

Stocker Emanuel, Gollner Wolfgang,
Schrag Tobias, Neugebauer Jürgen

Lebenszyklusbetrachtung im Hochbau

Forschungsprojekt „LQG“ – von ökonomischer Auswirkung bis hin zu Innovationen im Bereich der Fassadentechnik und rückwärts



Die Lebenszykluskostenrechnung berücksichtigt alle anfallenden Kosten in der Lebensdauer eines Gebäudes und soll einen Projektverantwortlichen für die zu treffenden Entscheidungen unterstützen. Die entsprechende Beeinflussung für die wesentlichen Entscheidungen zur Ausführung liegt in der Planungsphase. Doch mit der traditionellen Projektabwicklung, sowie dem in der Gesellschaft bestehenden und steigendem Kosten- und Termindruck für die Herstellung bleiben Potentiale zur langfristigen Kostenoptimierung zumeist unberücksichtigt. Eine nicht vorhandene einheitliche Vorgangsweise, sowie nicht verfügbare umfangreiche Kennwerte sind weitere Hindernisse in der Anwendung einer Lebenszykluskostenrechnung.

Vorrangiges Ziel des Forschungsprojektes „Lebenszyklusorientierte Qualitätsoptimierung von Gebäuden“ – kurz LQG ist die Auf- und Bereitstellung einer integrativen Beurteilungsmethodik. Diese integrative Beurteilung beinhaltet sowohl ökonomische und ökologische Auswirkungen, sowie die Folgen hinsichtlich der Qualität und der erwartenden Nutzerzufriedenheit. Durch diese Hilfestellung für Entscheider und Projektbeteiligte soll der Paradigmenwechsel in Richtung Lebenszyklusorientierung unterstützt werden. Der vorliegende Beitrag behandelt den Teilbereich der Lebenszykluskosten des vorher benannten Forschungsprojektes.

AUSGANGSLAGE - LEBENSZYKLUSKOSTEN IM HOCHBAU

Im Hinblick auf eine lebenszyklusorientierte Ausrichtung bestehen Anforderungen an ein Gebäude u.a. aus einer langfristigen Wirtschaftlichkeit, Wertbeständigkeit, Wettbewerbsfähigkeit aus Flexibilität der Nutzung und geringer Folgeaufwand (auch bekannt als 2. Miete), sowie kurzfristiger Verfügbarkeit und einer der Anforderung entsprechenden Qualität. In Bezug auf eine langfristige Wirtschaftlichkeit greift die Sichtweise und Entscheidung alleine auf die Herstellung zu kurz. Ziel einer Lebenszykluskostenrechnung ist das kostenmäßige Optimum zwischen Her-

stellungs- und Folgeaufwand herauszufinden. (vereinfacht in Abb. 1 dargestellt) Ausgehend von den Anforderungen, die ein Projektverantwortlicher heute stellt, wird dieser durch die traditionelle Abwicklung um eine wirtschaftlich optimale Lösung hingeführt.

Die in der Planungsphase getroffenen Entscheidungen beeinflussen die Gesamtkosten mit ca. 80-85%¹. Auch dass die Nutzungskosten bereits nach wenigen Jahren die Höhe der Baukosten übersteigen, ist bereits in der Praxis präsent, da vereinzelt Folgekosten aus der Nutzungsphase gefordert werden. Jedoch sind diese selten fachlich prüfbar, bewertbar und belastbar, wo-

durch der Mehrwert dieses Ansatzes leidet. Aus dem Ansatz der integralen Planung ist ebenso bekannt, das Know-how aus Folgeprozessen in den vorgelegten Prozessen (Entwicklungs- bzw. Planungsphase) aufgrund der zu diesem Zeitpunkt noch entsprechend hohen Beeinflussbarkeit zu berücksichtigen sind.

Betrachtet man die vorher genannten Aussagen und die in der Immobilienbranche wachsende Forderung einer nachhaltig ökonomischen Ausrichtung hin zur Wirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus, stellt man sich die Frage, weshalb der Ansatz zur Berechnung nach Lebenszykluskosten so selten berücksichtigt wird.

