lebenszykluskosten. In: IndustrieBAU, H. 02, München, 50–53.
- Balck H. (2009): Fokus Lebenszyklus - Planung und Beschaffung auf neuen Wegen. In: Kober (Hrsg.): Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung. Raumluft in A++ Qualität. Karlsruhe: Promotor Verlag, 229–245.
- European Commission Task Group 4 (Hrsg.) (2003): Life Cycle Costs in Construction, Final Report.
- GEFMA Deutscher Verband für Facility Management e.V. & Helbing Management Consulting (Hrsg.) (1997): Facility Management in Deutschland, Bonn.
- Girmscheid G. (2006): Ganzheitliche Leistungsangebote sind nötig. In: Bau+Architektur, Nr. 04, St. Gallen, S. 4-6.
- Girmscheid G. & Lunze D. (2008): Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft – Lebenszyklusleistungen. In: Bauingenieur Band 83, Düsseldorf, 87-97.
- Pelzeter A. (2009): Welche Lebenszykluskosten braucht die Praxis des FM?. In: Tagungsband Facility Management Kongress 2009, Berlin, S. 377-384.
- Preisig H., Kasser U. (2005): Lebenszykluskosten - Nutzen oft teurer als Bauen. In: Jahresbericht 2005 der Gruppe der Schweizerischen Bauindustrie, Vol. 2005, Bern, S. 15–23.
- Stocker E., Gollner W., Schrag T. & Neugebauer J. (2009): Lebenszyklusbetrachtung im Hochbau. In: Tagungsband 4.PM-BAU Symposium, Wien, S. 40-45.
- Wübbenhorst, K.L. (1984): Konzept der Lebenszykluskosten: Grundlagen Problemstellungen und technologische Zusammenhänge. Darmstadt, Germany, Verlag für Fachliteratur.