DAS FORSCHUNGSPROJEKT LQG

Die Kooperation des „FH_Netzwerk_BAU“ besteht aus der FH Kärnten, Hochschule Kufstein, FH Joanneum, FH Oberösterreich und den Fachhochschulstudiengängen Burgenland. Unter der Federführung der Hochschule Kufstein führt das „FH_Netzwerk_BAU“ im Moment gemeinsam mit sechs Wirtschaftspartnern (STRABAG, IC-Consultanten, ATP, Woschitz Engineering, SFL Metallbau und Alu König Stahl) das Forschungsprojekt LQG durch. Unterstützt wird das Forschungsprojekt maßgeblich von der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

Das Forschungsprojekt „Lebenszyklusorientierte Qualitätsoptimierung von Gebäuden“ – kurz LQG befasst sich mit den Bereichen einer lebenszyklusorientierten Gebäudeplanung. Durch die Vernetzung der jeweiligen Fachbereiche Gebäudeplanung, Bauprojektmanagement, Energie- und Gebäudetechnik, Facility Management, sowie Umweltmanagement soll dieses als gebündeltes Know-how der Bau- und Immobilienwirtschaft zur Verfügung gestellt werden.

Eine Barriere für die Anwendung liegt in dem klassischen Planungs- und Realisierungsprozess. Vor allem in der Phase der Ausschreibung und Vergabe mit den dort bestehenden Budgetvorgaben (Einsparungs- und Kostendruck) lassen keinen bis nur geringen Spielraum für eine Optimierung hinsichtlich Lebenszykluskosten und -qualität zu. Selbst bei einer Integration als Kriterium in das Ausschreibungs- und Vergabeverfahren, kann derzeit mit einer Verkomplizierung und einer daraus folgenden Ablehnung ausgegangen werden, da hierfür taugliche Standards fehlen.² Weiterhin fehlt derzeit noch der Aufbau einer entsprechenden Beratungskompetenz, da bislang Projektbeteiligte wenig bis keine Erfahrung mit Lebenszyklusansätzen und deren Berechnung haben. Ebenso fehlen umfangreiche Kennwerte, wie Informationen aus der Nutzungs- und Betriebsphase. Schließlich entscheiden wie bei jeder Prognoserechnung die Input-Daten über das Ergebnis. Kurz zusammenfassend liegen die Hindernisse in der Anwendung bei folgenden Anhaltspunkten:

- > Integration in den Entwicklungsprozess,
- > einheitliche Berechnungsmethodik und
- > vorhandene Informationen und Daten.

> vgl. Abb. 1

LCC IM ENTWICKLUNGSPROZESS

Der in Abb. 2 dargestellte theoretische Entwicklungsprozess von Immobilien tendiert in der Gegenwart aufgrund strikter Terminvorgaben vermehrt zur baubegleitenden Planung. Dies bedeutet, dass sich die Planungs- und Ausführungsphase überlagern, um somit Zeit im Gesamtherstellungsprozess zu sparen. Aufgrund nicht vollständiger Information und nicht vorhersehbarer Auswirkungen aus den Defiziten der Planung, ist mit Folgen hinsichtlich Konflikten, Störungen und/oder Nach-

forderungen auszugehen, zumal auch die bestehenden vertraglichen Vereinbarungen von nacheinander folgenden Prozessen ausgehen.⁴

Weiter enthalten sind die bestehenden Ansätze der Lebenszykluskostenanalysen in Zusammenhang mit den Stufen der traditionellen Kostenplanung. Beginnend mit ersten *Checklisten im Rahmen des Architekturwettbewerbs* in der Konzeptphase werden nutzungs-kostenwirksame Bauteile anhand von Erfahrungswerten überprüft. Bei einer vorgesehenen *Zertifizierung* sind die entsprechenden Kriterien frühzeitig zu berücksichtigen. Diese vorausschauende Sichtweise auf anfallende Kosten nachgelagerter Prozesse ist neben der Schaffung einer höheren Markttransparenz das Hauptaugenmerk des *Life Cycle Costing (LCC)*. In weiterer Folge ist zu prüfen, in welcher Art die bereits bestehenden Formen der Kostenplanung mit den LCC-Ansätzen in Verbindung gebracht werden können, ohne dass

dadurch der Entwicklungsprozess gestört wird.

Auch die Tatsache, dass etwaige Kostenüberschreitungen (Herstellungs- wie Nutzungskosten) noch immer zu Lasten des Bauherrn, oder Nutzers gehen und diese im Lebenszyklusverlauf kaum gesteuert werden, gilt es ebenso zu berücksichtigen.⁵ Diese Unvollkommenheit der Verantwortung kann mit Hilfe innovativer Abwicklungsmodelle reduziert, bzw. behoben werden. (u.a. Betreiber- und Partneringmodelle, Life Cycle Contracting)

> vgl. Abb. 2

BERECHNUNG VON LEBENSZYKLUSKOSTEN

Die Grundlagen für die Berechnung von Lebenszykluskosten sind einerseits die Objektlebensdauer, sowie die Erneuerungszyklen und andererseits die damit

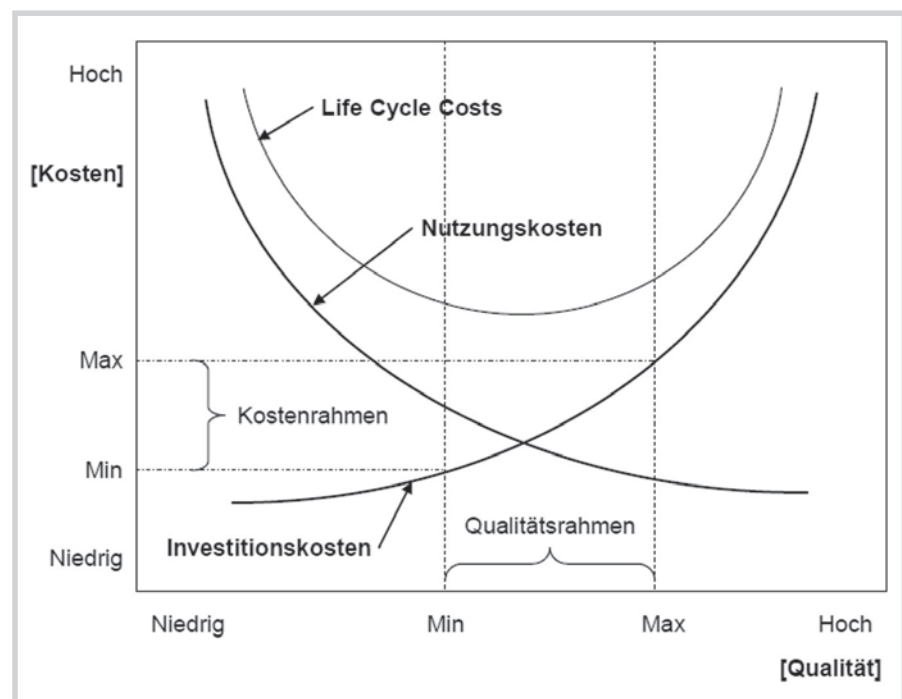


Abb. 1: Beziehung Kosten zu Qualität³

verbunden einmaligen und laufenden Kosten, angepasst an die entsprechend erwartenden Preisänderungen.⁶

> vgl. Abb. 3

Für die Abgrenzung der zu berücksichtigenden Kosten kann die Festlegung nach der ISO 15686 – Part 5: *Life-cycle costing*⁷ hilfreich sein. Unter *Whole-life cost* (kurz WLC) sind alle anfallenden Einnahmen und Ausgaben innerhalb der technischen Nutzungsdauer des Objektes zu verstehen.⁸ (vgl. Abb. 4) Die klassische Lebenszykluskostenrechnung beinhaltet die anfallenden Kosten, oder *Life-cycle cost* über alle Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden, innerhalb der vorgesehenen tatsächlichen Lebensdauer.

> vgl. Abb. 4

Hinsichtlich der Frage nach der Objekt-lebensdauer trifft man hier schon auf Ungewissheiten. Bei der Lebenszykluskostenberechnung gilt es von vorn-

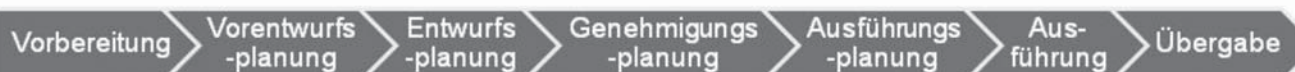
herein die entsprechenden Lebensdauerbegriffe abzugrenzen, da sich in der Praxis und auch Literatur unterschiedliche Bedeutungen finden.

Die Begriffe „Immobilien-Lebenszyklus“ und „Lebensdauer“ beziehen sich ausschließlich auf das Gebäude selbst und die dafür vorgesehene tatsächliche Lebensdauer.¹⁰ Die tatsächliche Lebensdauer entspricht der *wirtschaftlichen Lebensdauer* zuzüglich des Zeitraums zum Abriss des Gebäudes. Das Ende der *wirtschaftlichen Lebensdauer* ist erreicht, wenn eine höhere Rentabilität durch alternative Nutzung der Liegenschaft erwirtschaftet werden kann. Die *wirtschaftliche Lebensdauer* ist umso größer, je anpassbarer das Gebäude, oder das Bauteil an geänderte Voraussetzungen ist. Davon abzugrenzen ist noch die *technische Lebensdauer*, die dann erreicht ist, wenn das Gebäude, bzw. Bauteil die vorgesehene Nutzung nicht mehr erfüllen kann und eine Instandsetzung technisch nicht mehr möglich ist. Aussagekräftige Lebensdauerdaten

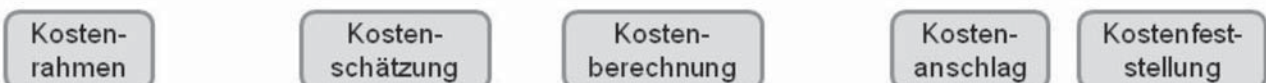
als Grundlage der Lebensdauerplanung von Gebäuden sind in der Praxis erst lückenhaft vorhanden.¹¹ Vielfach werden Angaben der Lebensdauer von Bauteilen und Bauteilschichten dem *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*¹² entnommen. Der „Runde Tisch Nachhaltiges Bauen“ arbeitet derzeit an einer Neuauflage des Leitfadens. Im Zuge der Neuauflage ist vorgesehen, diese erforderlichen Angaben online verfügbar zu machen.

Entscheidungen auf Basis einer Lebenszykluskostenrechnung beruhen auf Annahmen von Kosten, die in Zukunft anfallen und vor diesem Hintergrund nicht mit vollkommener Sicherheit bestimmbar sind. Insbesondere bei Kosten, die fern in der Zukunft liegen, nimmt dessen Bestimmbarkeit rapide ab. Für diesen unvollkommenen Informationsstand eignen sich sog. *stochastische Modelle* wodurch die Unsicherheiten jener dynamischen Werte berücksichtigt werden können und mit Hilfe der induktiven Statistik können Wertaussagen im Sinne einer Prognose getroffen,

Planungsablauf:



Kostenplanung Investition:



LCC – Ansätze:

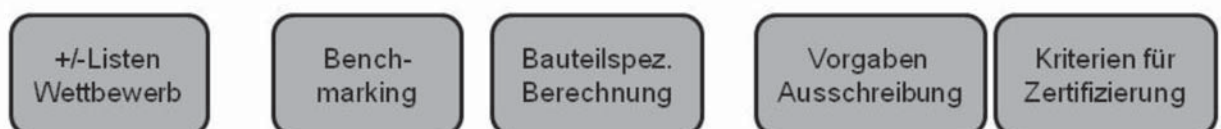


Abb. 2: LCC-Ansätze in der Projektentwicklung

forschung

abgesichert bzw. transparent gemacht werden. Die ISO 15686-5 empfiehlt hierfür die Anwendung einer *Monte-Carlo-Simulation*. Vor dem Hintergrund einer nicht vorhandenen umfangreichen empirischen Datenbasis für die jeweiligen Einflüsse, scheint diese Herangehensweise als sinnvoll, da hierbei analytische Methoden nicht anwendbar sind.

KENNWERTE / INNOVATIONSMANAGEMENT

Die wesentlichen Festlegungen erfolgen in der Projektplanung (Vorplanung, Entwurf- und Genehmigungsplanung) und sind im Sinne von folgekostenwirksamen Bauteilen zu prüfen. Die Erfahrungen aus der Nutzungsphase können hierzu erste Anzeichen liefern und die Entscheidungen dahin gehend unterstützen. Diese folgekostenwirksamen Bauteile haben einen maßgeblichen Einfluss auf den Kostenverlauf in der Nutzungsphase und sind aus diesem Grunde auch entsprechend bei Entscheidungen zu berücksichtigen. Bauteile dieser Art können je nach Nutzungsart und Nutzungsintensität einen unterschiedlichen Stellenwert haben.

Um an dieser Stelle einige dieser folgekostenwirksamen Bauteile zu nennen:¹³

Innerhalb von Baukonstruktionen:

- > Fenster und Fassadenteile
- > Bodenbeläge
- > Türen

Innerhalb technischer Anlagen:

- > Leuchten und Lampen
- > Aufzüge
- > Automatische Türen
- > Sicherheitstechnische Komponenten
- > Komponenten die Medien verbrauchen (Energie...)
- > Komponenten die inspiziert bzw. gewartet werden

Ein Bauherr muss wissen was er haben will, doch um dies zu sagen, muss er

Kenntnis darüber haben was es überhaupt gibt, bzw. darüber beraten werden. Daten und Informationen zu Bauteilen entstehen aus Erfahrungen und können dadurch als Kennwerte herangezogen werden. Um an Kennwerte, oder Bewertungsansätze zu gelangen kann auf vorhandene Datenbanken,

oder Kostentabellen zurückgegriffen werden.¹⁴ Zu beachten ist, dass die Kennwerte den marktbedingten Einflüssen, respektive Indizes und einer Geldwertentwicklung anzupassen sind.

Aber auch Bauteile sind durch Innovationen und Neuentwicklungen geprägt.

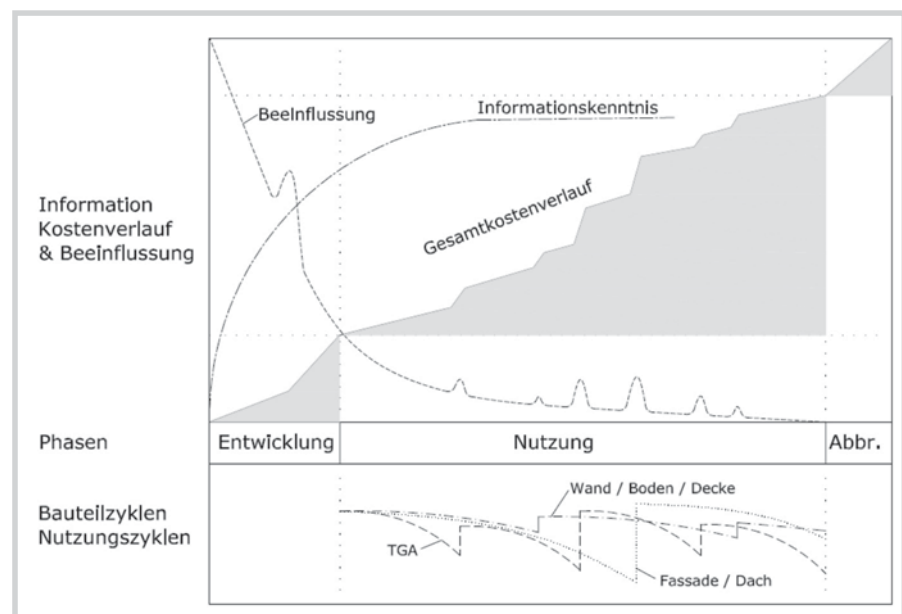


Abb. 3: Kostenentwicklung / Beeinflussung

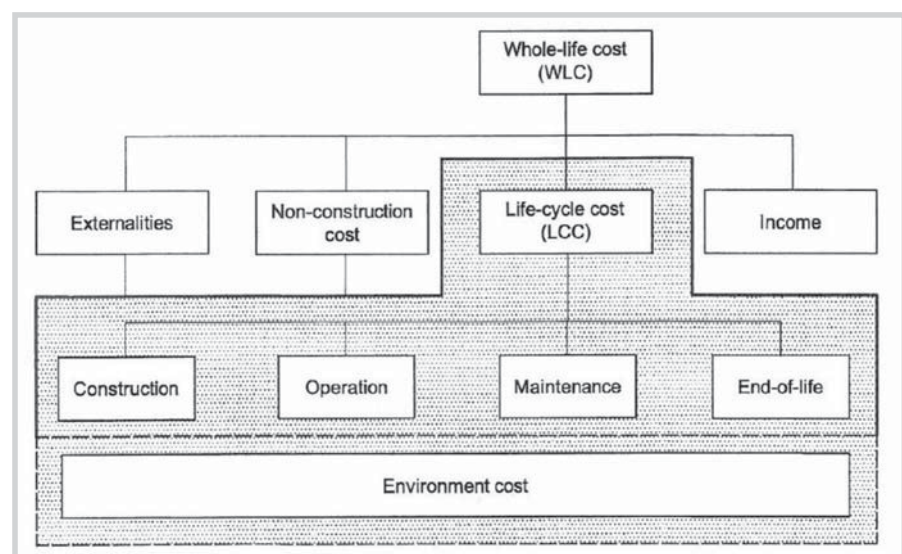


Abb. 4: Abgrenzung WLC-LCC⁹

Dabei sind jedoch die Erfahrungen aus dem Langzeitverhalten und daraus folgende Daten nicht verfügbar. Innovationen streben jedoch primär eine Kostenreduzierung (LCC), bei gleichzeitiger Anhebung der Qualität, wie Standardisierung und Verringerung der Bauzeit an. Um eine Auswahl durch nicht vorhandene Kennwerte zu vermeiden, sind plausible Daten aus Prüfverfahren heranzuziehen. Nachfolgend wird kurz im Rahmen der Entwicklung und Prüfung von innovativen Fassadenelementen dies näher beschrieben.

INNOVATIONEN UND ENTWICKLUNGEN IM BEREICH FASSADENTECHNIK

Inhalt des Forschungsprojektes im Bereich der Fassadentechnik ist die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung aktiver und passiver Kombifassadenelemente mit teilweise integrierten Haustechnik-Komponenten mit nachfolgenden Projekt-Zielen:

- > Umsetzung energieautarker Fassadentypologien bezogen auf die Fassade als rein energetische Betrachtung
- > Umsetzung energieautarker Fassadentypologien bezogen auf dahinterliegende Räume und Gebäude
- > Umsetzung von autarken Fassadentypologien in Bezug auf Lebenszykluskosten

Neben der Systementwicklung inkl. detaillierter Betrachtungen mit Hilfe von Simulationswerkzeugen für Energiebedarf und Lebenszykluskosten werden in 2 wei-

teren Forschungsschritten Kurz- und Langzeit-Validierung auf Fassaden- und Gebäudeprüfständen durchgeführt

> vgl. Abb. 5

Weitere Forschungsziele sind die Weiterentwicklung, Prüfung und Langzeit-

Validierung von Speichermodule für den sommerlichen Wärmeschutz durch den Einsatz von PCM-Komponenten, wobei auch hier ein wesentliches Augenmerk auf das Verhalten bezüglich der Lebenszykluskosten inkl. der Rückkoppelung auf das gesamte Gebäude gelegt wird.

> vgl. Abb. 6

FAZIT UND AUSBLICK

Durch eine Lebenszykluskostenberechnung wird die ökonomische Sichtweise einer Immobilie auf die Lebensdauer ausgeweitet. Primär dient diese der Unterstützung der Wahl von Alternativen im Entscheidungsprozess. Der Projektentwicklungsprozess darf jedoch nicht durch die Anwendung von lebenszyklusorientierten Berechnungen behindert werden, sodass die Anwendung Hand-in-Hand mit der bereits bestehenden Kostenplanung erfolgen muss. Bestenfalls wird der Entwicklungsprozess an die Anforderung lebenszyklusausgerichteter Abwicklungsformen (u.a. Betreibermodelle) angepasst. Die Integration und Anwendung wird jedoch nicht durch Appelle, wie bspw. durch Leitfäden und Richtlinien, sondern vielmehr durch die Schaffung von Verantwortung in der Planungsphase, oder gesetzlichen Vorgaben erreicht. Vorteilhaft ist eine Ausweitung dieser Verantwortung bis in die Nutzungsphase, welche im Rahmen einer *Performance-Messung* nach Inbetriebnahme statt finden kann. Die *Performance-Messung* dient der Überprüfung der in der

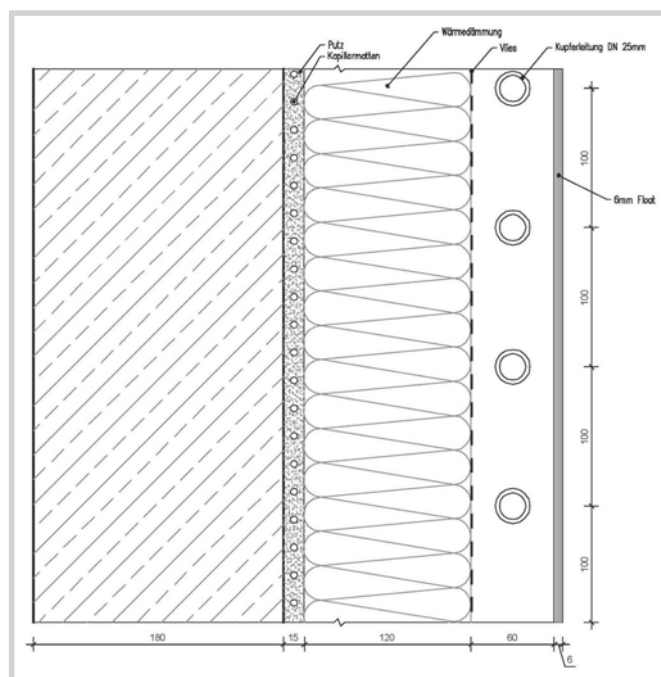


Abb. 5: Systemschnitt einer Passivabsorberfassade¹⁶

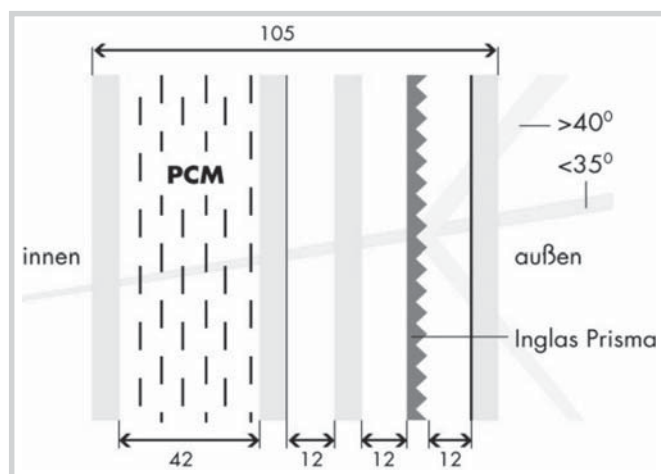


Abb. 6: Systemschnitt einer transparenten Fassade mit PCM-Speichermaterial¹⁷

forschung

Planungsphase vereinbarten Kennwerte hinsichtlich Kostenverlauf, Verbrauchswerte und Funktionsprüfungen. Nebeneffekt dieser Messung ist das Abgehen vom rigiden Preiswettbewerb hin zum Qualitätswettbewerb, sowie einer tragfähigen Kundenbindung, die derzeit vielfach negativ in Form von Mängelbeseitigungen in der Gewährleistungsphase endet.¹⁵

Um zu belastbaren Kostenkennwerten zu kommen, sind entsprechend vorhandene Datenbanken zu nutzen, alternativ im Rahmen von Leistungsausschreibungen von Anbietern anzufordern. Bei innovativen Neu-Entwicklungen dienen Validierungsmaßnahmen zur Bildung von ersten Kennwerten.

Am Ende sind die Potentiale, der entsprechende Mehrwert, sowie die erzielbare Transparenz durch die Anwendung einer Lebenszykluskostenberechnung den Projektverantwortlichen darzustellen, um so den Strukturwandel in Richtung Lebenszyklusorientierung weiter anzustreben. <<

Quellenangaben:

- > ¹ Vgl. Schulte, Karl-Werner / Bone-Winkel, Stephan: Handbuch Immobilien-Projektentwicklung, Immobilien Informationsverlag, Köln, 2002², S. 764.
- > ² Vgl. Eschenbruch, Klaus / Racky, Peter: Partnering in der Bau- und Immobilienwirtschaft, Kohlhammer, Stuttgart, 2008, S. 107.
- > ³ Modifiziert übernommen aus: Dell'Isola, Alphonse / Kirk, Stephen: Life Cycle Costing for Facilities, Reed Construction Data, Kingston, 2003, S. xxiii.
- > ⁴ Vgl. Tautschnig, Arnold / Mathoi, Thomas et. al.: Fast-Track-Projektentwicklung im Hochbau, in: Projekte erfolgreich managen, TÜV Rheinland, 2005, S. 3f.
- > ⁵ Vgl. Girmscheid, Gerhard / Lunze, David: Paradigmawechsel in der Bauwirtschaft – Lebenszyklusleistungen, in: Der Bauingenieur, Springer VDI Verlag, Düsseldorf, 02/2008, S. 91.
- > ⁶ Anmerkung: Alternativ verwendeter Begriff: Lebenszyklus-Modelle.
- > ⁷ ISO 15686-5, Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing, 2008.
- > ⁸ Anmerkung: In GEFMA 220-1: 2006 als Lebenszykluskosten im weiteren Sinne, bzw. Lebenszyklus-Erfolg benannt. Vgl. GEFMA 220-1:2006, Lebenszykluskostenrechnung im FM, S. 2.
- > ⁹ Übernommen aus: ISO 15686-5, 2008, S. 6.
- > ¹⁰ Vgl. Schulte, Karl-Werner: Immobilienökonomie Band 1 Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Oldenbourg Verlag, München, 20084
- > ¹¹ Vgl. Graubner, Carl-Alexander / Schneider, Carmen / Hock, Carolin: Vom ökologischen Bauprodukt zum nachhaltigen Bauwerk in: Baumaschine, Hrsg. Technische Universität, Dresden, 08/2007, S. 471.
- > ¹² Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2001, Anlage 6 – Pkt. 7.
- > ¹³ Vgl. Balck, Henning: Immobilienlebenszyklus - Hype? Sprachverwirrung? Strategie?, in: Facility Management, 12 / 2006, S. 9.
- > ¹⁴ Anmerkung: Bspw. Baukostenindex (BKI), SirAdos Baudatenbank, VDI 3807, VDI 6009.
- > ¹⁵ Vgl. Balck, Henning: Fokus Lebenszyklus - Planung und Beschaffung auf neuen Wegen, in: Kober, Raymond (Hrsg.): Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung, Promotor Verlag, Karlsruhe, 2009, S. 240f.
- > ¹⁶ Übernommen aus: Forschungsbericht-Passivabsorberfassaden, Dr. Pfeiler GmbH – FH-Joanneum
- > ¹⁷ Übernommen aus: GLASSXcrystal, www.glassx.ch